



BAB X

PENUTUP

Kesimpulan

1. Untuk dapat menentukan besarnya daya motor induk sebagai penggerak utama kapal, maka factor kecepatan daerah pelayaran serta dimensi dari kapal mempunyai pengaruh sangat besar.
2. Untuk pemilihan Motor Induk diperlukan beberapa pertimbangan seperti : SFC rendah sesuai dengan BHP, bobotnya lebih ringan, dimensinya lebih kecil sesuai dengan penempatan ruang mesin, suku cadangnya mudah didapat, biaya operasional serta biaya perawatannya ekonomis
3. Didalam perancangan kamar mesin, tidak terlepas dari adanya asumsi-asumsi yang diberikan untuk mempermudah dalam perhitungan dengan tidak mengabaikan tanggung secara teknis, ekonomis dan peraturan-peraturan yang ada, sehingga hasil perhitungan dapat mendekati keadaan yang sebenarnya.
4. Dalam perencanaan Perlengkapan keselamatan harus sesuai ketentuan peraturan-peraturan maupun klasifikasi sangat penting dalam kapal Ferry Ro-Ro karena mencakup keselamatan banyak jiwa.
5. Tata letak mesin induk, mesin bantu, maupun peralatan-peralatan lain hendaknya diatur seefisien mungkin, hal ini untuk mempermudah dalam perawatan dan perbaikan peralatan yang ada di kamar mesin itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Biro Klasifikasi Indonesia, Rules For the Clasification and Construction of Seagoing Steel Ship, BKI, Vol. II, Vol. III 1996.
2. Harvald, SV. Aa, Tahanan dan Propulsi Kapal, Airlangga University Press, Edisi, 1992.
3. Khatagurov, M, Marine Auxiliary Machinery And Systems, Peace Publisher Moscow.
4. O'Brien T.p, The Design Of Marine Screw Propeller, Hutchison Sulentic And Technical, 1968
5. Poehls H., Lectures On Ship Design And Ship Theory, 1979.
6. Sastrodiwongso. T, Hambatan kapal & Daya Mesin Penggerak
7. Sastrodiwongso. T, Propulsi Kapal, Edisi II. 1992.
8. Soekarsono. NA., Sistem dan Perlengkapan Kapal.
9. Soekarsono. NA., Teori Bangunan Kapal
10. Stoecker F.W, Refrigerasi dan Pengkondisian Udara, Erlangga, Edisi II (Terjemahan Supratman Hara), 1994.
11. Tahara. H., Sularso, Pump And Compressor, PT. Pranadya Paramita, Cetakan ke-6 1996.



LAMPIRAN 1

Continued

Table 60

Characteristic	Towing rope				Warping hawsers						
	Length, m	Circumference of hemp rope, mm	Diameter of steel rope, mm	Diameter of steel rope, mm	Number of ropes	Circumference of hemp rope, mm	Diameter of steel rope, mm	Cable warps			
								Total length, m	Number of ropes	Circumference of hemp rope, mm	Diameter of steel rope, mm
50	50	75	—	—	1	65	—	—	—	—	—
75	50	90	11	—	1	55	—	—	—	—	—
100	75	90	11	—	1	65	8.5	—	—	—	—
150	75	100	12	—	1	75	9.5	—	—	—	—
200	100	100	12	—	1	75	9.5	—	—	—	—
250	100	125	15	—	2	100	12	—	—	—	—
300	110	150	17.5	—	2	100	12	—	—	—	—
350	110	150	17.5	—	2	100	12	—	—	—	—
400	135	150	17.5	—	2	125	15	—	—	—	—
450	135	150	17.5	—	2	125	15	—	—	—	—
500	135	150	17.5	—	2	125	15	—	—	—	—
550	135	175	19.5	—	2	150	17.5	—	—	—	—
600	135	175	19.5	—	2	150	17.5	—	—	—	—
650	135	175	19.5	—	2	150	17.5	—	—	—	—
700	150	200	21.5	—	2	150	17.5	—	—	—	—
750	150	200	21.5	—	2	150	17.5	—	—	—	—
800	150	200	21.5	—	2	150	17.5	—	—	—	—
850	175	200	21.5	—	2	150	17.5	—	—	—	—
900	175	200	21.5	—	2	150	17.5	—	—	—	—
950	175	225	24	—	2	175	19.5	—	—	—	—
1000	175	225	24	—	2	175	19.5	—	—	—	—
1100	175	225	24	—	2	175	19.5	—	—	—	—
1200	190	250	25	—	2	200	21.5	—	—	—	—
1300	190	250	25	—	2	200	21.5	—	—	—	—
1400	190	275	25	—	2	200	21.5	—	—	—	—
1500	190	275	25	—	2	200	21.5	—	—	—	—
1600	200	300	30	—	2	225	22.5	—	—	—	—
1700	200	300	30	—	2	225	22.5	—	—	—	—
1800	200	325	32.5	—	2	250	25	—	—	—	—
2000	200	350	34.5	—	2	275	27.5	—	—	—	—
2100	200	350	34.5	—	2	275	27.5	—	—	—	—
2300	220	350	34.5	—	2	275	27.5	—	—	—	—
2500	220	350	34.5	—	2	275	27.5	—	—	—	—

Measuring and Warping Ropes

Characteristic	Towing rope				Warping hawsers						
	Length, m	Circumference of hemp rope, mm	Diameter of steel rope, mm	Diameter of steel rope, mm	Number of ropes	Circumference of hemp rope, mm	Diameter of steel rope, mm	Cable warps			
								Total length, m	Number of ropes	Circumference of hemp rope, mm	Diameter of steel rope, mm
2700	220	350	31.5	—	4	640	—	—	—	—	—
3000	220	350	31.5	—	4	640	—	—	—	—	—
3500	240	375	33	—	4	640	—	—	—	—	—
3600	240	375	33	—	4	640	—	—	—	—	—
3500	240	400	33.5	—	4	640	—	—	—	—	—
4200	240	400	33.5	—	4	640	—	—	—	—	—
4300	240	425	34.5	—	4	720	—	—	—	—	—
4800	240	425	34.5	—	4	720	—	—	—	—	—
5100	240	—	—	—	4	800	—	—	—	—	—
5400	240	—	—	—	4	880	—	—	—	—	—
5800	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—
6200	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—
6600	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—
7000	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—
7400	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—
7800	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—
8200	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—
8600	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—
9000	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—
9600	240	—	—	—	6	960	—	—	—	—	—

Notes: 1. If the actual characteristics between two tabular values, data should be taken for the next larger tabular characteristic.
 2. The diameter and circumference of ropes selected from the table for ships with square rigging are to be increased by one size.
 3. The towing rope for nonpropelling vessels is taken one size larger than the tabular value (in diameter and circumference). In addition to the towing rope indicated in the table, towing vessels (tugs) must have a towing rope for towing other vessels. This latter is to be selected in accordance with the pulling capacity of the hook which is taken with a twofold margin of safety.
 4. If Manilla or sisal hemp ropes are to be used instead of ordinary hemp, they can be taken one size less than the tabular value.

Denoting the heaving-in speed of the anchor cable as v_a m per sec, we can find the speed, n_{cl} , in rpm, of the cable lifter from the equation

$$i_{cl} n_{cl} = 60 v_a$$

The power required to drive a fan is found from the formula

$$N_{in} = \frac{Q_s H}{75 \eta_f 3,600} \text{ hp}$$

The overall efficiency of a fan is made up of the following efficiencies:

1. Hydraulic efficiency, which takes into consideration the loss of head in the fan

$$\eta_H = \frac{H}{H + \Delta H} = \frac{H}{H_f} = 0.7 \text{ to } 0.85$$

where ΔH = loss of head in the fan.

2. Hydraulic friction efficiency which takes into account the losses due to the friction of the impeller shrouds against the fluid being transferred

$$\eta_{fr} = \frac{N_r}{N_a} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \rho D_2^2 n^2}{N_a}$$

where N_r = power lost in overcoming fluid friction

$\beta = (5 \text{ to } 15) \left(1 + 5 \frac{b_2}{D_2} \right)$ = coefficient obtained from data compiled by the Central Institute of Aero- and Hydrodynamics

b_2 = width of the impeller at air outlet

D_2 = impeller diameter at air outlet

For backward-curved vanes $\eta_{fr} \approx 0.6$ to 0.75

For forward-curved vanes $\eta_{fr} \approx 0.75$ to 0.9.

3. Mechanical efficiency which takes into account the losses due to mechanical friction

$$\eta_m = \frac{N_s - \Delta N_m}{N_a} \approx 0.95 \text{ to } 0.99$$

where ΔN_m = power lost in overcoming mechanical friction. The overall efficiency of a fan is thus

$$\eta_o = \eta_H \eta_{fr} \eta_m = 0.4 \text{ to } 0.75 \tag{270}$$

The overall efficiency of an axial fan may reach $\eta_o \approx 0.84$.

2-2. Design and Selection of Fans

Strictly aerodynamic calculations in fan design do not, as a rule, ensure results in subsequent tests that comply with the initial design data.

More accurate results may be achieved by designing a fan similar to one which has already been built, tested and modified to obtain the most favourable aerodynamic and design features.

This type of fan design is carried out by the similarity method using aerodynamic diagrams and dimensionless characteristics which we will consider in the following.

The initial data for fan design comprises the total head, H , consisting of the static, H_{st} , and dynamic, H_{dyn} , heads, capacity, Q_s , and fan rotational speed, n , at maximum efficiency. Thus

$$H = H_{st} + H_{dyn} = H_{st} + \frac{v^2}{2g} \times 10^{-2} \text{ mmH}_2\text{O} \tag{280}$$

where v = mean velocity in the discharge connection of the fan. On the basis of the discharge per second, Q_s , head, H , and speed, n , we next determine the specific velocity of the fan.

The specific velocity of a fan is a value that relates the air discharge, Q_s , cu m per sec, the total head, H mmH₂O, and the impeller speed, n , at maximum efficiency:

$$u_s = \frac{v \sqrt{Q_s}}{\sqrt{H^3}} \tag{281}$$

It is evident that the ratio of the capacities of a series of geometrically similar fans of identical design can be expressed by the dimensionless discharge coefficient \bar{Q}_k . Therefore

$$\bar{Q}_k = \frac{Q_s}{F u_s}$$

and

$$Q_s = \bar{Q}_k F u_s = \bar{Q}_k \frac{\pi D_2^2}{4} u_s \text{ cu m per sec}$$

where F = area of the impeller, sq m

D_2 = outside diameter of the impeller, m.

The peripheral speed at the outlet circumference of the impeller is found from the formula

$$u_s = \frac{\pi D_2 n}{60} \text{ m per sec}$$

The pressure developed by a series of geometrically similar fans can be characterized by the pressure coefficient, \bar{H}_k :

$$\bar{H}_k = \frac{H}{u_s^2} \text{ -- for the total head, and}$$

$$\bar{H}_{kst} = \frac{H_{st}}{u_s^2} \text{ -- for the static head.}$$

Whence, if we know \bar{H}_k from the characteristics of pilot models, we can determine

$$H = \bar{H}_k u_s^2 \text{ mmH}_2\text{O}$$

$$H_{st} = \bar{H}_{kst} u_s^2 \text{ mmH}_2\text{O} \tag{282}$$

maximum pressure, p , kg per sq m, then the amount of liquid pumped is

$$V_p = V_c - V_f = D_1 \text{ cu m}$$

This equation can be solved for V_c and V_f :

$$V_c = V_f \div D_1 = V_1 + \frac{D}{6}$$

and

$$V_f = V_c - D_1 = V_c - \frac{D}{6}$$

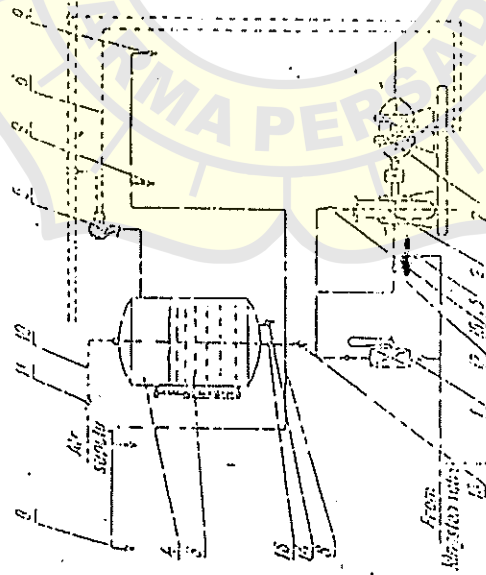


Fig. 159

The equation of state for the air in the air cushion can be written as

$$V_1 p_1 = V_2 p_2 = \left(V_1 + \frac{D}{6} \right) p_2 = \left(V_c - \frac{D}{6} \right) p_2$$

Therefore the maximum and minimum volume of air in the tank is

$$V_1 = \frac{L p_2}{5(p_1 - p_2)} \quad \text{and} \quad V_2 = \frac{D p_2}{6(p_1 - p_2)}$$

Denoting by V_0 the volume of liquid remaining in the tank at the lowest level, we find that the volume of the gas in the tank is

$$V_1 = V_0 + V_c = V_0 + \frac{D p_2}{6(p_1 - p_2)}$$

Such tanks may also be used in the drinking and washing water sys-

(D) SANITARY AND SCUPPER SYSTEMS

The sanitary and scupper systems serve to remove water from the deck and also to dispose of used water from baths, laundries, refreshment bars, galleys, storerooms, etc. Water is drained from the decks through scuppers and their pipes which range from 50 to 100 mm in diameter.

The diagram in Fig. 159 shows how water is removed through scupper pipes 1 from the upper decks and compartment decks. From each deck water runs down to the next lower deck through scupper

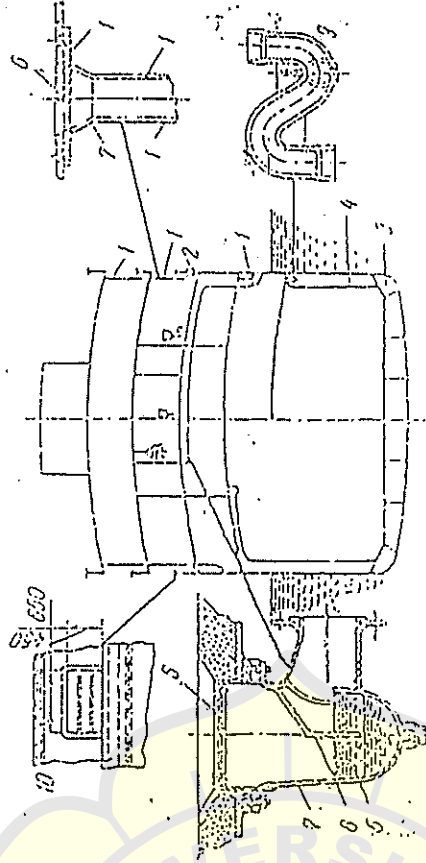


Fig. 159.

pipes until it reaches the last open deck above the load waterline from where it is discharged overboard through deck scuppers 2. Large amounts of water drain from open decks through freeing ports 10 installed in the bulwarks.



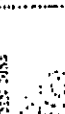

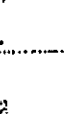
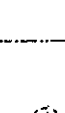
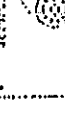
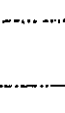



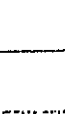
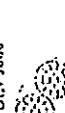

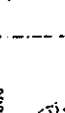

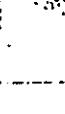


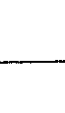


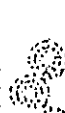



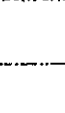

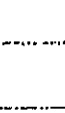










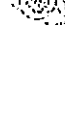

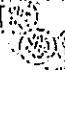

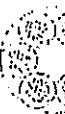






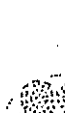
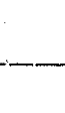
Water is drained from decks located lower than the load waterline through scupper pipes 1 and pipe courses 3 or into dirty water tanks arranged in the double-bottom or side spaces from where it is discharged overboard by pumps.

Scuppers 7 with grates 6, cowls 8 and strips 9 avoid clogging of the scupper pipes. Straps 9 are provided in scupper pipes which drain water from closed compartments to prevent the odour of the sewage spaces from getting into the compartments.



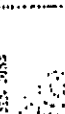

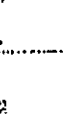
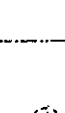
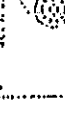
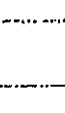



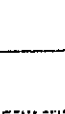
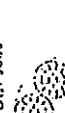

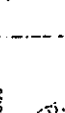

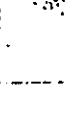


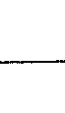






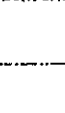

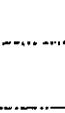









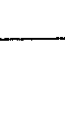
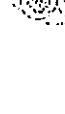







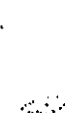


Shipside outlets of scupper pipes serving closed compartments are fitted with swing-check valves to exclude sea water in rough weather.

Sanitary pipelines made of galvanized pipe must be laid with

Table 37
WIRES ROPES

Nominal strength	1370 N/mm ²		Nominal breaking load ¹⁾
	Accepted by DIN 3080	Accepted by DIN 3086	
12			28.2
14			44.0
16			61.2
18			80.7
20			102
22			134
24			180
26			240
28			313
30			409
32			534
34			690
36			874
38			1110
40			1409
42			1779
44			2230
46			2770
48			3500
50			4430
52			5580
54			6960
56			8580
58			10460
60			12600
64			19000

1) For ropes with core of fibre material. The nominal breaking loads are for the same construction (used with core of steel wire rope).

Nominal strength	1570 N/mm ²		1770 N/mm ²		1970 N/mm ²	
	Accepted by DIN 3080	Accepted by DIN 3086	Accepted by DIN 3080	Accepted by DIN 3086	Accepted by DIN 3080	Accepted by DIN 3086
12			29.5	32.4	51.3	58.4
14			45.3	52.2	74.5	84.1
16			60.6	75.1	102	114
18			80.7	102	134	149
20			112	134	180	197
22			150	180	240	271
24			195	240	313	350
26			254	313	409	468
28			336	409	534	606
30			443	534	690	787
32			584	690	874	981
34			770	874	1110	1250
36			1000	1110	1409	1580
38			1300	1460	1806	2050
40			1670	1870	2380	2720
42			2130	2400	3060	3480
44			2700	3060	3960	4530
46			3500	4000	5130	5880
48			4560	5130	6660	7620
50			5940	6660	8640	9810
52			7700	8640	11100	12600
54			10000	11100	14400	16400
56			13000	14400	18700	21300
58			16700	18700	24600	28200
60			21300	24600	31300	35800

1) For ropes with core of fibre material. The nominal breaking loads are for the same construction (used with core of steel wire rope).

2) For ropes with core of fibre material. The nominal breaking loads are for the same construction (used with core of steel wire rope).

3) For ropes with core of fibre material. The nominal breaking loads are for the same construction (used with core of steel wire rope).

4) For ropes with core of fibre material. The nominal breaking loads are for the same construction (used with core of steel wire rope).

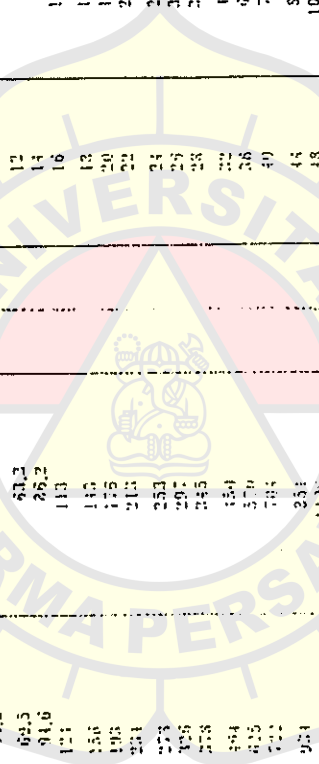


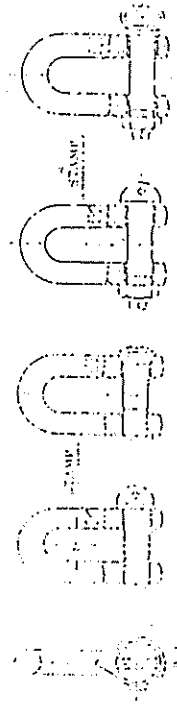
Table 44

SHACKLES
according to DIN 5511, Feb. 76

Nominal size	Surface treatment	B			d ₁			d ₂			D		
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
1	1	21	13	32	16	16	16	16	16	M 16			
1,6	1,5	27	17	40	20	20	20	20	20	M 20			
2	2	30	19	44	22	22	22	22	22	M 22			
2,5	2,5	33	21	48	24	24	24	24	24	M 24			
3	3	38	24	54	27	27	27	27	27	M 27			
4	4	42	27	60	30	30	30	30	30	M 30			
5	5	47	30	72	36	36	36	36	36	M 36			
6	6	52	33	78	39	39	39	39	39	M 39			
8	8	60	38	90	45	45	45	45	45	M 45			
10	10	67	42	96	48	48	48	48	48	M 48			
12	12,5	73	45	104	52	52	52	52	52	M 52			
16	16	81	51	120	60	60	60	60	60	M 60			
20	20	90	59	136	68	68	68	68	68	M 68			
25	25	109	69	144	72	72	72	72	72	M 72 x 6			
32	32	119	79	160	80	80	80	80	80	M 80 x 6			
40	40	125	79	170	90	90	90	90	90	M 90 x 6			
50	50	140	88	190	100	100	100	100	100	M 100 x 6			
63	63	155	95	220	110	110	110	110	110	M 110 x 6			
80	80	175	110	250	125	125	125	125	125	M 125 x 6			
100	100	200	125	280	140	140	140	140	140	M 140 x 6			

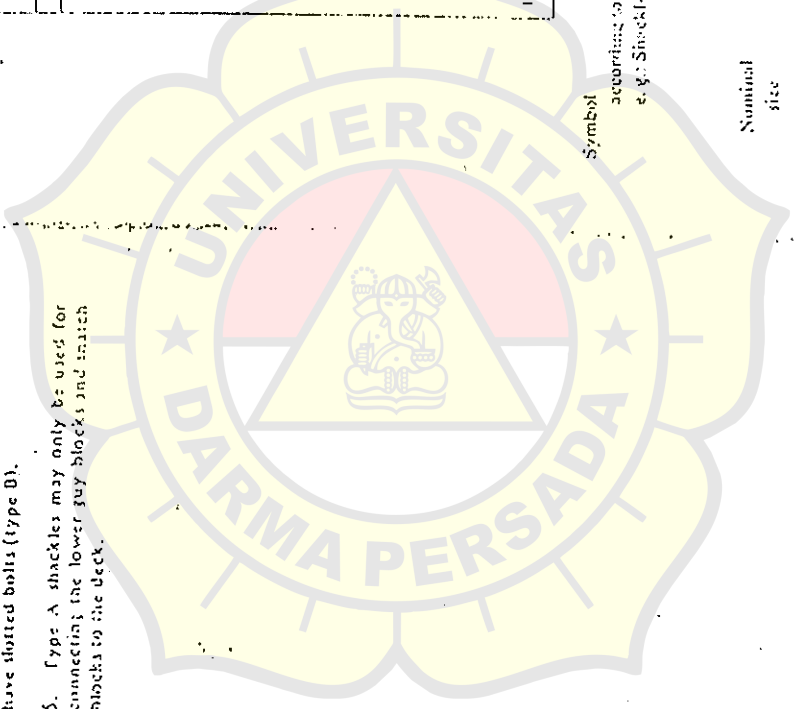
Symbol according to Form nominal size and No. of Table.
e.g. Shackle A 16 : [11]

Nominal size Form A Form B Form C
1 to 20 1 to 20 1 to 20 25 to 190



- Type C shackles are to be used for fastening cargo and span blocks, for attaching guy blocks, span runners and guy strands to the head fitting and for brackets to the eyes of blocks.
- Shackles for cargo hooks to Table 45, cargo chains and cargo hook swivels must have slotted bolts (type D).
- Type A shackles may only be used for connecting the lower guy blocks and snatch blocks to the deck.

- Shackles may be subjected only to their loads.
- Whenever possible, shackles should be so connected that the bolt side is attached to a round eye and the strap side to an elongated eye or chain link.



note 28

Temperature, °C	Density, kg/m ³	Absolute humidity, g/m ³	Vapour pressure, mmHg	Temperature, °C	Density, kg/m ³	Absolute humidity, g/m ³	Vapour pressure, mmHg
-25	1.424	0.64	0.540	+13	1.235	11.32	11.152
-24	1.418	0.71	0.600	+14	1.230	12.03	11.908
-22	1.406	0.86	0.745	+16	1.222	13.59	13.536
-21	1.401	0.95	0.825	+17	1.217	14.43	14.421
-20	1.395	1.05	0.910	+18	1.213	15.31	15.357
-19	1.390	1.15	1.000	+19	1.209	16.25	16.346
-18	1.384	1.25	1.095	+20	1.205	17.22	17.391
-17	1.379	1.35	1.190	+21	1.201	18.25	18.435
-16	1.374	1.46	1.290	+22	1.197	19.33	19.539
-15	1.368	1.58	1.400	+23	1.193	20.48	20.688
-14	1.363	1.70	1.520	+24	1.189	21.68	22.184
-13	1.358	1.83	1.635	+25	1.185	22.93	23.550
-12	1.353	1.98	1.780	+26	1.181	24.24	24.983
-11	1.347	2.14	1.930	+27	1.177	25.64	26.505
-10	1.342	2.31	2.093	+28	1.173	27.09	28.101
-9	1.337	2.49	2.267	+29	1.169	28.62	29.782
-8	1.332	2.69	2.455	+30	1.165	30.21	31.548
-7	1.327	2.90	2.658	+31	1.161	31.89	33.406
-6	1.322	3.13	2.876	+32	1.157	33.64	35.350
-5	1.317	3.37	3.113	+33	1.154	35.48	37.411
-4	1.312	3.64	3.368	+34	1.149	37.41	39.565
-3	1.308	3.92	3.644	+35	1.146	39.41	41.827
-2	1.303	4.22	3.941	+36	1.142	41.51	44.201
-1	1.298	4.55	4.263	+37	1.139	43.71	46.691
0	1.293	4.99	4.600	+38	1.135	46.00	49.302
+1	1.288	5.23	4.940	+39	1.131	48.40	52.039
+2	1.284	5.60	5.302	+40	1.128	50.91	54.906
+3	1.279	5.98	5.687	+41	1.124	53.52	57.910
+4	1.275	6.39	6.097	+42	1.121	56.25	61.055
+5	1.270	6.82	6.534	+43	1.117	59.09	64.346
+6	1.265	7.28	6.998	+44	1.114	62.05	67.790
+7	1.261	7.76	7.492	+45	1.110	65.14	71.391
+8	1.256	8.26	8.017	+46	1.107	68.36	75.158
+9	1.252	8.82	8.574	+47	1.103	71.73	79.093
+10	1.247	9.39	9.165	+48	1.100	75.22	83.204
+11	1.243	10.01	9.792	+49	1.096	78.86	88.499
+12	1.239	10.64	10.457	+50	1.093	82.63	91.982

Table 39

Locality	Data on fresh air and sea water			Air requirements for shipboard accommodations						
	Warmest period of navigation			Coldest period of navigation			Accommodations	Air temperature		Relative humidity, %
	Temperature of outside air, t _{air} , °C	Water temperature, t _w , °C	Relative humidity of outside air, φ _{air} , %	Temperature of outside air, t _{air} , °C	Water temperature, t _w , °C	Relative humidity of outside air, φ _{air} , %		Coldest period of navigation, t _{air} , °C	Warmest period of navigation, t _{air} , °C	
Rivers that freeze	20 to 30	16 to 25	55 to 65	-5	4	75 to 85	Living and passenger accommodations, state-rooms and ward-rooms	18	t _{air} +5°C	40 to 60
Seas in high or temperate latitudes	10 to 25	5 to 15	65 to 75	-25 to -35 to -15 to -20	0 to -2	80 to 85	Passageways of living and service accommodations	15	t _{air} +5°C	75 to 85
Warm seas	25 to 30	20 to 25	55 to 65	-20	4	75 to 85	Bath- and shower-rooms	25	t _{air} +10°C	70
Tropical seas Navigation in any localities	30	27	70	20	27	70	Cloak-rooms	20	t _{air} +5°C	70 to 80
							Wash-rooms and laundries	15	t _{air} +5°C	60
							Toilets	12	t _{air} +5°C	80
							Galleys	8 to 22	t _{air} +10°C	80
Pantries	8	t _{air} +5°C	80							
Wet provisions and vegetable storage rooms	2	t _{air} +5°C	50							

LAMPIRAN 8



$$F_x = \frac{F}{\sqrt{1 + Y^2}}$$

$$Y_1 = \frac{2h_1 + l_1}{H} w$$

$$Y_2 = \frac{2h_2 + l_2}{H} w$$

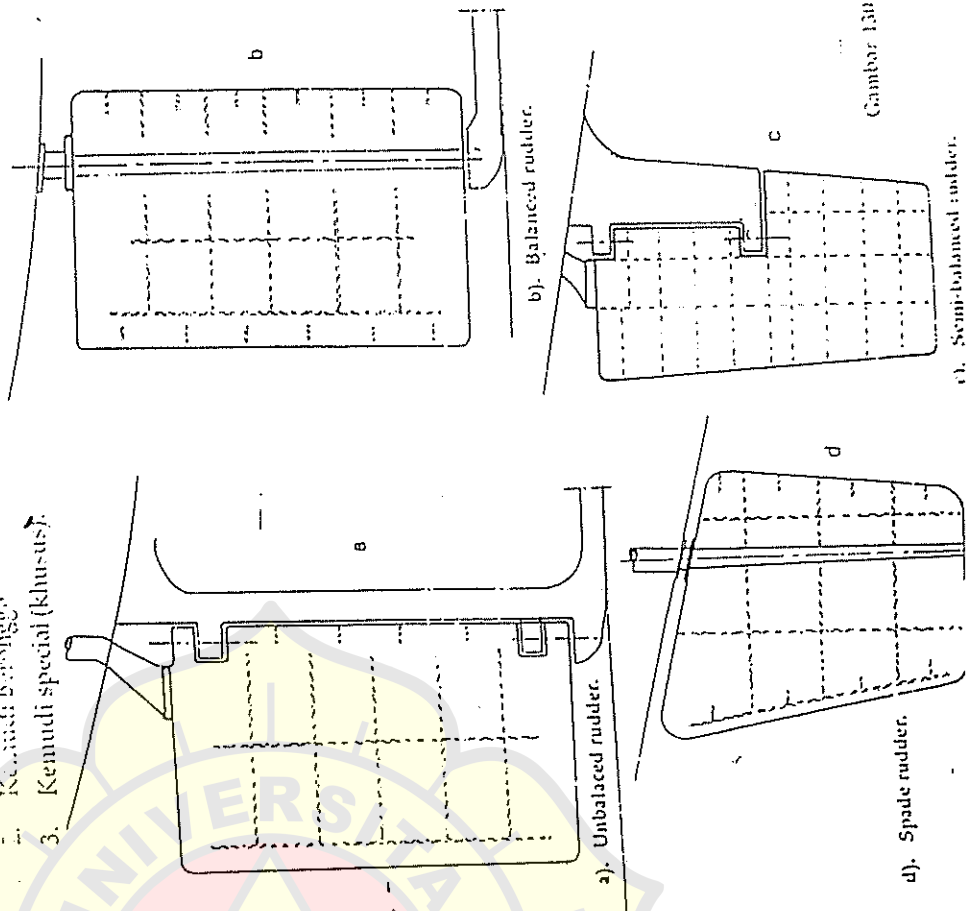
$$F = F_1 + F_2$$

B). Dipandang dari sulfies (seperti linggi) dibagi :

1. Kemudi meletak (gambar a dan b)
2. Kemudi menggantung (gambar d)
3. Kemudi setengah menggantung (gambar c)

C). Dipandang dari konstruksinya dibagi :

1. Kemudi plat (satu lapis plat)
2. Kemudi berongga
3. Kemudi special (klusur)



III. *Perencanaan air dan Cakupan pada kerja kemudi.*

Perbedaan putaran air pada sayap kemudi menyebabkan pengurangan tekanan pada kemudi juga menurunkan gaya angkat, kalau letak kemudi lebih dalam dari batas permukaan air.

Jika permukaan air laut tenang, kecepatan kapal dan sudut letak kemudi kecil maka bagian kemudi yang ada di atas permukaan air akan bekerja lebih baik dari pada letak kemudi yang lebih dalam dari permukaan air. Untuk kapal-kapal yang mempunyai kecepatan besar dan dengan adanya gelombang yang tak teratur, efek baiknya (yaitu dengan sebagian kemudi di atas permukaan air) tidak akan terjadi.

Jadi untuk kapal barang atau kapal penumpang yang berlayar dilaut terbuka, dianjurkan letak kemudi jika mungkin dibawah waterline konstruksi. Dalam percobaan model kapal yang sebenarnya menerangkan bahwa arus gelombang dapat menambah besar moment pada kemudi dalam pelayaran lurus ataupun dalam sirkulasi.

Menurut percobaan "Heussler" dan "Hautler" (dari Swedia). Gelombang dengan ketinggian 4 meter dapat menambah besarnya moment yang maximum dalam sirkulasi dan besarnya 35% jika dibandingkan dengan moment maximum dalam sirkulasi dilaut yang tenang.

Percobaan lain yang dilakukan di Jepang, untuk laut yang bergelombang maka moment yang timbul 2,5 kali moment maximum di air tenang. Percobaan di Holland menunjukkan moment yang timbul di air bergelombang 3 kali moment maximum di air pada sudut kemudi 30.

Bentuk geometris Kemudi.

A). Dipandang dari letak sayap kemudi terhadap porosnya maka kemudi dapat dibagi :

1. Kemudi biasa, dimana semua luas sayap kemudi terletak dibelakang sumbu putar kemudi (gambar a).

Laris dan kemudi dapat pula dinyatakan dalam % LT sebagai berikut :

Type Kapal	%LT
1. Kapal bujang single screw dengan kecepatan sedang	1,5 - 2,5
2. Kapal bujang single screw dengan kecepatan tinggi	1,6 - 2,0
3. Kapal bujang keel single screw	2,0 - 2,5
4. Kapal bujang twin screw, single rudder	1,5 - 2,1
5. Kapal bujang twin screw, twin rudder	2,1 - 3,0
6. Kapal bujang keel - sedang	1,3 - 1,9
7. Kapal bujang	1,7 - 2,1
8. Kapal penumpang kecepatan tinggi (L 60 m)	1,2 - 1,7
9. Kapal penumpang & barang besar kecepatan sedang	1,6 - 2,0
10. Kapal penumpang ukuran sedang, kecepatan tinggi	1,7 - 2,0
11. Kapal penumpang ukuran kecil kecepatan lambat	1,7 - 2,3
12. Kapal pelayaran pantai (coaster)	2,0 - 3,3
13. Kapal ikan	2,5 - 5,5
14. Kapal tunda	3,0 - 6,0
15. Kapal layar besar	2,0 - 2,5
16. Kapal layar sedang	2,0 - 3,0
17. Kapal pandu	2,3 - 4,0
18. Kapal kecil	4,0 - 4,5
19. Kapal tak bermotor	4,0 - 5,0

Bentuk sayap kemudi diperhitungkan menurut bentuk bagian belakang kapal (cruiser stern, biasa dan lain-lain dan ukuran bentuk sepatu linggi).

Umumnya pada teknologi pembuatan kapal dipilih bentuk sayap yang sederhana, empat persegi, tetapi untuk mendapat gaya tekan air yang maximum pada sayap kemudi, kadang-kadang dibagian atas dibuat miring membesar.

Untuk kapal-kapal yang mempunyai satu baling-baling dimana bentuk bagian belakang yang agak runcing, biasanya memakai kemudi yang setengah menggantung dengan bentuk trapesium termasuk rongga porosnya, dengan lebar bagian bawahnya kecil dengan demikian juga tebal profilnya makin ke bawah makin berkurang.

θ_g = sudut antara letak bidang sayap kemudi dengan bidang yang sejajar dengan bidang simetri badan bujur kapal.

pada saat kemudi berada ditengah-retardi

Untuk kemudi tunggal yang dipasang pada bidang bujur kapal dalam sudut vertikal dan horisontal sama dengan nol

Laris dan kemudi

Menurut ketentuan "Pet Navale Veritas" 1974 harus kemudi dirumuskan sebagai berikut :

$$F = \frac{1}{100} (L + 25) \sqrt{L} \quad \text{m}$$

Dimana : F = sarat air (m)

L = panjang kapal antara garis tegak atau 0,96 LWL jika angka ini lebih besar (m).

B = lebar kapal (m).

dengan catatan :

Kemudi yang tak bekerja langsung dibelakang baling-baling biasanya ditambah dengan 30% dari ketentuan di atas. Untuk kapal-kapal dengan kemudi kembar dianjurkan, jumlah luas kemudi 3% LT.

Untuk pengontrolan dapat dipakai pedoman batas-batas : menurut G.W. Sabolch :

$$\sqrt[3]{\frac{0,025}{\frac{L_1}{B} - 6,2}} < \frac{F}{L_1 T} < \frac{0,05}{\sqrt[3]{\frac{L_1}{B} - 7,2}}$$

dimana : B = lebar kapal

ζ = koefisien blok

L_1 = panjang kapal

= 0,96 LWL.

$$\frac{0,96}{0,96} \sqrt[3]{1 + \zeta^2} < \frac{F}{L_1 T} < \frac{0,05}{0,96}$$

Pada kemudi balansir, untuk mengurangi getaran bagian kemudi dan lebar bagian kemudi, kemudi balansir dianjurkan $\leq 23^\circ$ dari seluruh luas kemudi dan lebar bagian kemudi. Kemudi balansir dianjurkan horisontal $< 0,35$ lebar sayap kemudi. Kemudi balansir dianjurkan yang mempunyai batas sarat air yang cukup. Pada kapal-kapal yang mempunyai batas sarat air yang cukup tinggi, kemudi dianjurkan yang mempunyai batas sarat air yang cukup tinggi. Tetapi tinggi kemudi harus diperhatikan pada menurut bentuk kemudi.

Berdasarkan batasan untuk harga λ :

Kapal barang dan kapal penumpang : $\lambda = 1,8$

Kapal coaster : $\lambda = 1,95 - 1,15$

Kapal tunda, pandu : $\lambda = 1,8$

Kapal ikan ukuran sedang : $\lambda = 1,55 - 2,0$

Dianjurkan tinggi tiap-tiap kemudi harus menutupi diameter kemudi dan lebar kemudi harus menjaga kerusakan-kerusakan kemudi. Bagian bawah kemudi untuk menjaga kerusakan-kerusakan kemudi. Bagian bawah kemudi untuk menjaga kerusakan-kerusakan kemudi.

Batas-batasnya untuk semua bentuk kemudi sebagai berikut :

Untuk kemudi menggantung atau setengah menggantung : $t = (4 - 10\%) h$

Untuk kemudi bertumpu : $t = (6 - 12\%) h$

Dimana : $h =$ tinggi kemudi.

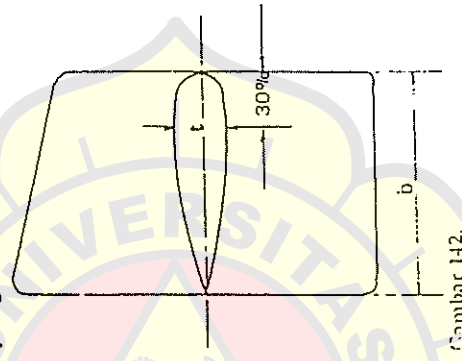
Contoh : Kemudi untuk semua bentuk diambil ketentuan : $t = 1,50 m / m$.

Van Lammen ditetapkan batasan-batasan $\lambda = h/b$ sebagai berikut :

Type kapal dan kemudi	h/d
1. kapal barang 1 baling-baling dan kapal penumpang semuanya dengan kemudi balansir.	1,8
2. Kapal pantai 1 baling-baling dengan kemudi balansir.	1,15
3. Kapal pantai 1 baling-baling dan kapal pandu.	1,75

- Untuk semua kapal dengan 2 baling-baling dengan kemudi biasa. 1,5
- Untuk kapal-kapal 2 baling-baling dengan kemudi setengah balansir. 1,1
- Untuk kapal-kapal dengan 2 baling-baling dengan dua kemudi. 2,2

Bentuk kemudi harus dibuat sedemikian supaya dengan perubahan letak kemudi dalam sudut attack yang tidak begitu besar. Kapal dapat membuat belokan besar, dengan catatan pada saat yang sama dengan perubahan letak kemudi tersebut diperhitungkan supaya tidak mempengaruhi kecepatan kapal.



Gambar 142.

Berdasarkan praktek yang dilakukan, koefisien tebal plat profil kemudi : $C_t = 1/b$ terletak dalam batas-batas : 0,18 - 0,22. Tetapi untuk kemudi setengah menggantung pada kapal besar hanya C_t mencapai 0,5.

Untuk kemudi biasa (tak balansir) untuk twin screw diambil batas-batas : $C_t = 0,15 - 0,18$
 Untuk setengah balansir : $C_t = 0,18 - 0,22$

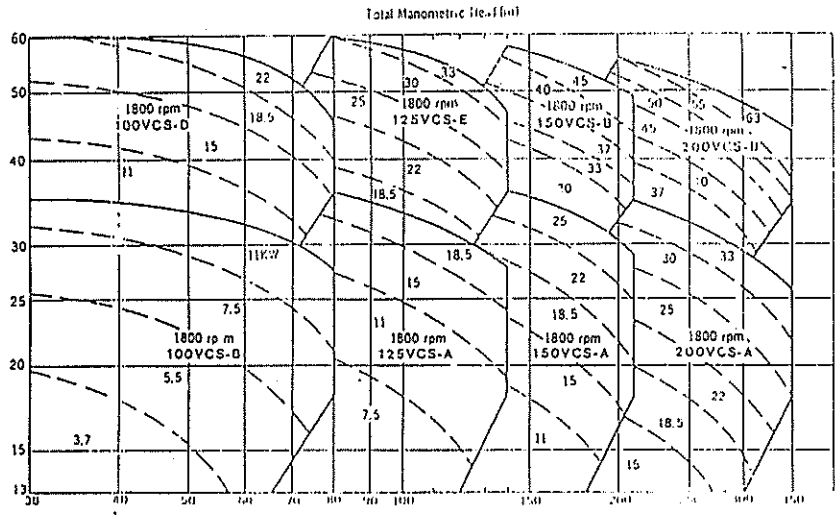
Kemudi kembar menggantung biasanya lebih tebal dari kemudi yang bertumpu, tetapi untuk menjaga kekuatan, kemudi tersebut mempunyai harga : $C_t = 0,2$

Untuk menghindari getaran dianjurkan supaya jarak maksimum penampang kemudi yaitu 30% lebar profil, dihitung dari permukaan depan. Koefisien kompensasi dihitung dengan rumus pendekatan yang menghasilkan perhitungan moment putar yang sangat kecil di poros, sehingga memperkecil kekuatan motor penggerak kemudi serta pengeluaran energi untuk merubah letak kemudi.

LAMPIRAN 9



PERFORMANCE CHART



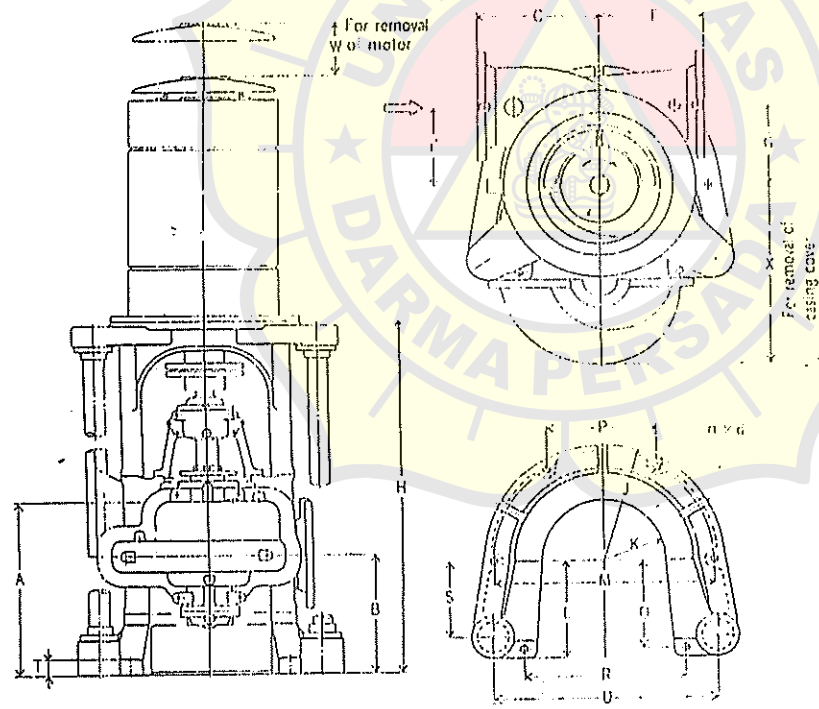
EXPLANATION ON PERFORMANCE CHART

In selecting the size of a pump pattern, if the required specific point of Q-H falls just on the boundary line in the performance chart, please select the smaller size of the nominal bore of the pattern from the adjoining ones.

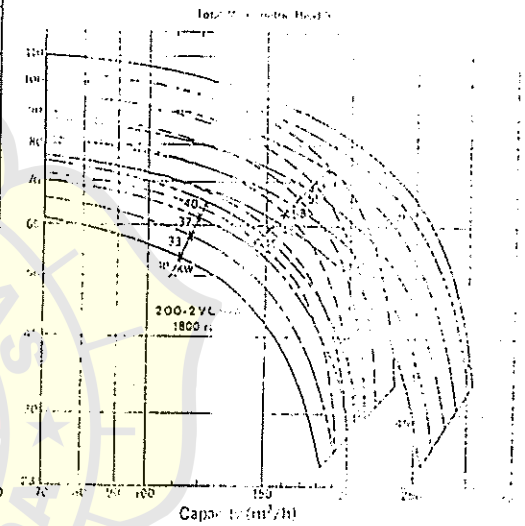
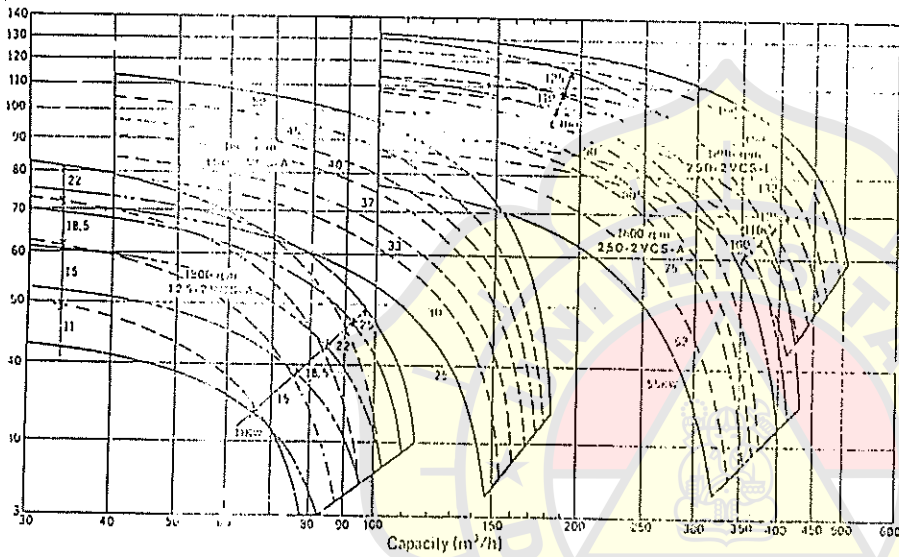
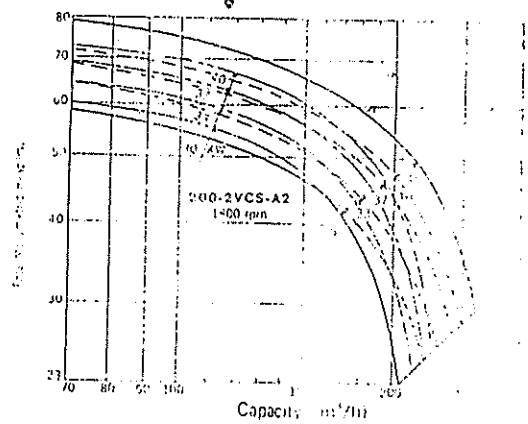
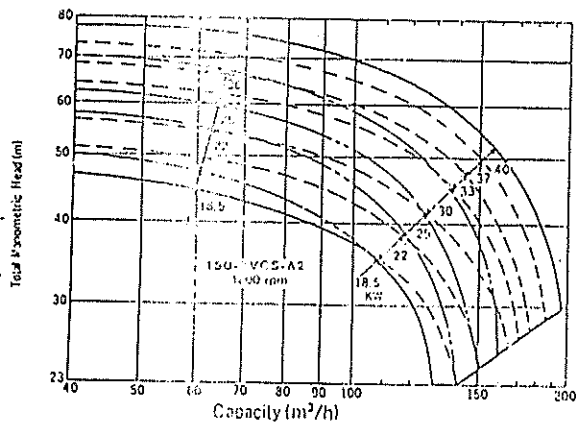
The numerals entered between diagonal dotted lines, show the required capacity of the driver in Kw.

The driver with this capacity will never be overloaded at any point on the Q-H curve developed by the pump at the rated speed.

Ex. In case, the specified capacity, total head and speed are 125m³/h, 30m and 1,750 rpm respectively,
 Select 125 VCS-A from the adjoining patterns of 125 VCS-A, 125 VCS-E and 150 VCS-A.
 Capacity of the driver, 18.5 KW!



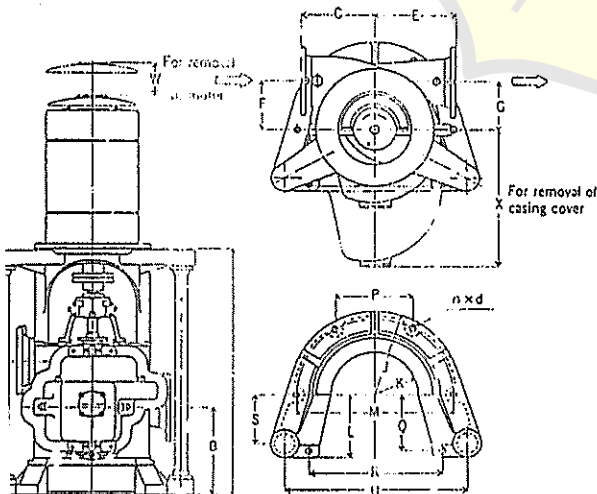
TYPE	MOTOR		NOMINAL BORE		DIMENSIONS (mm)															WEIGHT (kg) PUMP							
	KW	rpm	SUC	DEL	A	B	C	E	F	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	S	T	U	W	X	FC CASING	BC CASING		
100 VCS-B	3.7~11	1800	100	100	357	270	250	220	180	160	790	280	150	260	510	255	235	420	-	30	-	6x25	110	330	218	218	
100 VCS-D	11~22				377	290	280	250	210	210	850	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	400	228
125 VCS-A	7.5~18.5		125	125	374	270	250	220	200	200	797	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	340	242	254
125 VCS-E	18.5~33				394	290	290	260	230	230	880	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	430	262
150 VCS-A	11~25		150	150	456	326	310	270	210	210	901	340	190	280	630	315	295	470	"	"	"	"	"	110	360	264	371
150 VCS-B	30~45				493	373	340	300	220	220	1001	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	500	312
200 VCS-A	15~33		200	200	486	326	320	280	230	230	953	"	"	"	"	"	"	"	"	"	220	"	"	"	490	322	327
200 VCS-B	37~63				485	325	350	300	"	"	1022	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	520	362



In selecting the size of pump pattern, if the required specified point of Q-H falls just on the boundary lines in the performance chart, please select the smaller size of the nominal bore of the pattern from the adjoining ones.

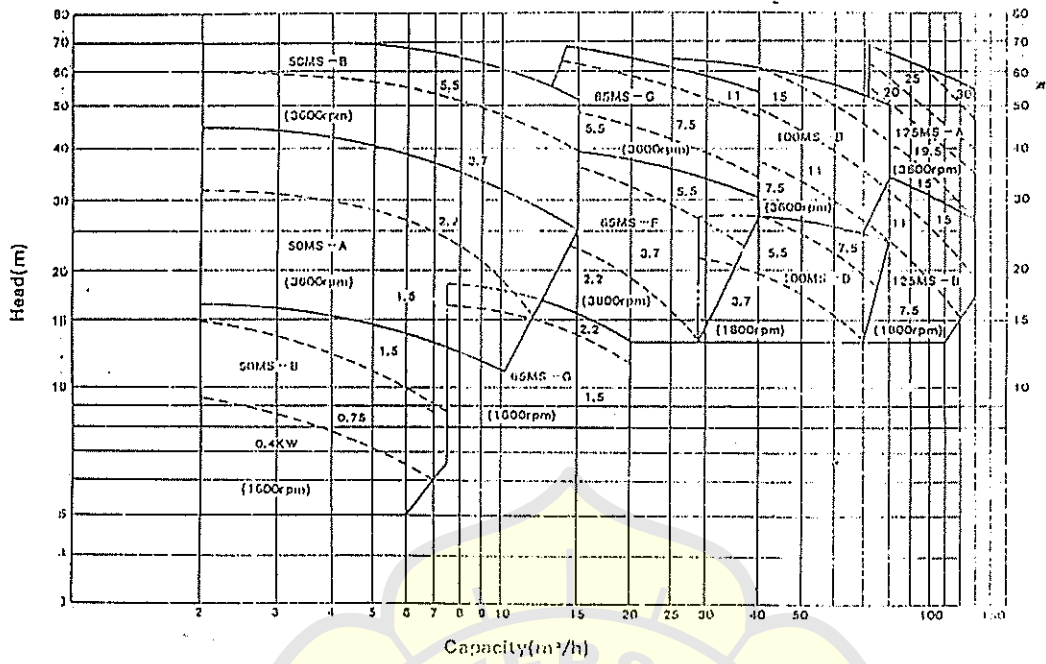
Dotted and chain lines show the limit of the required motor output, and additionally the tendency of the characteristic Q-H curves of the pump. If the specified point of Q-H falls on one of these lines, the numeral entered (in kw) just below that line shall be taken as the rated motor output.

Further, the applicable impellers will be different depending upon the variation in combination of required Q and H, such as 2 or 3 points are specified for instance. Accordingly, the characteristic curves will become different as shown in dotted or chain lines in the figures.



TYPE	MOTOR		NOMINAL BORE		DIMENSIONS (mm)															WEIGHT (kg) PUMP						
	KW	rpm	SUC.	DEL.	A	B	C	E	I	G	H	J	K	L	M	P	Q	H	S	T	U	n x d	W	X	TC CASING	TC CASING
25-2VCS-A	11	1800	125	125	538	370	320	320	180	180	1117	340	190	280	630	315	255	470	220	30	650	6x23	140	570	602	612
150-2VCS-A	18.5	1800	150	150	556	366	350	300	220	230	1109	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	705	720
200-2VCS-A	30	1800	200	200	638	417	"	370	"	220	1191	400	205	340	740	370	310	560	270	34	780	6x27	"	620	765	772
150-2VCS-A	55	1800	250	250	730	465	400	430	245	245	1290	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	720	807
250-2VCS-B	90	1800	250	250	750	485	"	"	"	"	1364	450	250	440	940	420	410	630	345	"	930	6x27	170	850	865	975

PERFORMANCE CHART



EXPLANATION ON PERFORMANCE CHART

In selecting the size of a pump pattern, if the required specified point of Q-H falls just on the boundary line in the performance chart, please select the small size of nominal bore of the pattern from the adjoining ones.

The numerals entered between diagonal dotted lines in the performance chart show the required capacity of the driver in KW. The driver with this capacity will never be overloaded at any point on the Q-H curve developed by the pump at the rated speed.

Ex. In case, the specified capacity, total head and speed are 30 m³/h, 15 m and 3,450 rpm, respectively, Select 50 MS-B from between the adjoining patterns of 50 MS-B and 65MS-F, capacity of driver, 3.7 KW.

SELF PRIMING SYSTEM

The pump can be supplied, if required, with automatic priming equipment including its necessary accessories such as sealing water tank, non-return valve, float valve and piping.

The feature of this automatic priming system is as follows:-

The primer is driven from the main pump shaft through combination coupling and friction pulley. The engagement and disengagement of the pulley are controlled automatically by means of a mechanism which is subjected to the discharge pressure developed by the main pump.

The primer ceases operation automatically on the accomplishment of the priming of the main pump and remains idle during the main pump is in service.

If the air breaks into the main pump for some reason resulting in going down of the discharge pressure developed by the main pump, the primer begins to work automatically and the cycle recommences.



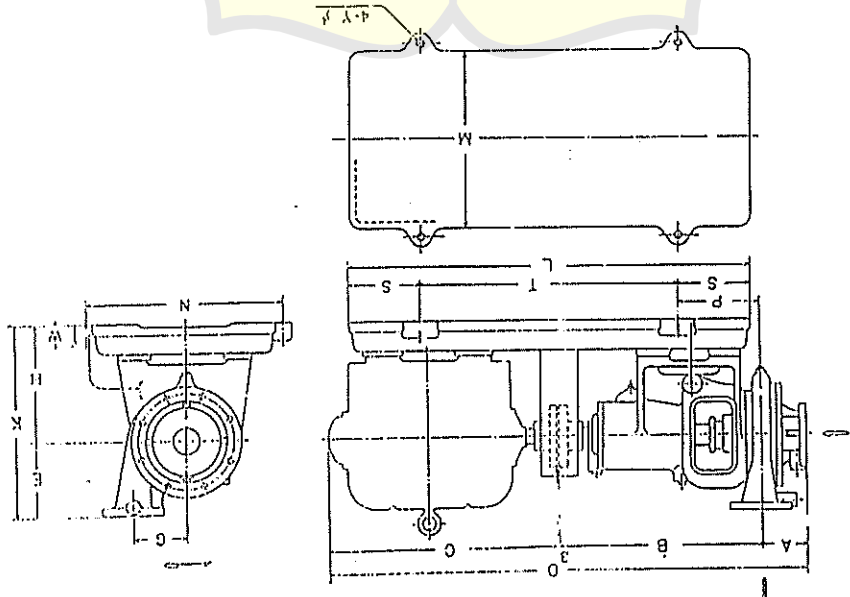
TEIKOKU MACHINE WORKS LTD.

HEAD OFFICE
 3-5-UTAJIMA 2-CHOME NISHIYODOGAWA-KU, OSAKA, 555, JAPAN
 TEL. 06-471-2155 ~ 9
 TEIKOKU PUMP OSAKA, TELEX 5245432 TK-PUMP J
 OFFICE
 OSAKA 2-CHOME, MINATO-KU, TOKYO 107, JAPAN
 TEL. 03-583-1232, 3301

O, NAGASAKI 852, JAPAN
 6080

Note: Asterisked dimensions vary somewhat with driver.

TYPE	KW	rpm	MOTOR		DIMENSIONS (mm)													WEIGHT (kg)	PUMP WITH SFD	FC			
			NOMINAL	BORE	A	B	C	D	E	G	H	K	L	M	N	P	S				T	W	Y
50MS-A	1.5	3600	50	50	95	400	297	795	150	105	230	380	760	290	330	150	125	510	25	117	107	107	107
	2.2	3600	50	50	95	400	325	823	150	105	230	380	760	290	330	150	125	510	25	117	107	107	107
50MS-B	0.75	3600	50	50	95	400	248	746	150	105	230	380	760	290	330	150	125	510	25	117	107	107	107
	1.5	3600	50	50	95	400	297	795	150	105	230	380	760	290	330	150	125	510	25	117	107	107	107
65MS-F	3.7	3600	65	65	105	400	355	853	160	105	230	390	760	290	330	150	125	510	25	117	107	107	107
	5.5	3600	65	65	105	400	414	922	160	105	230	390	760	290	330	150	125	510	25	117	107	107	107
65MS-G	1.5	1800	65	65	105	490	297	895	170	120	310	480	930	360	360	170	140	650	40	174	174	174	174
	2.2	1800	65	65	105	490	325	923	170	120	310	480	930	360	360	170	140	650	40	174	174	174	174
65MS-H	5.5	3600	65	65	105	490	355	853	170	120	310	480	930	360	360	170	140	650	40	174	174	174	174
	7.5	3600	65	65	105	490	414	922	170	120	310	480	930	360	360	170	140	650	40	174	174	174	174
100MS-B	11	3600	100	100	136	490	452	1081	180	125	320	500	1060	360	360	170	160	740	40	19	210	210	210
	15-18.5	3600	100	100	136	490	556	1154	180	125	320	500	1060	360	360	170	160	740	40	19	210	210	210
100MS-D	3.7	1800	100	100	130	488	355	976	220	160	310	530	850	330	360	175	140	570	40	15	199	199	199
	5.5	1800	100	100	130	488	414	1035	220	160	310	530	850	330	360	175	140	570	40	15	199	199	199
125MS-A	15-18.5	3600	125	125	150	493	600	1246	220	150	320	540	1080	400	400	170	160	760	40	19	247	247	247
	22	3600	125	125	150	493	625	1271	220	150	320	540	1080	400	400	170	160	760	40	19	247	247	247
125MS-D	7.5	1800	125	125	150	493	452	1073	220	150	320	540	1080	400	400	170	160	760	40	19	247	247	247
	11	1800	125	125	150	493	556	1185	220	150	320	540	1080	400	400	170	160	760	40	19	247	247	247
125MS-E	25-30	1800	125	125	150	493	659	1309	220	150	320	540	1080	400	400	170	160	760	40	19	247	247	247
	37	1800	125	125	150	493	725	1399	220	150	320	540	1080	400	400	170	160	760	40	19	247	247	247



Section 6

Propellers

A. General

1. Scope

These Rules apply to screw-propellers and vane wheels. Where a design is proposed to which the following Rules cannot be applied, special strength calculations are to be submitted to the Society. The tests to be carried out in each case are to be agreed with the Society. For the dimensions and materials of propellers for ships with ice classes, see Section 13

2. Documents for approval

Design drawings of propellers and vane wheels as well as the position of the vane wheel on the ship are to be submitted to the Society in triplicate for examination. The drawings are required to contain all the details necessary to verify compliance with the following Rules

B. Materials

1. Approved materials

Propellers and vane wheels are to be made of seawater-resistant cast copper alloys or cast steel alloys with a minimum tensile strength of 440 N/mm², cf. Rules for Materials. For the purpose of the following design Rules governing the thickness of the propeller blades, the requisite resistance to seawater of a cast copper alloy or cast steel alloy is considered to be achieved if the alloy used can be proved to withstand a fatigue test¹⁾, under alternating bending stresses comprising 10⁸ load cycles amounting to about 20 % of the minimum tensile strength and carried out in a 3 % NaCl solution, and if it can be proved that the fatigue strength under alternating bending stresses in natural seawater is not less than about 65 % of the values established in 3 % NaCl solution

¹⁾ Sufficient fatigue strength under alternating bending stresses must be proved by a method recognized by the Society. See also Section 1.2. of the Society's "Regulations for the Determination of Dynamic Stresses on Propellers", December 1971.

2. Materials for blade retaining-bolts

Unless protected against contact with seawater the blade-retaining bolts of assembled or controllible pitch propellers must likewise be made of materials which are resistant to seawater.

3. Novel materials

Where it is proposed to use propeller materials whose serviceability is not attested by a sufficient period of practical experience the Society must be provided with special proof of the suitability of such materials.

4. Material testing

The material of propellers, vane wheels and blade-retaining bolts or studs is to be tested in accordance with the Society's Rules for Materials.

C. Dimensions and design of propellers:

1. Symbols and terms

A	[mm ²]	Effective area of a shrink fit
D	[mm]	Developed blade width of cylindrical sections at radii 0,25 R, 0,35 R and 0,6 R
c	[-]	Coefficient for shrink joints = 1,0 for engine and turbine gear transmissions = 1,2 for direct drives
C _G	[-]	Size factor in accordance with formula (2)
C _{dyn}	[-]	Dynamic factor in accordance with formula (3)
C _w	[-]	Characteristic value of propeller material as shown Table 6.1 (corresponds to the minimum tensile strength of the propeller material which

this has been shown to possess sufficient fatigue strength under alternating bending stresses in accordance with paragraph B.1.)

total blade width at 0,9 R for propellers with heavily raked blades.

Table 6.1 Characteristic values C_c

Material	Description ¹⁾	C_c
Cu 1	Cast manganese brass	440
Cu 2	Cast manganese nickel brass	440
Cu 3	Cast nickel aluminium bronze	590
Cu 4	Cast manganese aluminium bronze	630
Fe 1	Unalloyed cast steel	380
Fe 2	Low-alloy cast steel	380
Fe 3	Martensitic cast chrome steel 13/1-6	500
Fe 4	Martensitic-austenitic cast steel 17/4	600
Fe 5	Ferritic-austenitic cast steel 24/8	600
Fe 6	Austenitic cast steel 18/8-11	500
Fe 7	Grey cast iron	200

¹⁾ For the chemical composition of the alloys, see the Society's Rules for Materials and Regulations for the Assessment and Repair of Defects on Propellers.

- C [-] Conicity of shaft ends
= $\frac{\text{difference in taper diameter}}{\text{length of taper}}$
- d [mm] Bolt-hole circle diameter of blade or propeller-fastening bolts
- d_k [mm] Root diameter of blade or propeller-fastening bolts
- D [mm] Diameter of propeller
= $2 \cdot R$
- d_m [mm] Mean taper diameter
- e [mm] Blade rake to aft
to be used.
= $R \cdot \tan \epsilon$
- E_T [-] Thrust stimulating factor in accordance with formula (5)
- f_1, f_2, f_3 [-] Factors in formulae (2) (3) (4) and (11)
- F_M [N] Bolt load
- H [mm] Propeller blade face pitch at radii 0,25 R, 0,35 R and 0,6 R
- H_m [mm] Mean effective propeller pitch on blade face for pitch varying with the radius
= $\frac{\sum (R \cdot B \cdot H)}{\sum (R \cdot B)}$
in which R, B and H are to be substituted by values corresponding to the pitch at the various radii.
- J [-] Degree of advance
- k [-] Coefficient for various profile shapes in accordance with Table 6.2
- k' [-] Coefficient calculated by applying formula (6) where use is made of profile shapes other than those given in Table 6.2
- K_T [-] Thrust coefficient
- L_{st} [mm] 2/3 of the leading-edge component of the blade width at 0,9 R, but at least 1/4 of the

- L [mm] Pull-up length when mounting propeller on taper
- L_{mech} [mm] Pull-up length at $t = 35^\circ C$
- L_{temp} [mm] Temperature-related portion of pull-up length at $t < 35^\circ C$
- n [Rpm] Propeller speed in rev/min.
- P_s [kW] Shaft power
- p [N/mm²] Specific pressure in direct joint between propeller and shaft
- Q [N] Peripheral force at mean taper diameter
- S [-] Margin of safety against propeller slipping on taper = 2,8
- t [mm] Maximum blade thickness of developed cylindrical section at radii 0,25 R, 0,35 R and 0,6 R
- T [N] Propeller thrust

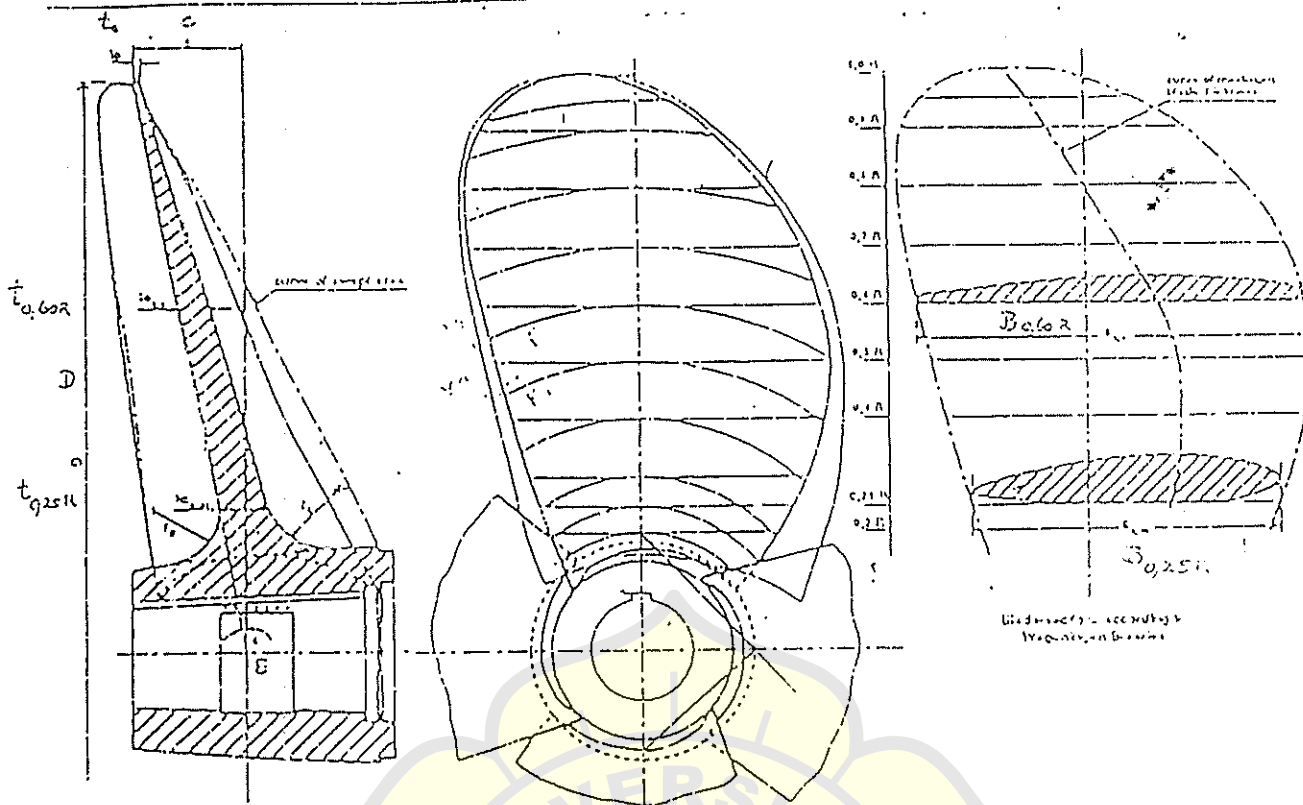


Fig. 6.1 Blade sections

T_M	[Nm]	Impact moment	β_1	[-]	Factor for the section modulus of developed cylindrical section about blade pitch line for blade profiles in accordance with Table 6.2
V_s	[kn]	Speed of ship			
w	[-]	Wake factor			
W_f	[mm ²]	Actual face modulus of developed cylindrical section referred to face blade pitch profiles about blade pitch line	β_2	[-]	Factor for the section modulus of developed cylindrical section about blade pitch line for blade profiles other than those in Table 6.2
Z	[-]	Total number of bolts used to retain one blade or propeller	c	[-]	Angle included by face generatrix and normal
z	[-]	Number of blades	θ	[-]	Half-conicity of shaft ends $= C / R$
α	[-]	Pitch angle of profile at radii 0,25 R, 0,35 R and 0,6 R	μ_0	[-]	Coefficient of static friction $= 0,13$ for hydraulic oil shrank joints $= 0,18$ for dry shrank joints
		$\alpha_{0,25} = \arctan \frac{1,27 \cdot H}{D}$			
		$\alpha_{0,35} = \arctan \frac{0,91 \cdot H}{D}$			
		$\alpha_{0,60} = \arctan \frac{0,53 \cdot H}{D}$			
α_A	[-]	Tightening factor for retaining bolts and studs $= 1,2 - 1,6$ depending on the method of tightening used.	$R_{p,0.2}$	[N/mm ²]	0,2 % proof stress of propeller material
			R_{cl}	[N/mm ²]	Yield strengths and
			σ_{max}/σ_m	[-]	Ratio of maximum to mean stress at blade face

2. Calculation of blade thickness

2.1 At radii 0,25 R and 0,6 R the blade thicknesses of solid propellers must as a minimum requirement comply with formula (1).

$$t = K_n \cdot k \cdot K_1 \cdot C_G \cdot C_{Dyn} \quad (1)$$

$$K_n = 1 + \frac{e \cdot \cos \alpha}{H} + \frac{n}{15000}$$

k as in Table 6.2 \rightarrow PITCH (m)

$$K_1 = \sqrt{\frac{P_w \cdot 10^5 \cdot \left(2 \cdot \frac{D}{H_m} \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \right)}{n \cdot D \cdot z \cdot C_w \cdot \cos^2 \alpha}}$$

C_G [-] Size factor

$$1,1 \geq \sqrt{\frac{f_1 + D}{12,2}} \geq 0,85 \quad (2)$$

D to be inserted in [m]

$f_1 = 7,2$ for solid propellers

$= 6,2$ for separately cast blades of variable-pitch or built-up propellers

C_{Dyn} [-] Dynamic factor

$$= \sqrt{\frac{(\sigma_{max}/\sigma_m - 1) + f_2}{0,3 + f_2}} \geq 1,0 \quad (3)$$

for $\frac{\sigma_{max}}{\sigma_m} > 1,5$

σ_{max}/σ_m can be roughly calculated from the thrust-stimulating factor E_T according to formula (5). (For a more accurate calculation of σ_{max}/σ_m see the "Regulations for the Determination of Dynamic Stresses on Propellers 1971".)

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_m} = f_2 \cdot E_T + 1 \quad \text{with} \quad (4)$$

$$E_T = \frac{\delta_{KT}}{\delta_J} \cdot \frac{J}{K_T} \quad (5)$$

$$= 4,3 \cdot 10^9 \cdot \frac{V_1 \cdot n \cdot (1 - w) \cdot D^3}{r}$$

$f_2 = 0,4 - 0,6$ for single-screw ships, the lower value applying to stern shapes with a wide propeller tip clearance and no rudder heel and the larger value to sterns with little clearance and with rudder heel. Intermediate values are to be selected accordingly.

$= 0,2$ for twin-screw ships

$f_3 = 0,2$ for propeller materials which satisfy the requirements of B.1.

2.2 The blade thicknesses of controllable pitch propellers are to be determined at radii 0,35 R and 0,6 R by applying formula (1).

For the controllable pitch propellers of tugs, trawlers and special-duty ships with similar operating conditions the diameter/pitch ratio D/H_m for the maximum static bollard pull is to be used in formula (1).

For other ships the diameter/pitch ratio D/H_m applicable to open-water navigation can be used in formula (1).

2.3 The blade thicknesses calculated by applying formula (1) are minima for the finish-machined propellers.

2.4 The fillet radii at the transition from the face and the back of the blades to the propeller boss should correspond in the case of three and four bladed propellers, to about 3,5 % of the propeller diameter. For propellers with a larger number of blades the maximum fillet radii allowed by the propeller design should be aimed at, and the radii shall not in any case be made smaller than $0,4 \cdot r_{0,25}$.

2.5 For blades of special shape, special mechanical strength calculations are to be submitted to the Society as evidence that the propeller blades are adequately dimensioned.

For profile shapes other than those given in Table 6.2 the following condition applies:

$$k' = k \cdot \sqrt{\frac{\beta_1}{\beta_2}} \quad \text{with} \quad \beta_1 = \frac{w_1}{r^2 + B} \quad (6)$$

D. Controllable Pitch Propellers

1. Documents for approval

In the case of controllable pitch propellers besides the design drawings of blade and propeller boss general and sectional drawings of the entire controllable pitch propeller installation are to be submitted to the Society in triplicate. Diagrams of control systems and pipework are to be accompanied by a functional description. For new designs and controllable pitch propellers which are to be installed for the first time on ships with a B1C class a description of the controllable pitch propeller system is to be submitted at the same time.

Table 6.2 Values of k for various profile shapes

Profile shape	Values of k		
	0,25 R	0,35 R	0,60 R
Segmental profiles with circular arced back, $\beta_1 = 0,12$	73	62	44
Segmental profiles with parabolic back, $\beta_1 = 0,11$	77	66	47
Blade profiles as for Wageningen B Series propellers where $\beta_{0,25} = 0,10$ $\beta_{0,35} = 0,11$ $\beta_{0,60} = 0,12$	80	66	44
Notes: The Society reserves the right to specify an increase in the values of k in the case of special propellers where the blade width B at 0,2 R is $\leq 4 \cdot l$.			

2. Testing of materials

In addition to the material tests specified in B.4., the Society reserves the right to require component parts of the pitch-adjusting mechanism including in particular those which are not accessible for shipboard repairs to be tested in accordance with the Rules for Materials. Piping subject to pressures above 10 bar is to be tested in accordance with Section 11.

3. Hydraulic control equipment

Where the pitch-control mechanism is operated hydraulically two mutually independent, power-driven pump sets are to be fitted. For propulsion plants up to 200 kW one power-driven pump set is sufficient provided that in addition a hand-operated pump is fitted for controlling the blade pitch and that this enables the blades to be moved from the ahead to the astern position in a short enough time.

4. Pitch control mechanism

For the pitch-control mechanism proof is required that when subjected to impact moments T_M as defined by formula (7), the individual components still have a safety factor of 1,5 with respect to the yield strength of the materials used.

$$T_M = \frac{0,65 \cdot 10^6 \cdot R_{102} \cdot P_w \cdot L_{M1} \cdot C_G^2}{n \cdot z \cdot C_w \cdot D} \quad (7)$$

5. Blade retaining bolts

5.1 The root diameter of the bolts or studs used to attach blades is to be determined by applying formula (8):

$$d_1 = 1,78 \cdot \sqrt{\frac{\alpha_A \cdot T_M}{R_{211}}} \quad (8)$$

$$T_M = \frac{280 \cdot 10^6 \cdot R_{102} \cdot P_w \cdot C_G^2}{n \cdot z \cdot Z \cdot C_w \cdot D} \quad (9)$$

5.2 The blade retaining bolts are to be tightened in a controlled manner in such a way that the tension on the bolts is about 50 - 70 % of their yield strength.

The shank of blade retaining bolts may be designed with a minimum diameter equal to 0,9 times the root diameter of the thread. Blade retaining bolts must be secured against unintentional loosening.

6. Indicators

Controllable pitch propeller systems are to be provided with an engine room indicator showing the actual setting of the blades. Further blade position indicators are to be mounted on the bridge and in the engine room (see also Volume VII and Volume IV Section 9).

7. Failure of control system

Suitable devices are to be fitted to ensure that an alteration of the blade setting cannot overload the propulsion plant or cause it to stall.

Steps must be taken to ensure that, in the event of failure of the control system the setting of the blades

- does not change or
- assumes a final position slowly enough to allow the emergency control system to be put into operation.

8. Emergency control

Controllable pitch propeller systems must be equipped with means of emergency control enabling the controllable pitch propeller to remain in operation should the remote control system fail. It is recommended that a device be fitted which locks the propeller blades in the "ahead" setting.

Section 4

Main Shafting

A. General

1. Scope

The following Rules apply to standard and established types of main shafting. Novel designs require the Society's special approval.

In the case of ships with ice classes, the strengthening factors given in Section 13 are to be complied with. The Society reserves the right to call for propeller shaft dimensions in excess of those specified in this Section if the propeller arrangement results in increased bending stresses.

2. Documents for approval

General drawings of the entire shafting, from the main engine coupling flange to the propeller and detail drawings of the shafts, couplings and other component parts transmitting the propelling engine torque, are each to be submitted to the Society in triplicate¹⁾ for approval. The drawings must contain all the data necessary to enable the stresses to be evaluated.

B. Materials

1. Approved materials

Propeller, intermediate and thrust shafts together with flange and clamp couplings are to be made of forged steel; where appropriate, couplings may be made of cast steel. Rolled round steel may be used for plain, flangeless shafts.

In general, the tensile strength of steels used for shafting shall be between 400 N/mm² and 800 N/mm². However, the value of Rm used for calculation the material factor Cw in accordance with formula (2) for propeller shafts shall not be greater than 600 N/mm².

Where in special cases wrought copper alloys resistant to seawater are to be used for the shafting, the consent of BKI shall be obtained.

2. Testing of materials

All component parts of the shafting which assist in transmitting the torque from the ship's propulsion

plant are subject to the Society's Rules for Materials and must be tested. This requirement also covers metal propeller shaft liners. Where propeller shafts running in seawater are protected against seawater penetration not by a metal liner but by plastic coatings, the coating technique used must be approved by the Society.

C. Shaft Dimensions

1. General

All parts of the shafting are to be dimensioned in accordance with the following formulae in compliance with the requirements relating to torsional vibrations set out in Section 16. The dimensions of the shafting shall be based on the total rated installed power. Where the geometry of a part is such that it cannot be dimensioned in accordance with these formulae, special evidence of the mechanical strength of the part or parts concerned is to be furnished to the Society.

2. Minimum diameter

The minimum shaft diameter is to be determined by applying formula (1).

$$d \geq F \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{P_w}{n \cdot \left[1 - \left(\frac{d_i}{d_s} \right)^4 \right]} \cdot C_w} \cdot d_s \quad (1)$$

d [mm] required outside diameter of shaft
 d_i [mm] diameter of shaft bore, where present. If the bore in the shaft is $\leq 0,4 \cdot d_s$, the expression

$$1 - \left(\frac{d_i}{d_s} \right)^4 = 1,0 \text{ may be applied}$$

d_s [mm] actual shaft diameter

P_w [kW] rated power transmitted by shaft

¹⁾ For ships flying Indonesian flag in quadruplicate, one of which intended for the Indonesian Government.

1	[Rpm] rated shaft speed				propeller is shrink fitted, without key, on to the tapered end of the propeller shaft using a method approved by the Society, or if the propeller is bolted to a flange forged on the propeller shaft, the propeller shaft runs in oil.
2	[-] factor for the type of propulsion installation				
	a) Intermediate and thrust shafts = 95 for turbine installations, engine installations with slip couplings and electric propulsion installations = 100 for all other propulsion installations		$k = 1,26$		for propeller shafts in the area specified for $k = 1,22$, if the propeller is keyed to the tapered propeller shaft and the propeller shaft runs in oil, and also for water-lubricated propeller shafts which are protected against the penetration of seawater in accordance with D.3.2.
	b) Propeller shafts = 100 for all types of installations				
3	[-] material factor				
	$= \frac{560}{R_m + 160} \quad (2)$		$k = 1,40$		for propeller shafts in the area specified for $k = 1,22$, if the shaft inside the stern tube is lubricated with grease.
4	[N/mm ²] Tensile strength of the shaft material (see also B.1)				
5	[-] Factor for the type of shaft		$k = 1,15$		for propeller shafts forward portion of shafts to where they emerge from the stern tube. The portion of the propeller shaft located forward of the stern tube can be reduced to the size of the line shaft.
6	= 1,0 for intermediate shafts with integral forged coupling flanges or with shrink-fitted keyless coupling flanges				
7	= 1,10 for intermediate shafts where the coupling flanges are mounted on the ends of the shaft with the aid of keys. At a distance of at least 0,2 · d from the end of the keyway, such shafts can be reduced to a diameter corresponding to $k = 1,0$.				
8	= 1,10 for intermediate shafts with radial holes whose diameter is not greater than 0,3 · d.				
9	= 1,10 for thrust shafts near the plain bearings on either side or the thrust collar, or near the axial bearings where an antifriction bearing design is used.				
10	= 1,15 for intermediate shafts designed as multi-splined shafts where d is the outside diameter of the splined shaft. Outside the splined section, the shafts can be reduced to a diameter corresponding to $k = 1,0$.				
11	= 1,20 for intermediate shafts with longitudinal slots where the length and width of the slot do not exceed 1,17 · d and 0,25 · d respectively.				
12	= 1,22 for propeller shafts from the area of the aft stern tube or shaft bracket bearing to the forward load-bearing face of the propeller boss subject to				

D. Design

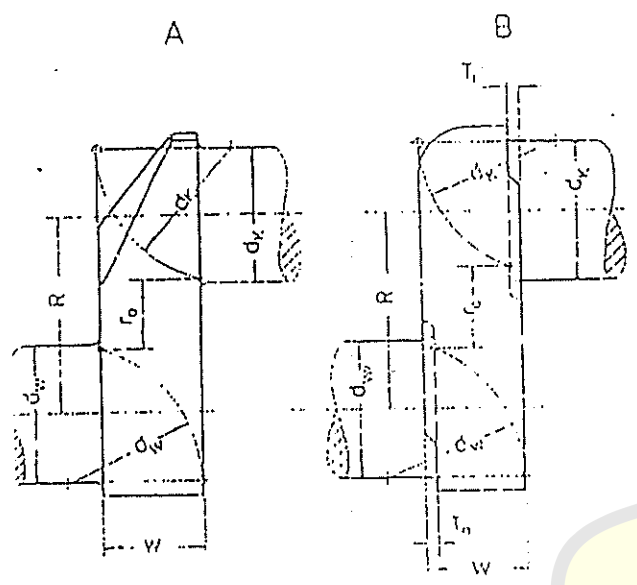
1. General

Changes in diameter are to be effected by tapering or ample radiusing. For intermediate shafts, the radius at forged flanges is to be at least 0,08 · d, that at the aft propeller shaft flange at least 0,125 · d.

2. Shaft tapers and propeller nut threads

Keyways in the shaft taper for the propeller should be so designed that the forward end of the groove makes a gradual transition to the full shaft section. In addition, the forward end of the keyway should be spoon-shaped. The edges of the keyway at the surface of the shaft taper for the propeller may not be sharp. The forward end of the keyway must lie well within the seating of the propeller boss. Threaded holes to accommodate the securing screws for propeller keys should be located only in the aft half of the keyway (see Fig. 4.1).

In general, tapers for securing flange couplings should have a conicity of between 1:10 and 1:20. In the case of shaft tapers for propellers, the conicity must be between 1:10 and 1:15. Where the oil injection method is used to mount the propeller on its



$$r_o = 0,5 (H + d_k + d_w) \cdot W \left(\sqrt{\frac{2d_k}{W} - 1} + \sqrt{\frac{2d_w}{W} - 1} \right) \quad (10)$$

In case of web undercut, W in formula (10) is to be replaced by:

$$W^* = 0,5 (2 \cdot W - T_1 - T_2) \quad (11)$$

In the case of semi-built crankshafts in accordance with part D, the value d_w under the root sign only in formula (10) is to be replaced by:

$$d_w^* = 1/3 (d_N \cdot d_J) + d_w \quad (12)$$

In case of web undercut, W^* is also to be substituted for W in accordance with formula (11)

Where there is a positive pin/journal overlaps ($\epsilon > 0$) according to part C, the value W in formula (10) is to be replaced by:

$$W^* = \sqrt{(W - T_1 - T_2)^2 + [0,5 (d_k - d_w - H)]^2} \quad (13)$$

For the conventional designs, where $B/d_w = 1,37$ to $1,51$ in the case of solid forged crankshafts, and

$B/d_w = 1,51$ to $1,63$ in the case of semi-built crankshafts,

the influence of B in the normal calculation ($\epsilon = 0$) is already taken into account in the values of r_o in Fig. 2.9.

Where the values of B/d_w depart from the above (e.g. in the case of discs, oval webs etc.), the additional softening effect of B is to be allowed for by an increased safety thickness W^{**} , which is to be calculated by employing the following equations and is to be substituted for W in formula (10):

$$W^{**} = W^* \cdot \sqrt{\frac{B}{d_w} - 0,34} \quad \text{for solid forged crankshafts} \quad (14)$$

$$W^{**} = W^* \cdot \sqrt{\frac{B}{d_w} - 0,57} \quad \text{for semi-built crankshafts} \quad (15)$$

Part C:

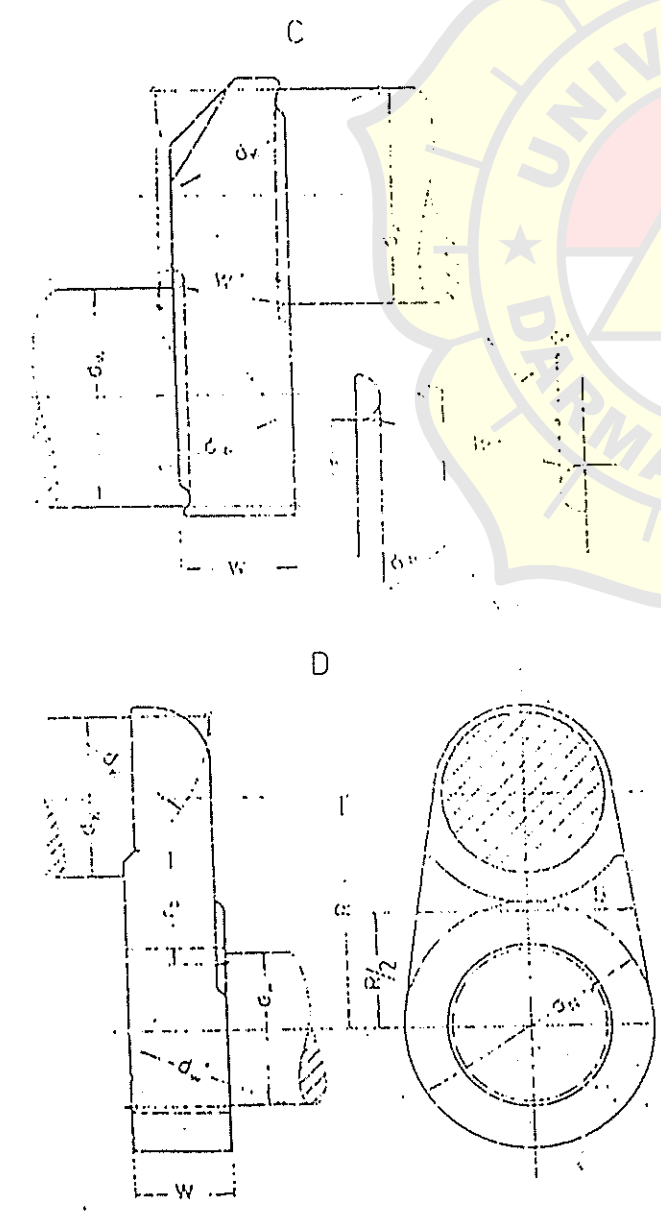
Approximate Calculation of the Starting Air Supply

1. Assuming an initial pressure of 30 bar and a final pressure of 9 bar in the starting air receivers, the preliminary calculation of the starting air supply for a reversible main engine may be performed follows:

$$J = a \cdot \sqrt{\frac{D}{H}} \cdot (z + b \cdot p_{c,e} \cdot n_A + 0,9) \cdot V_1 \cdot c \cdot c' \quad (16)$$

where

- J [dm³] total capacity of the starting air receivers
- D [mm] cylinder bore



- H [mm] stroke
- V_h [dm³] swept volume of one cylinder (in the case of double-acting engines, the swept volume of the upper portion of the cylinder)
- $P_{c,mp}$ [bar] maximum permissible working pressure of the starting air receiver
- z [-] number of cylinders
- $P_{c,c}$ mean effective working pressure in cylinder at rated power

The following values of "a" are to be used:

- For two-stroke engines: a = 0,696
- For four-stroke engines: a = 0,618

The following values of "b" are to be used:

- For two-stroke engines: b = 0,059
- For four-stroke engines: b = 0,056

The following values of "c" are to be used:

- c = 1,0 For single-shaft propulsion plants where one engine acts on the shaft directly or via gears.
- c = 2,0 For single-shaft propulsion plants where two identical engines act on the shaft via a gear transmission and cannot be coupled and uncoupled in service.
- c = 1,5 For single-shaft propulsion plants where two identical engines act on the shaft via a gear transmission and couplings which can be engaged and disengaged in service.
- c = 1,5 For two-shaft propulsion plants where each engine acts on the corresponding shaft directly or via gears.
- c = 1,0 For two-shaft propulsion plants where two identical engines in each case act on the corresponding shaft via a gear transmission and cannot be coupled and uncoupled in service.
- c = 2,0 For two-shaft propulsion plants where two identical engines in each case act on the corresponding shaft via a gear transmission and couplings which can be engaged and disengaged in service.
- c = 3,0 For four-shaft propulsion plants where each engine acts on the corresponding shaft directly or via gears.

Where the arrangement of the main propulsion plant differs from the above, the value of "c" is to be agreed with the Society in each individual case.

For installations with electrical propeller drive, "c" is to be given the value specified in 2.2.

The following values of "d" are to be used:

$$d = \dots \text{ where } P_{c,mp} = 30 \text{ bar}$$

$$d = \frac{0,0584}{1 - e^{(0,11 - 0,55 \cdot \ln P_{c,mp})}}$$

where $P_{c,mp} \neq 30$ bar, if no pressure-reducing valve is fitted.

e [-] Euler's number (2,718....)

If a pressure-reducing valve is fitted, which reduces the pressure $P_{c,mp}$ to the starting pressure P_A , then the value of "d" shown in Fig. 2.12 is to be used.

The following values of n_A are to be applied:

$$n_A = 0,06 \cdot n_e + 14 \text{ where } n_e \leq 1000$$

$$n_A = 0,35 \cdot n_e - 176 \text{ where } n_e > 1000$$

n_e [min⁻¹] = rated speed

2. Starting air supply for plants with non-reversing engines

2.1 For each non-reversing main engine which drives a controllable pitch propeller or where starting is possible without resisting torque, the calculated supply of starting air may be reduced to 0,3 J, although it may not be less than that required for six starts.

2.2 Where diesel-electric propeller drive is installed, "e" in formula (16) is to be given the following values according to the number of generators n.

Table 2.14

n	1	2	3	4	5	6	7	8
e	0,30	0,60	0,84	1,08	1,36	1,62	1,84	1,50

This assumes prime movers having the same dimensions and the same number of cylinders. Where the dimensions and numbers of cylinders differ, the values of "e" are to be interpolated accordingly.

3. Starting air supply for auxiliary engines on turbine ships

The supply of starting air is to be calculated according to formula (16). The value of "c" to be used depends on the number of auxiliary engines:

- c = 0,30 for 1 auxiliary engine
- c = 0,45 for 2 auxiliary engines
- c = 0,60 for 3 auxiliary engines
- c = 0,75 for 4 auxiliary engines or over

For engines with different numbers of cylinders and/or main dimensions the values of "c" are to be interpolated accordingly.

LAMPIRAN 2



according to the following formula:

$$C_{R} = 132 \cdot A \cdot v^2 \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_4 \quad [N]$$

$v = v_0$ for ahead condition

$v = v_0$ for astern condition

κ_1 = coefficient, depending on the aspect ratio A

$\kappa_1 = \sqrt{A + 2.73}$ where A need not be taken greater than 1

κ_2 = coefficient, depending on the type of the rudder and the rudder profile according to Table 14.1

κ_3 = coefficient, depending on the location of the rudder

$\kappa_3 = 0.8$ for rudders outside the propeller jet

$\kappa_3 = 1.15$ for rudders aft of the propeller nozzle

$\kappa_3 = 1.0$ elsewhere, including also rudders within the propeller jet

κ_4 = coefficient, depending on the thrust coefficient c_t

$\kappa_4 = 1.0$ normally

In special cases for thrust coefficients $c_t < 1.0$ determination of κ_4 according to the following formula may be required:

$$\kappa_4 = \frac{C_R(c_t)}{C_R(c_t = 1.0)}$$

Table 14.1

Profile/ type of rudder	κ_2	
	ahead	astern
NACA-00 series Göttinger profiles	1.1	1.4
flat side profiles	1.1	1.4
hollow profiles	1.3	1.4
high lift rudders	1	to be specially considered, if not known 1.7

1.2 The rudder torque is to be determined by the following formula:

$$Q_R = C_R \cdot r \quad [Nm]$$

$$r = e \cdot (\alpha \cdot k_D) \quad [m]$$

$\alpha = 0.33$ for ahead condition

$\alpha = 0.66$ for astern condition (general)

$\alpha = 0.75$ for astern condition (hollow profiles)

For parts of a rudder behind a fixed structure such as a rudder horn:

$\alpha = 0.25$ for ahead condition

$\alpha = 0.55$ for astern condition.

For high lift rudders α is to be specially considered. If not known, $\alpha = 0.4$ may be used for the ahead condition

k_D = balance factor as follows:

$$k_D = A_1/A$$

$k_D = 0.08$ for unbalanced rudders

$r_{min} = 0.1 \cdot e$ [m] for ahead condition

2. Rudder force and torque for rudder blades with cut-outs (semi-spade rudders)

2.1 The total rudder force C_{R2} is to be calculated according to 1.1. The pressure distribution over the rudder area, upon which the determination of rudder torque and rudder blade strength is to be based, is to be derived as follows:

The rudder area may be divided into two rectangular or trapezoidal parts with areas A_1 and A_2 (see Fig. 14.2).

The resulting force of each part may be taken as:

$$C_{R1} = C_R \frac{A_1}{A} \quad [N]$$

$$C_{R2} = C_R \frac{A_2}{A} \quad [N]$$

2.2 The resulting torque of each part may be taken as

$$Q_{R1} = C_{R1} \cdot r_1 \quad [Nm]$$

$$Q_{R2} = C_{R2} \cdot r_2 \quad [Nm]$$

$$r_1 = e_1 \cdot (\alpha \cdot k_{D1}) \quad [m]$$

$$r_2 = e_2 \cdot (\alpha \cdot k_{D2}) \quad [m]$$

$$k_{D1} = A_{11}/A_1$$

$$k_{D2} = A_{22}/A_2$$

A_{11}, A_{22} see Fig. 14.2

$$C_R = C_R \cdot A_1/A_2$$



LAMPIRAN 3

Yang perhitungan menurut definisi tadi. Dengan demikian maka penampang tengah kapal menurut ini adalah pertengahan antara kedua garis tegak itu (auxiliary perpendiculars), $AP_1 - FP_1$; bandingkan di Gb. 5.5.17. Untuk bentuk normal, $AP_1 - FP_1$ akan sama dengan kedua garis tegak yang umum dinamakan, $AP - FP$.

UNTUK BADAN KAPAL (BENTUK PENAMPANG LINTANG DAN HALUAN)

Agaimana disebutkan sebelumnya, kurva tahanan yang diperoleh berdasarkan Gb. 5.5.5 - 5.5.13 dianggap berlaku untuk yang mempunyai bentuk "standar", yaitu penampangnya bukan yang benar-benar berbentuk U ataupun V. Karena itu, dalam menghitung daya efektif untuk perancangan awal umumnya tidak diperlukan koreksi untuk bentuk penampang badan kapal. Jika penampang tersebut merupakan penampang U atau V yang ekstrem maka $10^3 C_R$ dapat dikoreksi sebagai berikut : Koreksi C_R untuk bentuk dari penampang

haluan depan	ekstrem U	ekstrem V
	--0,1	+0,1
haluan belakang	ekstrem U	ekstrem V
	+0,1	--0,1

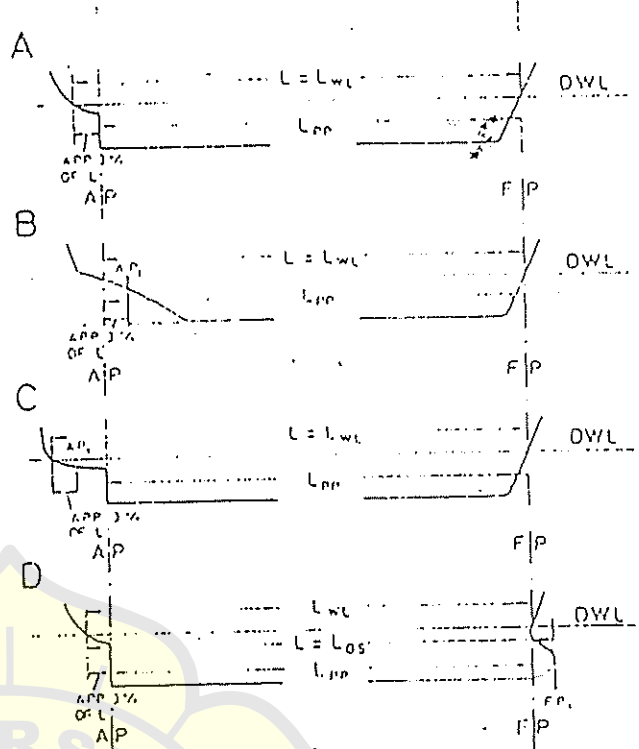
(5.5.20)

Koreksi ini berlaku untuk kecepatan V/\sqrt{gL} dalam rentang 0,20 - 0,25. Selain itu, bentuk "standar" harus dianggap sebagai bentuk yang mempunyai garis yang melancang dengan baik. Jika garis perancangan tersebut harus diubah untuk menyesuaikan kebutuhan rasional kapal, atau besarnya daya harus diberikan anggaran, maka disarankan agar C_R dinaikkan sebesar 10% dan, untuk garis perancangan yang tidak ideal, mungkin sebesar 20% atau lebih.

Mengenai haluan, bentuk standar tersebut harus dianggap sebagai bentuk haluan kuno tanpa gembung. Untuk kapal dengan haluan gembung yang mempunyai rasio $A_{BT}/A_X \geq 0,10$ (A_{BT} adalah luas penampang haluan gembung di garis tegak depan dan A_X adalah luas penampang tengah kapal) maka disarankan agar C_R diberikan koreksi sebagai berikut :

$\leq 0,15$	$0,15 - 0,18$	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	φ
		+0,2	0	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	0,50
		+0,2	0	-0,2	-0,3	-0,3		0,60
		0	-0,2	-0,3	-0,3			0,70
+0,1	+0,2	0	-0,2	-0,3	-0,3			0,80
+0,1	0	-0,2						

(5.5.21)



Gambar 5.5.17. Definisi L dan LCB. (a) Bentuk normal. Panjang buritan pada garis air umumnya $3\% L$. (b) Badan kapal tanpa linggi buritan (sternpost). AP umumnya diletakkan di ujung belakang DWL. Untuk koreksi LCB dipakai AP_1 $3\% L$ di depan ujung belakang garis air. (c) Badan kapal dengan panjang buritan yang ekstrem. Untuk koreksi LCB dipakai AP_1 $3\% L$ di depan ujung akhir garis air. FP_1 adalah batas depan displasemen.

Jika $A_{BT}/A_X = 0,10$ maka bentuk haluan gembung akan tampak lebih menyolok. Koreksi untuk $0 < A_{BT}/A_X < 0,10$ dianggap berbanding lurus dengan ukuran gembung.

Koreksi ini hanya berlaku untuk kapal dalam kondisi bermuatan saja. Untuk kondisi balas maka koreksi karena adanya haluan gembung akan memberikan gambaran yang sebaliknya. Bentuk pentuh ($\varphi > 0,70$) akan menunjukkan penurunan tahanan yang menyolok, harga koreksinya dua hingga tiga kali harga koreksi tersebut, sedangkan tahanan untuk bentuk ramping ($\varphi < 0,60$) umumnya akan cenderung naik.

PENENTUAN TAHANAN KAPAL

ANGGOTA BADAN KAPAL

rukn. kemudi	Tidak ada koreksi bentuk standar sudah mencakup daun kemudi;
luas bilga luas sayap)	Tidak ada koreksi
berat baling ket dan luas baling- ng	Untuk kapal penuh C_R dinaikkan sebesar 3 - 5% Untuk kapal ramping C_R dinaikkan sebesar 5 - 8%

ANGGOTA BADAN KAPAL

Koreksi C_F untuk anggota badan kapal hanya dilakukan dengan jalan menaikkan C_F sebanding dengan luas permukaan basah anggota badan begitu saja. Jadi,

$$C_{F'} = C_F \frac{S_1}{S} \quad (5.5.25)$$

S adalah luas permukaan basah badan kapal dan S_1 adalah permukaan basah badan dan anggota badan kapal.

TAHANAN TAMBAHAN

Pemberian koreksi pada C_{FS} untuk kapal merupakan yang umum dilakukan dalam praktek dan sudah tahun-tahun lamanya diterapkan untuk memperkirakan pengaruh kekasaran permukaan kapal terhadap koefisien tahanan model, sekalipun kapal itu benar-benar baru dan catnya pun masih segar. Koefisien tambahan tahanan untuk koreksi model - kapal umumnya ditentukan sebesar $C_{A'} = 0,0004$. Namun demikian, pengalaman lebih lanjut menunjukkan bahwa angka demikian itu tidak selalu benar. Karena itu, diperlukan koreksi untuk pengaruh kekasaran dan pengaruh sebagai berikut untuk kondisi pelayaran percobaan :

Untuk kapal dengan $L \leq 100$ m,	$10^4 C_{A'}$	$= 0,4$
≈ 150 m	$= 0,2$	
≈ 200 m	$= 0$	
≈ 250 m	$= -0,2$	
≈ 300 m	$= -0,3$	

(5.5.23)

berapa pihak berpendapat bahwa koreksi yang diberikan di Bab 5, 5.2.4 lebih sesuai, yaitu,

Displasemen	
1.000 t	$C_{A'} = 0,6 \times 10^{-4}$
10.000 t	$= 0,4 \times 10^{-4}$
100.000 t	$= 0$
1.000.000 t	$= -0,6 \times 10^{-4}$

(5.5.24)

Perlu disebutkan di sini bahwa koreksi untuk koefisien tahanan gesek ini masih agak meragukan.

TAHANAN UDARA DAN TAHANAN KEMUDI

Tahanan udara dapat ditentukan dengan memakai data mengenai struktur yang berada di atas air dan data tahanan udara. Namun demikian, besarnya tahanan udara umumnya tidak terlalu penting, dan upaya yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil perhitungannya yang tepat mungkin tidak memadai dengan pentingnya pengaruh udara tersebut. Karena itu, jika data mengenai angin dalam perancangan kapal tidak diketahui maka disarankan untuk mengoreksi $10^4 C_{RA}$ sebagai berikut :

$$10^4 C_{RA} = 0,07 \quad (5.5.26)$$

Koreksi untuk tahanan kemudi mungkin sekitar

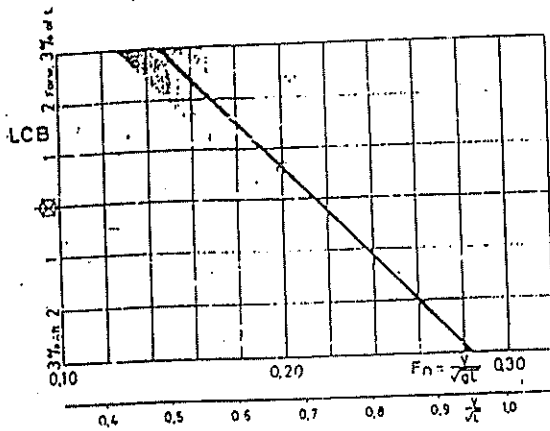
$$10^4 C_{RS} = 0,01 \quad (5.5.27)$$

tetapi tentu saja untuk kapal yang stabil dalam kondisi yang wajar koreksi tersebut dapat diabaikan.

Terlihat bahwa kedua koreksi tersebut kecil dan dalam perancangan awal koreksi ini umumnya sudah tercakup dalam tahanan tambahan.

KONDISI PELAYARAN DINAS

Tahanan dan daya efektif yang dihitung dengan memakai diagram yang diberikan di sini berlaku untuk kapal dalam kondisi pelayaran percobaan, yaitu, untuk kondisi ideal dari segi angin, gelombang, kedalaman air, dan kemulusan badan kapal. Untuk kondisi rata-rata pelayaran dinas harus diberikan kelonggaran tambahan pada tahanan dan daya efektif yang disebabkan oleh angin, laut, erosi, dan fouling pada badan kapal.



Gambar 5.5.15. LCB standar. Letak longitudinal titik benam yang dipandang terbaik.

Dalam hal ini, LCB standar tersebut didefinisikan sebagai fungsi linier angka Froude F_n . Karena tidak adanya ketergantungan yang pasti pada parameter lainnya yang tercatat maka LCB standar tersebut disajikan sebagai garis tunggal. Daerah yang diberi warna gelap di sekitar garis ini menunjukkan lingkup materi yang dikaji.

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, karena letak LCB standar dianggap merupakan letak yang memberikan tahanan yang paling kecil maka letak yang lain pada prinsipnya akan memberikan tahanan yang lebih besar. Penambahan tahanan tersebut harus dicari dengan jalan mengalikan penyimpangan LCB dari standar, yaitu

$$\Delta LCB = LCB - LCB_{\text{standar}} \quad (\text{LCB dalam } \%L) \quad (5.5.18)$$

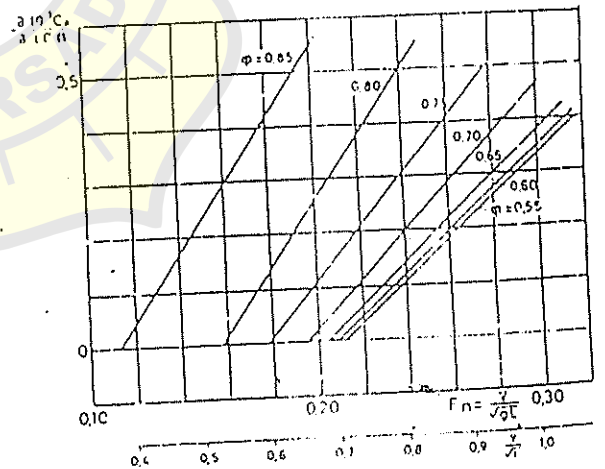
dengan faktor $\partial 10^3 C_R / \partial LCB$. Harga faktor ini dapat diperoleh dari Gb. 5.5.16, dan ini hanya berlaku untuk LCB yang berada di depan LCB_{standar} . Mengenai LCB yang berada di belakang LCB_{standar} , semua sumber yang ada mempunyai pendapat yang saling bertentangan. Namun demikian, karena kecenderungan terjadinya letak demikian itu sangat kecil maka pengabaian koreksi dalam hal itu tidak akan memberikan kesalahan yang berarti.

Dengan demikian maka koefisien tahanan sisa dengan koreksi tersebut untuk kapal yang mempunyai LCB di depan LCB standar adalah :

$$10^3 C_R = 10^3 C_{R(\text{standar})} + \frac{\partial 10^3 C_R}{\partial LCB} |\Delta LCB| \quad (5.5.19)$$

Bentuk badan kapal yang diingkup dalam *Ship Resistance* adalah bentuk badan yang umum untuk jenis kapal niaga di sekitar tahun 1960 an, yaitu sampai dengan waktu diterbitkannya publikasi Guldhammer dan Harvald (1974). Bentuk badan kapal tersebut mempunyai buritan yang diletakkan tegak lurus di (berimpit dengan) sumbu tongkat kemudi (rudder stock) dan haluan yang tegak lurus di ujung depan garis air perancangan. Sejak tahun 1960 bentuk badan kapal telah mengalami pengembangan lebih lanjut, dan lebih bervariasi, misalnya berbagai bentuk haluan gembung yang telah dipakai secara luas. Rumus perhitungan tahanan yang diberikan di sini dapat dipakai baik untuk bentuk gembung modern atau yang lebih bervariasi maupun untuk bentuk tradisional, tetapi L dan LCB harus mengikuti definisi yang lebih sesuai berikut ini. Panjang perhitungan L didefinisikan sebagai panjang antara batas depan dan batas belakang displasemen, yaitu panjang terbesar dari bagian badan kapal yang berada di dalam air, dan ini adalah L_{OS} menurut standar ITTC. Untuk kapal dengan bentuk tradisional tanpa gembung, panjang tersebut adalah panjang garis air.

LCB didefinisikan sebagai letak longitudinal titik benam, yaitu jarak antara titik ini dengan penampang tengah kapal, dan positif di belakang penampang tersebut. Midship section (penampang melintang tengah kapal, atau penampang tengah kapal, atau bidang tengah kapal, atau bidang tengah kapal) didefinisikan sebagai penampang melintang yang terletak sejauh $48,5\%L$ dari batas depan displasemen. L adalah



Gambar 5.5.16. Koreksi koefisien tahanan sisa untuk LCB 1% depan standar. Dengan demikian maka koreksi ini adalah $(\partial 10^3 C_R / \partial LCB) |\Delta LCB|$. ΔLCB adalah jarak longitudinal antara LCB yang sebenarnya dengan LCB standar dalam persen L . Tidak ada koreksi untuk LCB yang terletak di belakang standar. Koreksi tersebut selalu positif.

PENENTUAN TAHANAN KAPAL

dua data diacukan pada daerah (lingkup) sel, dan tahanan model (R_{Tm}) ditentukan sebagai fungsi kecepatan.

Koefisien tahanan total spesifik model (C_{Tm}) ditentukan :

$$C_{Tm} = \frac{R_{Tm}}{\frac{1}{2} \rho V_m^2 S_m} \quad (5.5.5)$$

dimana ρ adalah massa jenis, V_m kecepatan model, S_m luas permukaan basah model (= panjang garis sisi rata-rata \times panjang garis air).

Koefisien tahanan sisa spesifik ditentukan dari

$$C_R = C_{Tm} - C_{Fm} \quad (5.5.6)$$

C_{Fm} adalah koefisien tahanan gesek spesifik. "Garis elasi model - kapal ITTC 1957" dipakai untuk menentukan koefisien tahanan gesek.

$$C_F = \frac{0,075}{(\log_{10} R_n - 2)^2} \quad (5.5.7)$$

R_n adalah angka Reynolds (VL/ν , ν adalah koefisien viskositas kinematik dan L panjang garis air). Dalam Gb. 5.5.4 diberikan kontur C_F untuk berbagai harga V dan F_n . Koordinat horizontal

menunjukkan panjang model L . Diagram tersebut untuk $\nu = 1,139 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, dan $T = 15^\circ \text{C}$. Karena itu untuk memakai diagram tersebut dengan kondisi yang lain, yaitu massa jenis dan suhu yang lain, panjang kapal harus diubah dulu sebelum memakai diagram tersebut sebagai berikut

$$L_1 = \frac{1,139}{10^6 \nu} L \quad (5.5.8)$$

4. C_R dinyatakan sebagai fungsi angka Froude

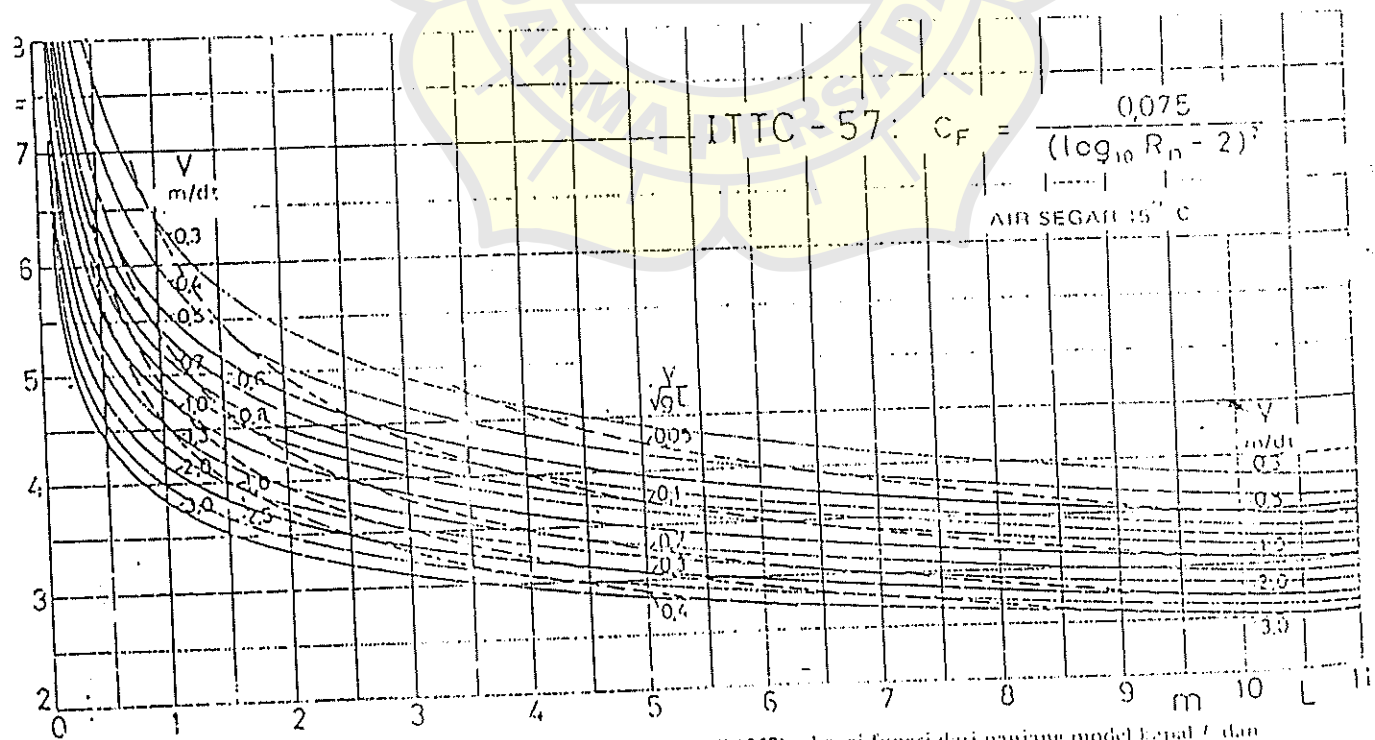
$$F_n = \frac{V}{\sqrt{gL}} \quad (5.5.9)$$

(rasio kecepatan - panjang V/\sqrt{L} , dalam hal ini V diukur dalam knot dan L dalam kaki, didapat di subskala dalam diagram C_R).

5. Hasilnya dikelompokkan menurut rasio panjang - displasemen $L/\nabla^{1/3}$ dan koefisien prismatic model. ∇ adalah volume displasemen dan

$$\varphi = \frac{\nabla}{LBT\beta} \quad (5.5.10)$$

B adalah lebar, T sarat, dan β koefisien perampang melintang tengah kapal.



Gambar 5.5.4. Koefisien tahanan gesek C_F (menurut ITTC: 1957) sebagai fungsi dari panjang model kapal L dan kecepatan V .

6. Diagram utama digambarkan untuk menyatakan kurva rata-rata C_R untuk rasio lebar – sarat $B/T = 2,5$. Diagram tersebut ditunjukkan di Gb. 5.5.5 – 5.5.13.

Dalam diagram tersebut kurva yang digambar dengan garis terputus-putus menunjukkan bahwa kurva tersebut didasarkan pada hasil percobaan yang sedikit jumlahnya atau diperoleh secara ekstrapolasi. Karena itu keraguan hasil di daerah kurva itu cukup besar. Selain itu, perlu diperhatikan pula bahwa di dan di dekat daerah kurva yang mempunyai punuk (tonjolan) yang menyolok, terutama jika kemiringannya menjadi negatif, tingkat ketidak pastiannya juga tinggi. Perubahan yang kecil saja dari bentuk badan kapal di dalam daerah tersebut dapat mempunyai pengaruh yang berarti pada harga C_R .

Perlu pula disebutkan di sini bahwa kurva tahanan tersebut berlaku untuk kapal yang mempunyai bentuk standar, yaitu letak titik benamnya standar, harga B/T nya standar, bentuk penampangnya normal, buritan-nya merupakan buritan sendok (cruiser stern) yang moderat, dan linggi haluannya merupakan linggi haluan condong (raked stem).

Tahanan R dan daya efektif P_E untuk kapal baru dapat dihitung dengan memakai

$$R = C_T \left(\frac{1}{2} \rho V^3 S \right) \quad (\text{N}) \quad (5.5.11)$$

$$P_E = RV \quad (\text{kW}) \quad (5.5.12)$$

Dalam hal ini koefisien tahanan totalnya adalah

$$C_T = C_R + C_F + C_A \quad (5.5.13)$$

C_R = koefisien tahanan sisa. Untuk bentuk kapal yang "standar" dapat diambil dari diagram (Gb. 5.5.5 – 5.5.13)

C_F = koefisien tahanan gesek dan dapat dihitung dengan memakai

$$C_F = \frac{0,075}{(\log_{10} R_n - 2)^2} \quad (5.5.14)$$

atau dapat diambil dari Gb. 5.5.14. Dalam gambar ini kontur C_F diberikan untuk berbagai harga V yang berbeda. Koordinat L horizontalnya adalah panjang kapal. Diagram tersebut berlaku untuk $\nu = 1,188 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$, $\rho = 1,025 \text{ t/m}^3$, dan $t = 15^\circ\text{C}$. Untuk kondisi yang lain, yaitu massa jenis dan suhu yang lain, sebelum memakai diagram tersebut panjang kapal harus diubah dulu sebagai berikut :

$$L_1 = \frac{1,188}{10^{\nu}} L \quad (5.5.15)$$

C_A = koefisien tahanan tambahan, yaitu koefisien kekasaran permukaan dan pengaruh skala pada hasil percobaan model. Dalam hal ini maka C_A akan tergantung pada cara penentuan C_R dan C_F .

Untuk kapal penarik, R harus diganti dengan $R + F$. Dalam hal ini F adalah gaya tarik tali penarik (tow rope pull).

Karena kapal pada umumnya berbeda dengan standar dengan tingkat perbedaan tertentu, lebih besar atau lebih kecil, maka harus dilakukan koreksi sebagai berikut.

B/T

Karena diagram tersebut dibuat berdasarkan rasio lebar – sarat

$$B/T = 2,5 \quad (5.5.16)$$

maka harga C_R untuk kapal yang mempunyai rasio lebar – sarat lebih besar atau lebih kecil daripada harga tersebut harus dikoreksi.

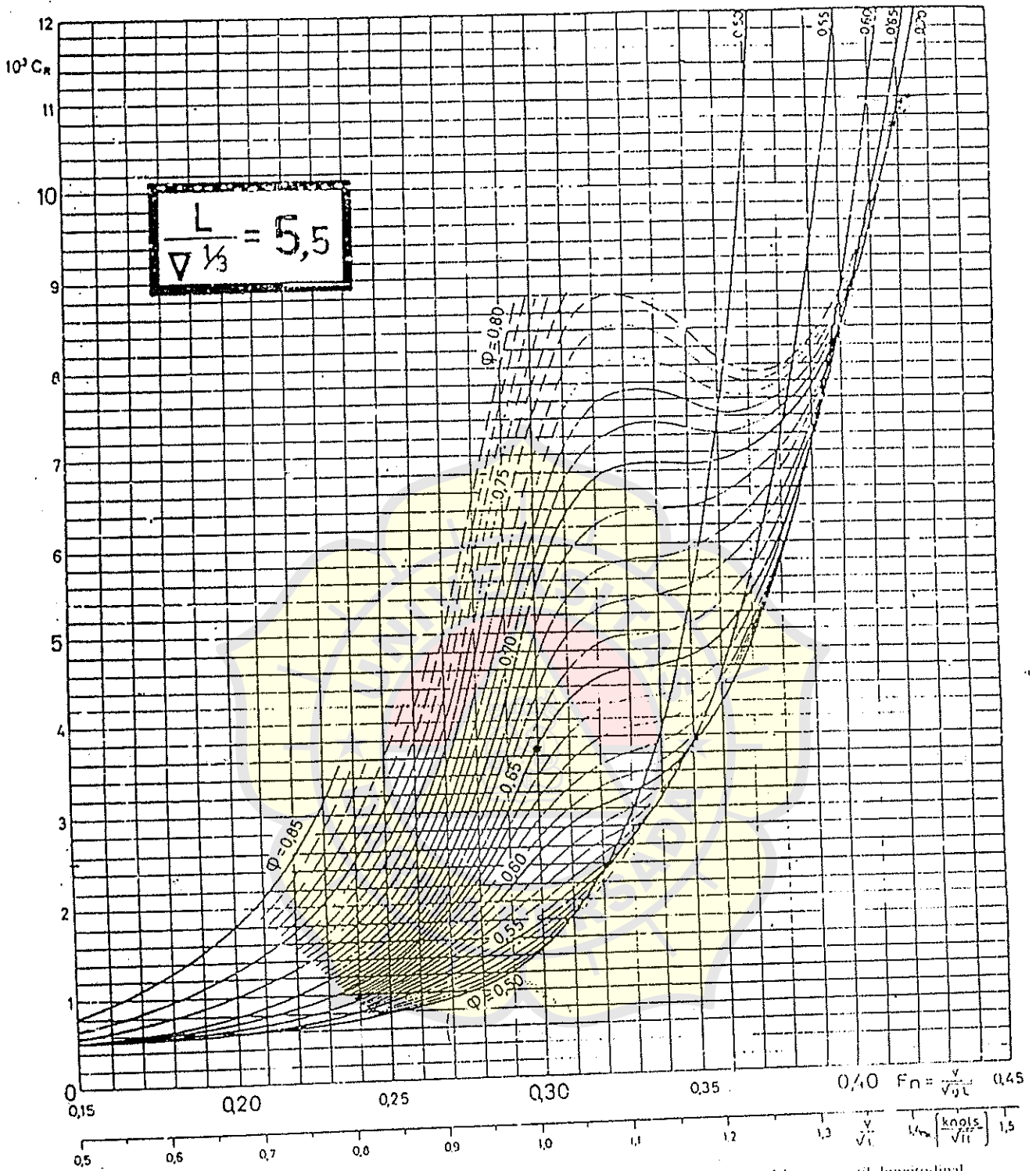
Berdasarkan hasil pemeriksaan materi pengujian yang ada saat ini maka disarankan untuk memakai rumus koreksi berikut ini :

$$10^3 C_R = 10^3 C_{R(B/T=2,5)} + 0,16(B/T - 2,5) \quad (5.5.17)$$

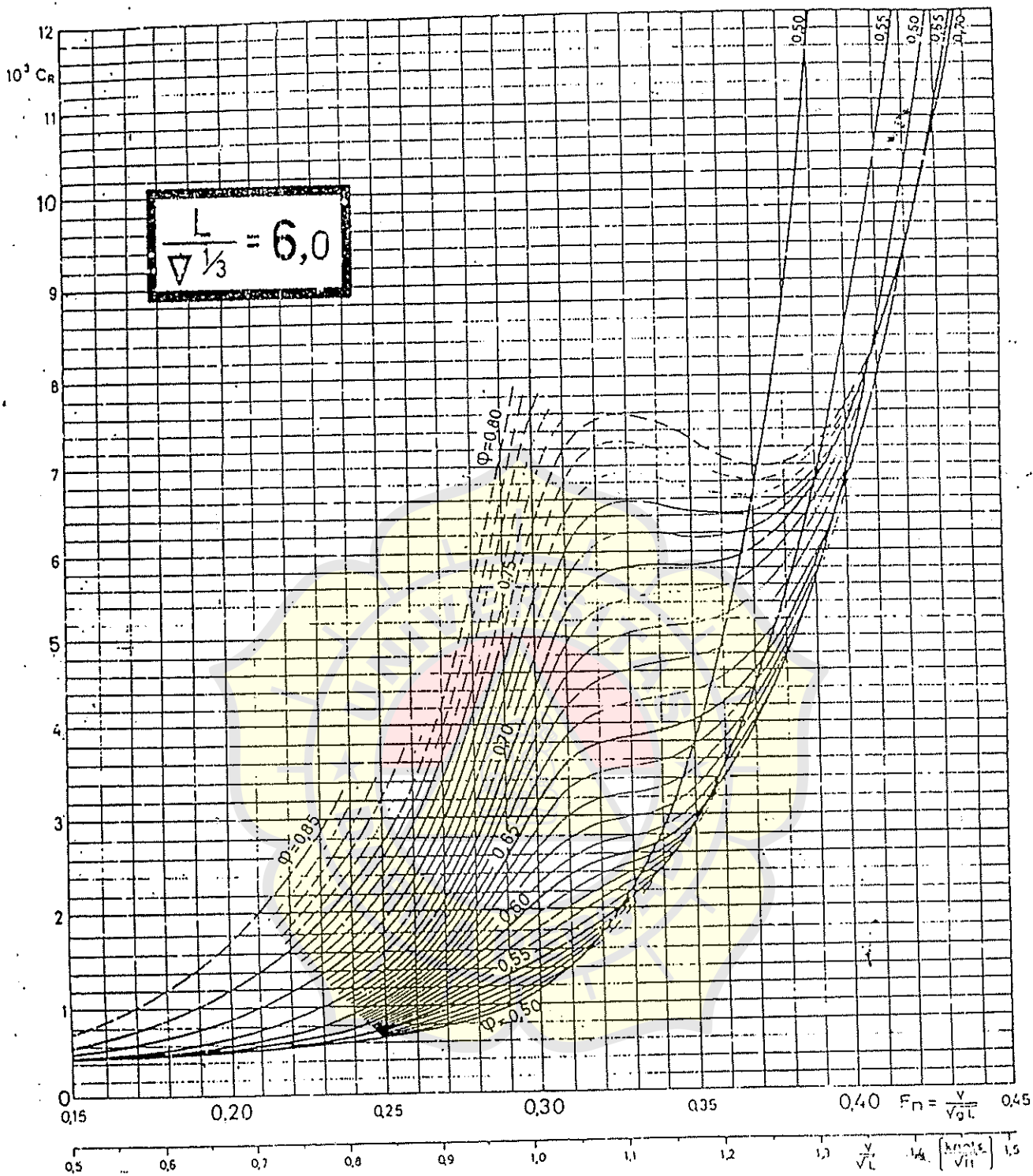
Koreksi ini dapat mempunyai harga yang negatif atau positif.

LCB

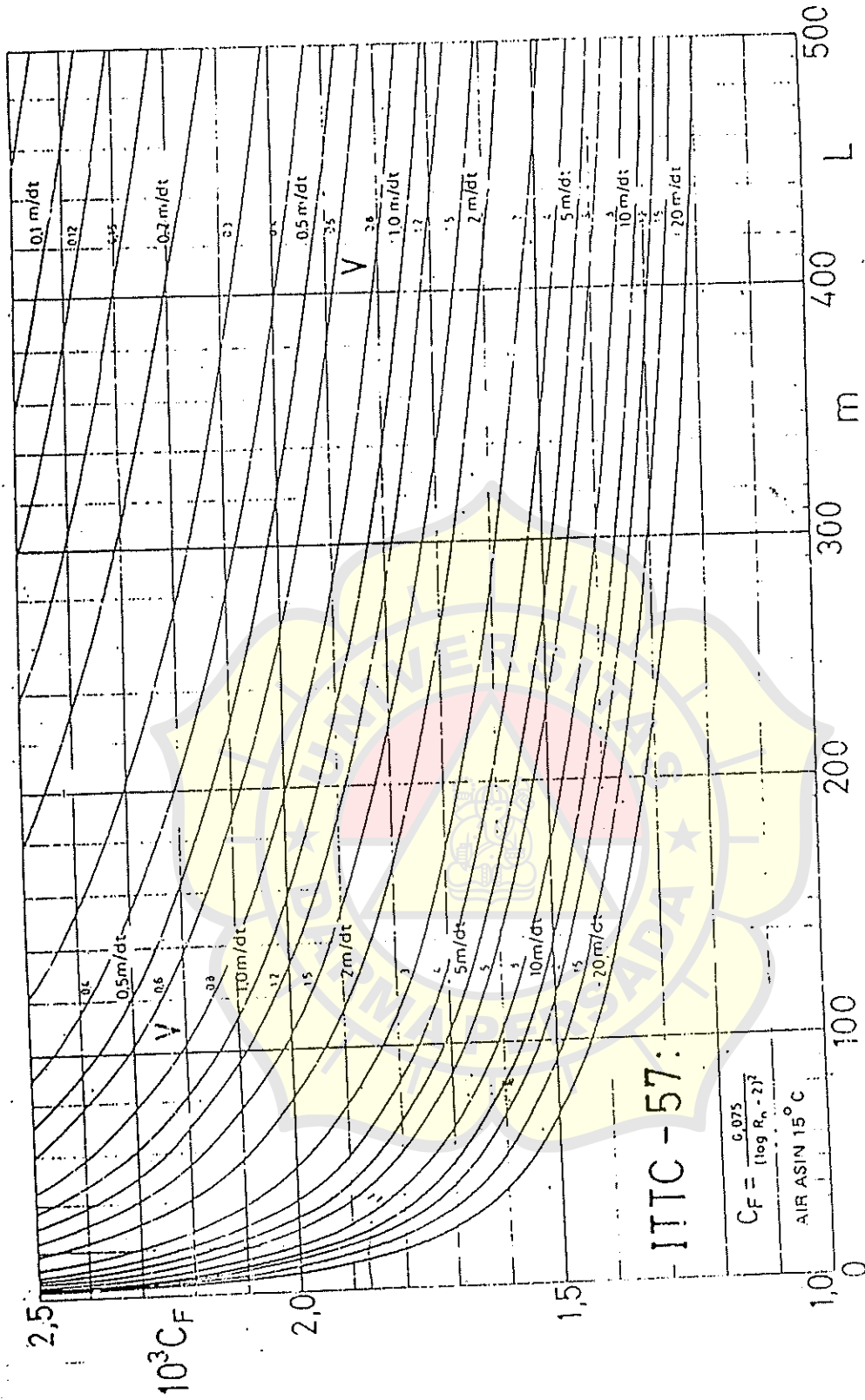
Semua kurva C_R tersebut dimaksudkan untuk kapal yang letak titik benam longitudinalnya dekat dengan letak yang dewasa ini dipandang sebagai letak yang terbaik yang memungkinkan. Letak LCB yang optimum merupakan kuantitas yang masih agak meragukan, dan semua kepustakaan yang ada menunjukkan pendapat yang berbeda-beda sehingga memberikan gambaran yang agak membingungkan. Namun demikian, ketergantungan tahanan kapal pada LCB nampak jejas pada kecepatan yang tinggi. Sebagai upaya untuk mengatasi kerancuan tersebut maka semua informasi yang ada dikumpulkan dan diringkas pada Gb. 5.5.15. Namun ini harus dipandang sebagai LCB standar untuk metode itu saja.



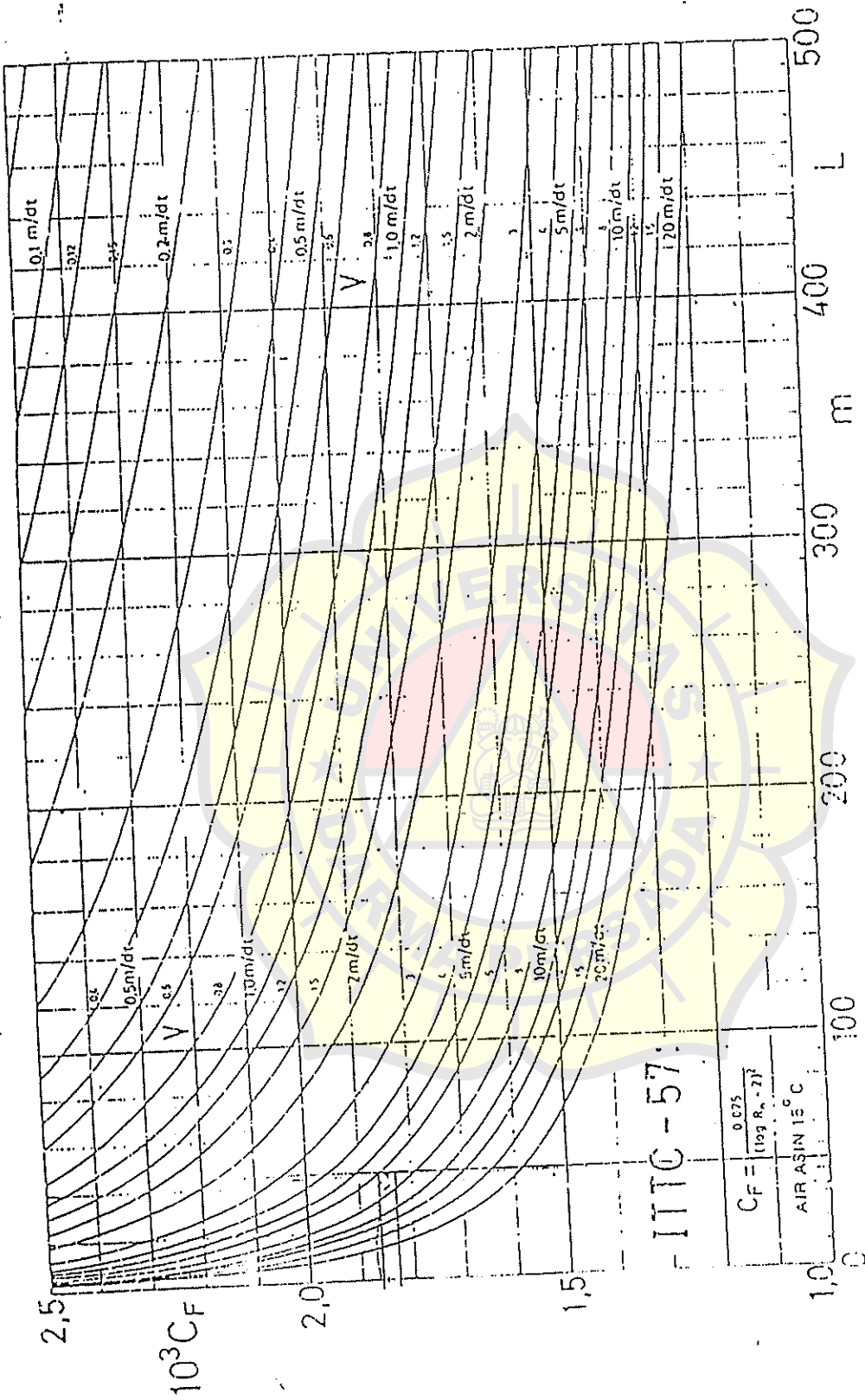
Gambar 5.5.8. Koefisien tahanan sisa terhadap rasio kecepatan-panjang untuk harga koefisien prismatis longitudinal yang berbeda-beda. $L/\Delta^{1/3} = 5,5$.



Gambar 5.5.9. Koefisien tahanan sisa terhadap rasio kecepatan-panjang untuk barga koefisien prisma longitudinal yang berbeda-beda. $L/\Delta^{1/3} = 6,0$.

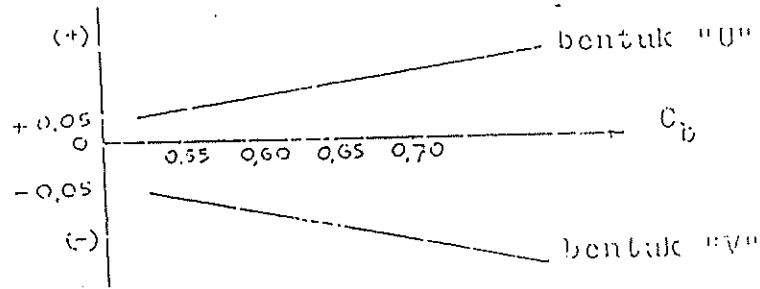


Gambar 5.5.14. Koefisien tahanan gesek C_f (menurut ITTC 1957) sebagai fungsi panjang kapal L dan kecepatan V .

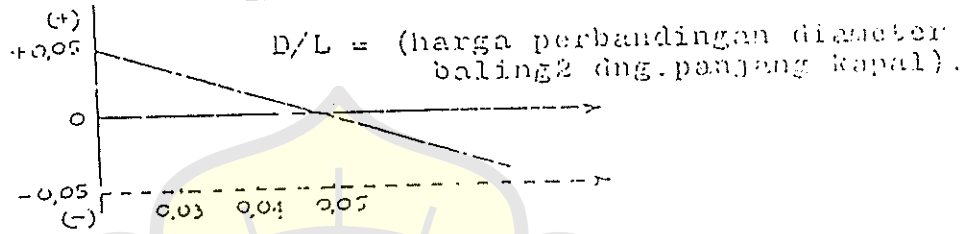


Gambar 5.5.14. Koefisien tahanan gesek C_F (menurut ITTC 1957) sebagai fungsi panjang kapal L dan kecepatan V .

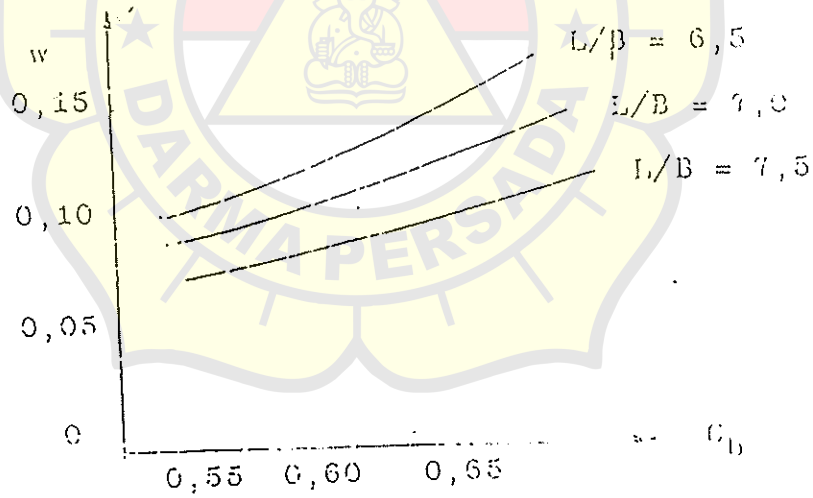
Koreksi bentuk badan kapal,



Koreksi D/L



Untuk kapal-kapal twin screw;



bentuk penampang badan kapal maupun harga perbandingan D/L. Menurut hasil yang didapat, ternyata harga-harga w yang dihitung dengan rumus Taylor perbedaannya tidak seberapa terhadap harga w dari diagram Harvald terutama untuk kapal-kapal samodera.

Dengan begitu untuk keperluan praktis dalam perencanaan dapatlah dipergunakan rumus Taylor untuk menghitung besarnya harga w.

Harga thrust deduction factor t tidak dapat dibuat diagram seperti halnya harga w. Hal ini disebabkan harga t sangat terpengaruh sekali besarnya terhadap :

- Ukuran-ukuran stern frame.
- Bentuk kelangsingan (fineness) dari garis air (waterlines) badan kapal.
- Harga perbandingan tebal dan panjang serta bentuk dari daun kemudi, dll.

Untuk keperluan praktis dapatlah dipakai rumus Taylor seperti di muka yaitu;

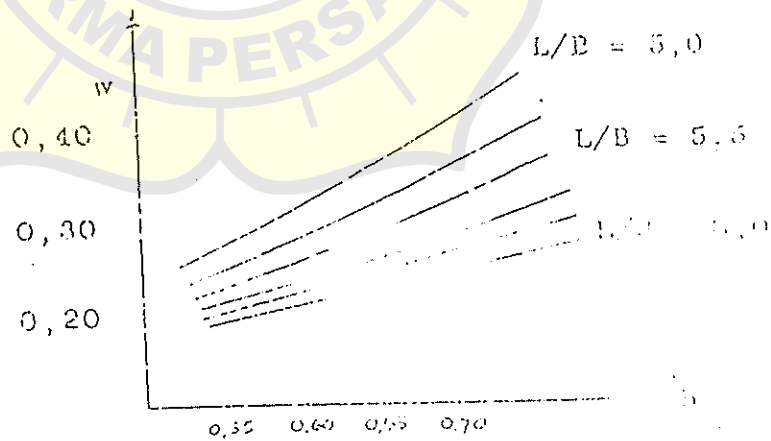
$$t = 0,6 w \text{ untuk kapal 2 single screw.}$$

$$t \approx w \text{ untuk kapal-kapal twin screw.}$$

Setelah didapatkannya harga w maka kalau kecepatan kapal diketahui V_s dapatlah harga kecepatan air yang melewati piringan baling-baling (intake velocity = advance speed) dihitung yaitu :

$$V_a = V_s (1 - w)$$

Sketsa diagram Harvald untuk mencari w :



Rumus yang sederhana dan praktis untuk perencanaan baling-baling adalah :

Rumus TAYLOR

Untuk Wake fraction : Kapal berbaling2 tunggal; w

$$w = -0,05 + 0,5 C_b$$

Kapal berbaling2 ganda; w

$$w = -0,20 + 0,55 C_b$$

Untuk Thrust deduction factor :

Kapal berbaling2 tunggal; $t \approx w$

Kapal berbaling2 ganda; $t > w$

dimana harga k adalah sebagai berikut :

Streamline rudder $k = 0,55 - 0,70$

Rudder tipis $k = 0,50$

Rudder tebal $k = 0,70$

Untuk menghitung harga wake yang lebih teliti adalah memakai diagram yang dibuat oleh Harvald. Untuk dapat membuat diagram tersebut Harvald telah menggunakan 200 model kapal untuk percobaan2-nya di tangki percobaan di negeri Belanda. Adapun parameter yang ia pilih untuk menentukan besarnya aliran wake adalah :

- Block coefficient C_b .

- Bentuk dari penampang-penampang melintang kapal bagian belakang.

- Diameter baling-baling D .

- Panjang kapal L dan harga perbandingan D/L .

- Rake dari daun baling-baling dan celah antara baling-baling dengan stern frame.

Block coeff. C_b mempunyai pengaruh kepada aliran wake. Percobaan Harvald memakai model kapal yg. mempunyai beban indentik tetapi diadakan beberapa perubahan-perubahan pada bagian muka badan kapal.

Ternyata bagian muka badan kapal juga mempunyai pengaruh terhadap besarnya aliran wake. Dari percobaan ini dapatlah diketahui bahwa harga w tidak hanya dipengaruhi oleh C_b badan kapal bagian belakang, tetapi oleh C_b dari keseluruhan badan kapal.

Adapun coefficient prismatic C_p tidak dipakai sebagai salah satu parameter berturut-turut dalam percobaan

5. Prakiraan Fraksi Deduksi Gaya Dorong

mis atau diagram untuk menentukan fraksi deduksi gaya dorong untuk model harus terdiri dari parameter yang telah dibahas di 6.5.4 berikut ini :

- Koefisien blok δ
- Rasio lebar-panjang B/L
- Rasio diameter baling-baling dengan panjang kapal, D/L .
- Koefisien bentuk penampang.

Umumnya keterangan mengenai t terkait dengan keterangan mengenai w . Karena itu kurva untuk menentukan fraksi deduksi gaya dorong digambarkan Gb. 6.4.26 sebagai kurva untuk fraksi arus ikut. Kurva tersebut berlaku untuk buritan konvensional (lihat Gb. 6.5.5). Untuk buritan baling-baling bebas harga t akan berkurang sebesar

$$\Delta t = -0,5t \quad (6.5.16)$$

buritan gembung memberikan pengertian bahwa t harus dikurangi sebesar

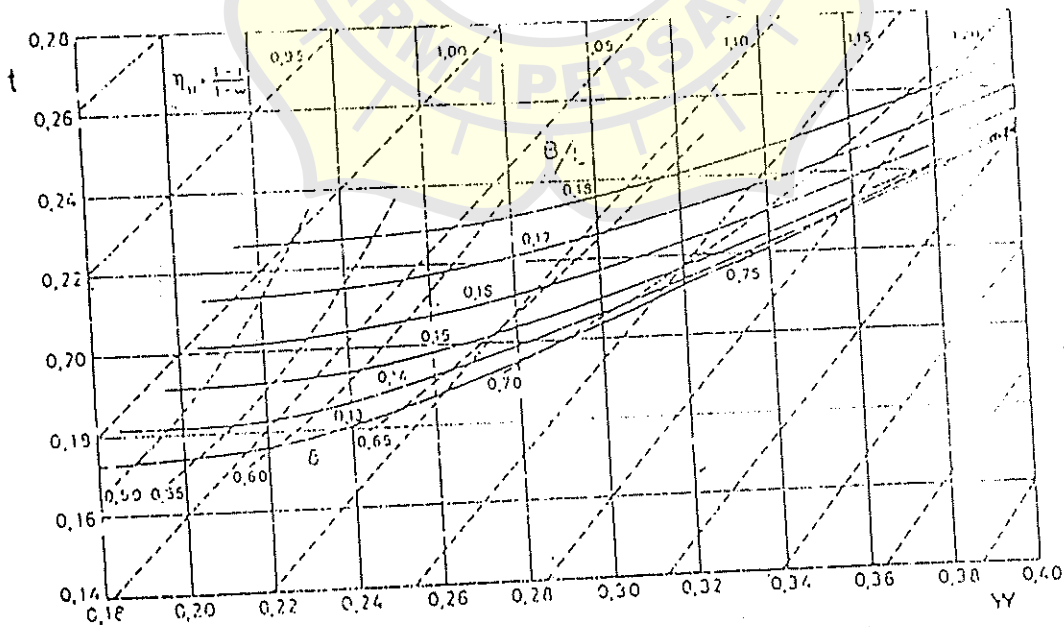
$$\Delta t = -0,25t \quad (6.5.17)$$

Untuk kapal "standar" dengan bentuk penampang normal dan buritan konvensional, $D/L = 0,04$, serta $T = 2,5$, hubungan sederhana antara deduksi gaya

dorong dengan arus ikut mudah dicari, dan hubungan ini ditunjukkan di Gb. 6.5.6. Dalam gambar ini koefisien arus ikut dipakai sebagai koordinat horizontal sedangkan ordinatnya adalah koefisien deduksi gaya dorong. Tiga perangkat kurva ditunjukkan dalam diagram tersebut. Perangkat yang pertama menunjukkan hubungan antara t dan w untuk harga koefisien blok yang tetap. Perangkat yang kedua menunjukkan hubungan yang sama tetapi untuk rasio lebar - panjang yang tetap, dan yang ketiga menunjukkan hubungan antara t dan w untuk efisiensi badan kapal yang tetap; $\eta_H = (1 - t)/(1 - w)$.

Sekalipun khusus hanya memandang kapal dengan bentuk yang normal dan mempunyai $D/L = 0,04$ akan terlihat bahwa antara t dan w tidak mempunyai hubungan yang proporsional. Lagi pula, t dan w bervariasi dengan cara sendiri-sendiri terhadap bentuk penampang kapal, garis tengah baling-baling, dan kecepatan. Karena itu Gb. 6.5.6 hanya dapat dipakai sebagai perkiraan yang sangat kasar untuk mendapatkan harga fraksi deduksi gaya dorong, fraksi arus ikut, dan efisiensi badan kapal dalam salah satu tahap perhitungan yang paling awal untuk menentukan daya yang diperlukan untuk propulsi kapal baru berbaling-baling tunggal.

Untuk memperkirakan fraksi deduksi gaya dorong kapal berbaling-baling ganda hanya pedoman dasarnya saja yang dapat diberikan. Yang jelas fraksi deduksi gaya dorong akan tergantung pada koefisien blok kapal.



Gambar 6.5.6. Hubungan antara fraksi deduksi gaya dorong, fraksi arus ikut, dan efisiensi badan kapal untuk kapal berbaling-baling tunggal dengan bentuk normal dan $D/L = 0,04$.

koefisien blok yang besar akan memberikan harga reduksi gaya dorong yang tinggi seperti yang ditunjukkan di Gb. 6.5.7. Jika kapal yang bersangkutan tidak memakai bos tetapi memakai braket poros maka reduksi gaya dorongnya harus dikurangi dengan

$$\Delta t = -0,02 \quad (6.5.18)$$

Jika harga rasio garis tengah-panjangnya berbeda dari $D/L = 0,03$ maka dapat dipakai koreksi berikut ini :

$$\Delta t = 4 \left(\frac{D}{L} - 0,03 \right) \quad (6.5.19)$$

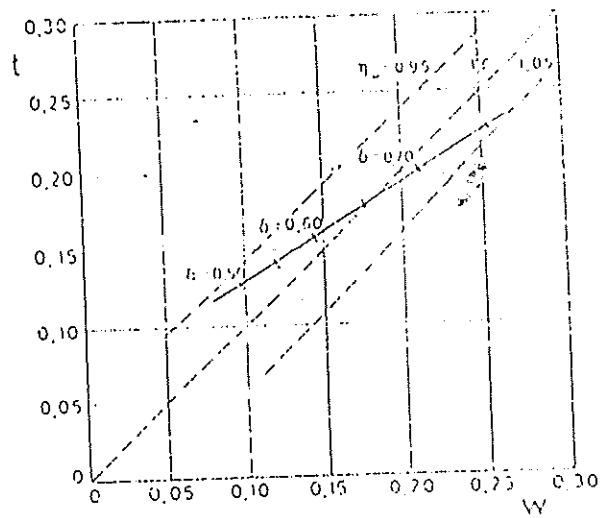
Selanjutnya, jika jarak kelonggaran ujung daun baling-baling (TC) tidak sebesar kira-kira $0,005L$ maka fraksi reduksi gaya dorongnya harus dikoreksi memakai :

$$\Delta t = -6 \left(\frac{TC}{L} - 0,005 \right) \quad (6.5.20)$$

Dengan demikian maka harga t nya adalah

$$t = t_s + \sum \Delta t \quad (6.5.21)$$

Gambar 6.5.8 menunjukkan hubungan antara fraksi reduksi gaya dorong, fraksi arus ikut, dan efisiensi badan kapal untuk kapal berbaling-baling ganda yang mempunyai bentuk yang normal dan $D/L = 0,03$ dan mungkin berguna untuk perkiraan awal.



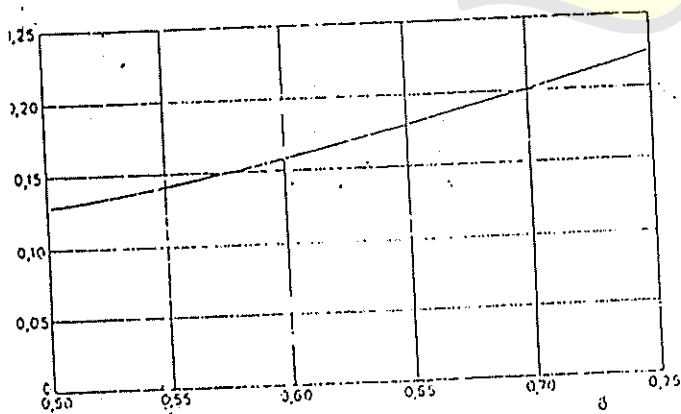
Gambar 6.5.8. Hubungan antara fraksi reduksi gaya dorong, fraksi arus ikut, dan efisiensi badan kapal untuk kapal berbaling-baling ganda yang mempunyai bentuk normal dan $D/L = 0,03$.

6.6. KAVITASI

6.6.1. Pendahuluan

Kavitasi merupakan fenomena yang dapat terjadi bila baling-baling bekerja dengan beban yang relatif tinggi. Kavitasi adalah proses dinamis. Dalam proses ini di dalam fluida yang tekanannya turun hingga pada tekanan uap fluida tersebut akan timbul sejumlah rongga (cavities) yang berisi uap. Jika pada baling-baling kapal timbul kavitasi maka, di atas kisaran kritis tertentu, akan terjadi pemecahan aliran yang terus meningkat, dan hal ini akan mengakibatkan berkurangnya gaya dorong. Kavitasi dapat menyebabkan kapal tidak dapat mencapai kecepatan yang diinginkan. Kavitasi juga dapat menimbulkan getaran, bunyi, dan erosi pada baling-baling. Jika pada seluruh permukaan suatu baling-baling kapal terdapat arus ikut yang berbeda-beda dan perbedaan itu besar maka pada permukaan itu akan cenderung terjadi kavitasi.

Dalam rekayasa umumnya kavitasi didefinisikan sebagai proses pembentukan fase uap dari suatu cairan ketika cairan tersebut mengalami pengurangan tekanan pada suhu sekeliling (ambient temperature) yang tetap. Secara umum suatu cairan dikatakan mengalami kavitasi jika di dalam cairan tersebut terlihat adanya gelembung yang terbentuk akibat turunnya tekanan. Untuk dapat memulai timbulnya kavitasi pada tekanan sebesar sekitar tekanan uap diperlukan sejumlah gelembung kecil, disebut inti (nuclei), sering cukup hanya dalam ukuran submikroskopis saja, yang mengandung gas permanen dan zat-zat uap cairan yang



Gambar 6.5.7. Fraksi reduksi gaya dorong untuk kapal berbaling-baling ganda, $D/L = 0,03$.

alah perubahan tekanan dan merupakan karakter-
cometri aliran. σ_v disebut angka kavitasi uap.
t angka ini p_0 adalah tekanan statis, yaitu
t dari tekanan hidrostatis dan tekanan atmosfer.
an uap p_v tidak tergantung pada suhu. Tekanan
si q tergantung pada massa jenis fluida dan pa-
cepatan aliran.

ak terlalu optimistik kiranya menganggap bahwa
si mulai timbul ketika tekanan turun mencapai
an uap air. Air laut mengandung banyak udara
terikut (terbawa) dan larut didalamnya, dan
ndung banyak sekali berbagai jenis inti yang
mempengaruhi pembentukan awal rongga
si. Karena itu sebaiknya angka kavitasi didefinisi-
bagai rasio antara selisih tekanan sekeliling yang
t p dan tekanan rongga kavitasi p_c dengan
n dinamis aliran bebas (free stream dynamic
re)

$$\sigma = \frac{p - p_c}{q} \quad (6.6.10)$$

n demikian maka σ adalah karakteristik sistem
-gas.

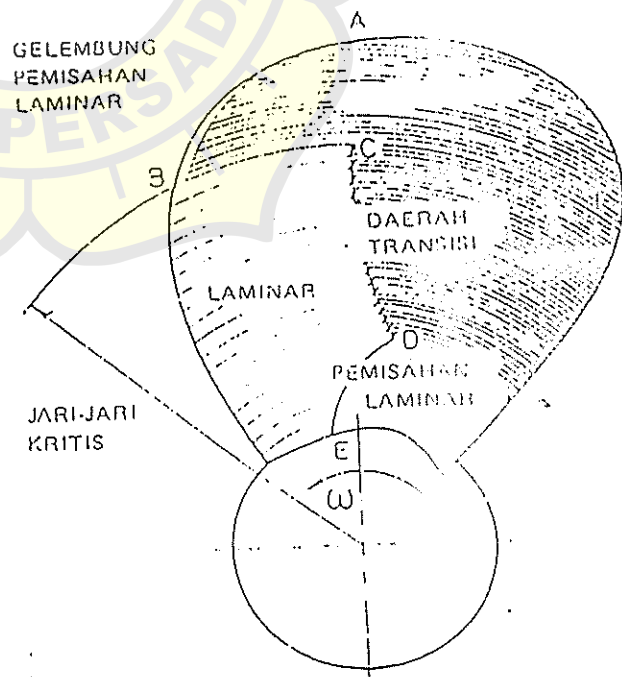
an rongga kavitasi adalah tekanan sebenarnya
kavitasi tunak atau kuasi tunak (quasisteady).
an rongga kavitasi kira-kira sama dengan jumlah
tekanan partial dari uap dan gas lainnya yang
a dan tercampur (diffused) di dalam rongga.
sistem praktis definisi σ umumnya didasarkan
tekanan uap.

ga angka kavitasi σ pada saat mulai terjadinya
si di dalam suatu sistem aliran disebut angka
si kritis σ . Kavitasi akan mulai timbul di suatu
: bila inti yang ada ditempat itu mencapai ukuran
ya akibat turunnya tekanan disekelilingnya.
fase awal riwayat kehidupan gelembung kavitasi
dalam tekanan yang turun itu gelembung tersebut
renjadi tidak stabil dan selanjutnya akan tumbuh
u cepat (kavitasi uap) atau tumbuh di dalam
si yang kuasi-setimbang (quasiequilibrium) karena
gas (kavitasi gas). Kandungan gas di dalam fluida
berupa kandungan gas larut atau tak larut.
ingan gas seluruhnya sama dengan gas yang larut
ik larut tersebut. Kandungan gas "bebas" (free)
"terbawa" (entrained) merupakan istilah yang
ai untuk kandungan gas yang tak larut.
ibung yang sedang mengembang permukaannya

ika suatu gelembung kavitasi transien (yang
gsung sesaat) memasuki medan tekanan yang
in tinggi maka tibalah fase terakhir riwayat
bung tersebut. Permukaannya menjadi tidak

stabil. Gelembung tersebut akan mengempis dan,
kecuali jika mengandung gas asing dalam jumlah yang
cukup, lenyap. Penggelembungan kembali (bubble
rebound) adalah menggelembungnya kembali suatu
kavitasi transien yang mengandung gas permanen dalam
jumlah yang cukup setelah pertama kali mengempis. Ini
karena adanya energi yang ditimbun di dalam gas yang
mengalami pemampatan tersebut. Beberapa daur
(cycles) pertumbuhan dan penggelembungan kembali
kadang-kadang dapat diamati. Tekanan kempis
gelembung (collapse pressure) adalah tekanan yang
timbul di dalam medan gelembung kavitasi yang sedang
dalam proses mengempis. Tekanan kempis ini dinyata-
kan dalam ribuan atmosfer dan diukur pada jari-jari
minimum yang dicapai sebelum proses tersebut berhenti
atau sebelum penggelembungan kembali terjadi.

Dalam uji model, aliran yang berada di sisi hisap
daun baling-baling dapat berupa seperti yang ditunjuk-
kan pada Gb. 6.6.2 [G. Kuiper (ITTC, 1978, bagian 2,
halaman 148)]. Di daerah AB terdapat gelembung
pemisahan laminar yang pendek yang kemudian diikuti
dengan lapisan batas turbulen. Garis BC membedakan
dengan jelas antara daerah turbulen setelah pemisahan
dan daerah aliran laminar. Transisi alami (natural)
berlangsung di daerah CD, sementara itu di dekat hub
di suatu jarak dari tepi depan daun baling-baling dapat
terjadi pemisahan laminar. Dalam hal ini semua
penampang daun baling-baling dalam keadaan berhenti.



Gambar 6.6.2. Skema aliran lapisan batas pada sisi hisap daun baling-baling.

tak masing-masing titik *A-E* pada daun baling-baling tentu saja tergantung pada geometri, beban, dan angka Reynolds baling-baling. Terutama titik *B*, titik bervariasi dari ujung daun hingga hub, tergantung daun baling-baling; sementara itu titik *D* dapat bervariasi dari *C* hingga *E*. Ditinjau menurut letak garis *ord*, daerah transisi *CD* sangat tergantung pada angka Reynolds, dan akan bergeser menuju ke tepi depan daun baling-baling jika angka Reynoldsnya naik. Untuk angka Reynolds yang dipakai dalam praktek pelaksanaan uji model (hingga sekitar 10^6) garis *CD* dan khususnya titik *C* tidak akan pernah sampai dekat ke tepi depan daun baling-baling.

3.3. Jenis kavitasi Baling-baling

Laboratorium uji kavitasi membuat sketsa atau motret pola kavitasi. Laboratorium demikian itu juga dapat memberikan penjelasan mengenai hasil yang didapat berdasarkan penglihatan mata, yaitu mengenai kavitasi uap (cloud), busa (foam), kabut (mist), lemparan (sheet), gelembung, buih (froth), bercak (spot), dan garis (streak), dan sebagainya. Dari segi kavitasi mengenai proses kavitasi, perbedaan kavitasi menurut jenisnya tidak perlu. Namun demikian perbedaan itu dalam praktek akan ada gunanya. Tidak ada standar nyata yang dapat dipakai untuk menerangkan jenis kavitasi. Tetapi dapat dikatakan bahwa penjelasan mengenai bentuk kavitasi harus mencakup keterangan mengenai baik letak, ukuran, struktur, dan dinamika kavitasi, maupun dinamika aliran yang diacunya benar.

Letak kavitasi dapat direrangkan sebagai berikut :

- ujung daun Contoh : Kavitasi ujung (tip cavitation), yaitu kavitasi permukaan (surface cavitation) yang terjadi di dekat ujung daun baling-baling; kavitasi pusaran (vortex cavitation), yaitu kavitasi yang terjadi di dalam inti tekanan rendah pusaran ujung (tip vortex) baling-baling.
- akar daun (root fillet) Contoh : Kavitasi pangkal daun (root cavitation), yaitu kavitasi di dalam daerah tekanan rendah di pangkal daun baling-baling.
- daerah antara daun dan tabung baling-baling
- hub atau konis (cone) Contoh : Kavitasi hub atau kavitasi pusaran hub (hub vortex cavitation), yaitu kavitasi di dalam

pusaran yang ditimbulkan oleh daun baling-baling pada hub. Jika baling-baling tersebut dianggap sebagai sayap maka akan diketahui bahwa di sebelah dalam atau di ujung hub pasti juga timbul pusaran. Tetapi karena rendahnya kecepatan penampang hub maka semakin dekat dengan pangkal daun sirkulasinya akan semakin berkurang dan pusarannya akan menjadi lebih lemah. Tetapi dalam kondisi beban yang tinggi pusaran demikian itu akan timbul pusaran hub yang menyusur ke belakang. Bentuknya seperti tali yang dipuntir dengan jumlah pilin yang sama dengan jumlah daun baling-baling.

Menurut letak penampang daun baling-baling tertentu, misalnya penampang di tengah (midchord).

Tepi depan
Tepi ikut

Dalam kaitan ini, kavitasi pusaran ikut (trailing vortex cavitation) harus pula disebutkan. Kavitasi ini adalah kavitasi yang terus-menerus ada di dalam inti tekanan rendah pusaran ikut di dalam aliran yang meninggalkan baling-baling.

Alas
Sisi hisap (punggung)

Contoh : Kavitasi punggung (back side cavitation) adalah kavitasi yang terjadi pada punggung (sisi hisap) daun baling-baling.

Sisi tekanan (muka)

Contoh : Kavitasi muka (face cavitation) adalah kavitasi pada sisi tekanan (muka) daun baling-baling. Kavitasi ini umumnya ditimbulkan akibat kema baling-baling yang demikian tepa hingga sudur pukol tekal daun baling-baling itu sangat negatif.

Antara baling-baling dan badan kapal

Kavitasi pusaran antara baling-baling dan badan kapal (propeller-hull vortex cavitation) diartikan sebagai pusaran pusaran ujung daun baling-baling yang dalam interval tertentu merentang hingga mencapai permukaan badan kapal.

Jika ada kavitasi yang meluas (developed) maka ukuran kavitasi dapat dinyatakan dalam ukuran benda, misalnya, dengan menyatakannya menurut luas daun baling-baling yang diselimuti oleh suatu jenis kavitasi tertentu.

Struktur kavitasi dapat dinyatakan sebagai berikut :

Kavitasi lembaran (umumnya tipis, halus, tembus pandang, umumnya stabil, tidak stabil hanya di dalam medan arus ikut atau di dalam aliran yang miring)

Kavitasi bercak (bentuk khusus kavitasi lembaran; sempit, melekat pada permukaan, timbul pada bercak kekasaran yang terpencil atau pada bagian permukaan yang cacat)

Kavitasi garis (bentuk khusus kavitasi bercak; sempit, umumnya sejajar satu sama lain dan timbul pada bercak kekasaran yang terpencil atau pada bagian tepi depan daun yang cacat)

Kavitasi awan (di bagian belakang atau ujung patah kavitasi lembaran yang tak stabil di dalam medan arus ikut, massa dari rongga transien, umumnya terkait dengan erosi)

Kavitasi gelembung (terpencil, bergerak)

Kavitasi pusaran

Gambar yang menunjukkan contoh dari berbagai jenis kavitasi dapat dilihat di kepustakaan; lihat, misalnya, ITTC (1978, halaman 310).

Dinamika rongga kavitasi dapat dikategorikan sebagai :

Tunak (atau lebih baik, kuasi-tunak)

Tak tunak

Tidak menetap

Transien atau bergerak

Menempel (secara tetap atau berlangsung dalam interval waktu, dalam bentuk kavitasi yang mengembang sebagian atau sepenuhnya atau sebagai sejumlah pusaran)

Bergerak mengikut (misalnya, kavitasi pusaran)

Karakteristik dinamis aliran yang mengalami kavitasi dapat dinyatakan dengan memakai notasi berikut ini :

Lapisan batas laminar

Lapisan batas turbulen

Aliran tunak

Aliran tak tunak

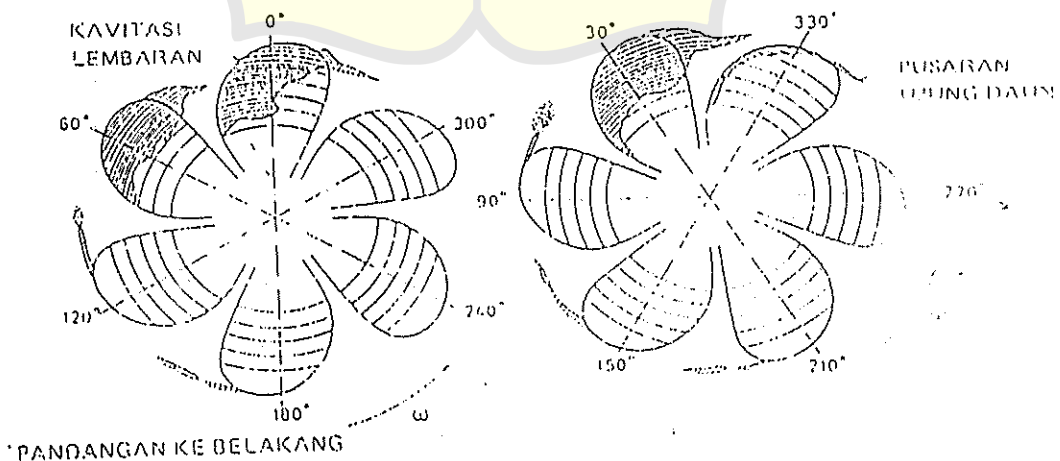
Aliran yang mengalami pemisahan

Pusaran bebas

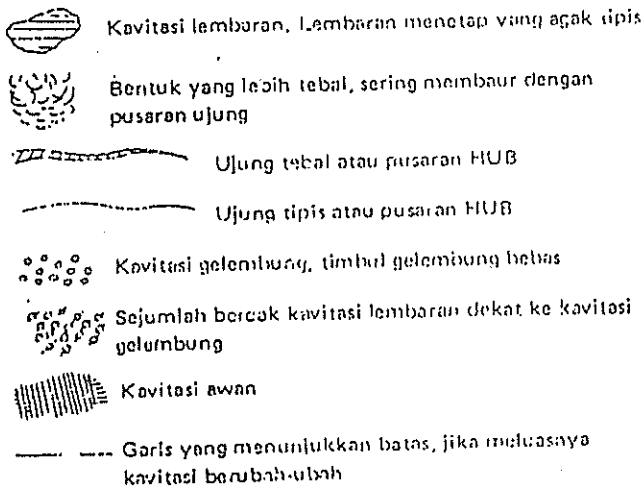
Lapisan geser (shear layers)

Aliran arus ikut (seragam, tak seragam)

Jika dipakai cara pengamatan yang tidak berdasarkan langsung dari penglihatan mata (misalnya, fotograf berkecepatan tinggi, holografi, penyebaran sinar metode Schlieren, metode akustik) maka jenis kavitas dapat dinyatakan memakai istilah khusus. Contoh penjelasan gambar kavitasi pada baling-baling berdaur enam untuk kapal pengangkut peti kemas berkecepatan tinggi diberikan di Gb. 6.6.3. Sering bahwa sketsa dalam bentuk demikian itu diberikan oleh pihak laboratorium kepada pihak pemilik kapal atau pihak galangan. Penyajian pola kavitasi secara skematis seperti itu masih belum distandarkan sepenuhnya, tetapi banyak galangan yang memakai notasi yang ditunjukkan di Gb. 6.6.4.



Gambar 6.6.3. Contoh hasil uji kavitasi dengan memakai model baling-baling kapal pengangkut peti kemas.



Gambar 6.6.4. Skema penyajian pola kavitasi.

terowongan kavitasi (lihat Bab 3, 3.3), serta dapat dicarikan pula jalan keluar untuk mengurangi, bahkan barangkali menghindari sama sekali, pengaruh kavitasi yang merusak itu.

Untuk menentukan karakteristik unjuk kerja baling-baling pada berbagai angka kavitasi yang berbeda dapat dipakai terowongan kavitasi yang konvensional. Karakteristik tersebut digambarkan dengan cara yang sama seperti halnya hasil dari uji baling-baling terbuka, hanya saja untuk masing-masing harga angka kavitasi σ akan diperoleh perangkat kurva yang terpisah (lihat Gb. 6.6.5).

Kerusakan akibat kavitasi terjadi karena tumbukan (impact) ketika rongga kavitasi mengempis, dan gaya tumbuk (impact force) ini dianggap berasal dari sejumlah gelombang kejut (shock waves) atau pancaran mikro (microjets). Alasan untuk gelombang kejut tersebut didukung oleh suatu laporan yang sistematis mengenai perhitungan tekanan untuk rongga kavitasi yang mengempis dan dengan percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan perkiraan harga tekanan kempis yang terbesar. Tekanan kempis terbesar akan tidak kurang 10^9 N/m². Alasan untuk pancaran mikro tersebut didasarkan pada hasil pengamatan; yaitu bahwa gelembung itu tumbuh dan mengempis secara tidak simetris di dekat permukaan benda padat dan ketika pengempisan berlangsung timbul pancaran dengan kecepatan yang sangat tinggi yang menumbuk kuat-kuat permukaan benda padat tadi.

6.6.4. Pengaruh kavitasi yang merusak

Kavitasi pada baling-baling kapal mempunyai beberapa pengaruh yang merusak. Pertama, efisiensi baling-baling akan berkurang. Ini berarti bahwa dengan daya mesin penggerak yang sama baling-baling yang mengalami kavitasi akan memberikan kecepatan kapal yang lebih rendah daripada baling-baling yang bekerja tanpa kavitasi. Dengan adanya kavitasi maka baling-baling akan tidak bekerja di dalam air yang homogen tetapi di dalam cairan yang tercampur dengan uap dan gas, dan ini menurunkan daya propulsi.

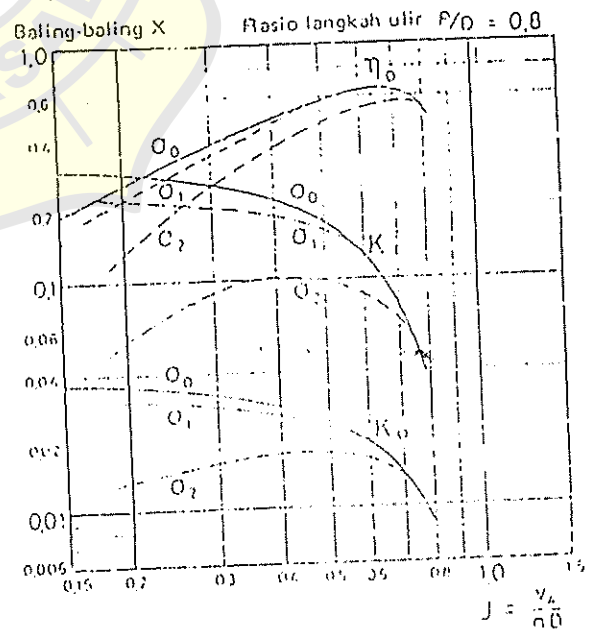
Kedua, kavitasi dapat menyebabkan erosi pada bahan. Seperti yang disebutkan di 6.6.2 pengempisan gelembung kavitasi akan menghasilkan tekanan yang sangat tinggi yang kadang-kadang dapat menyebabkan kerusakan yang parah pada bahan. Cara yang menyebabkan terjadinya kerusakan itu sendiri tidak dapat dipahami sepenuhnya, tetapi barangkali karena adanya hubungan fisik kimia-metalurgi yang timbul balik. Erosi baling-baling kapal dapat dibedakan ke dalam dua kelas :

1. Keausan umum atau pengasaran yang meliputi daerah yang cukup luas.
2. Erosi cepat dan burik (pitting) pada luasan setempat.

Erosi pada daun baling-baling dapat menyebabkan turunnya efisiensi baling-baling.

Ketiga, kavitasi dapat menyebabkan getaran dan bunyi, dan ini sering merupakan sumber masalah yang besar, misalnya pada kapal tangki yang mempunyai daya mesin yang besar.

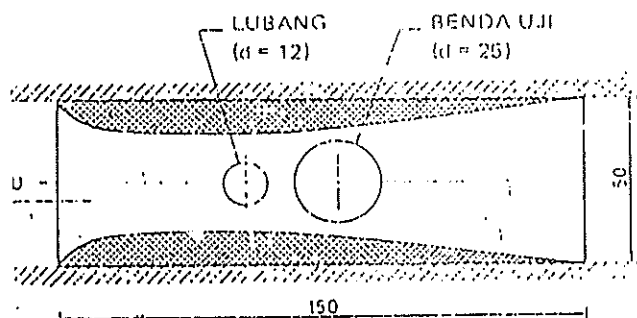
Masalah ini dapat dipelajari dengan melakukan percobaan memakai sejumlah model yang sesuai di



Gambar 6.6.5. Kurva karakteristik untuk baling-baling di d: terowongan kavitasi. σ_0 adalah angka kavitasi pada tek: atmosfer.

Banyak percobaan yang telah dilakukan untuk membandingkan tabanan relatif dari berbagai bahan dengan kerusakan akibat erosi. Diperkenalkan konsep kekuatan erosi (erosion strength). Konsep ini telah berhasil dipakai sekalipun cara penyaluran energi ke bahan sangat beraneka ragam. Cukup banyak pula upaya yang telah dilakukan untuk mencari hubungan antara beberapa sifat mekanis bahan baling-baling yang dapat langsung diukur dengan kemampuan bahan tersebut dalam menahan kerusakan akibat erosi, dengan percobaan kavitasi, tumbukan (impingement), atau lainnya. Dalam pelaksanaan pengujian, erosi pada benda uji di dalam fluida dapat ditimbulkan dengan aliran menggetarkan benda tersebut, misalnya, seperti yang diajukan dalam "Standard Method of Vibratory Cavitation Erosion Test". (Metode Standar untuk Pengujian Kavitasi dengan Gerakan) (ASTM, 1972).

Pengujian demikian itu dapat dilakukan di tempat yang mempunyai fasilitas untuk foil yang berputar, di tempat yang mempunyai apparatus untuk diskus yang berputar (Dashnaw dan kawan-kawan, 1980), atau di saluran aliran air dengan sirkulasi tertutup (Hansson dan Mørch, 1977). Bagian pengujian dari fasilitas tersebut mempunyai alat pemegang benda uji (specimen holder). Di alat ini benda akan diuji disisipkan demikian rupa sehingga merupakan bagian dari dinding induk (central wall) yang mulus. Gambar 6.6.6 menunjukkan buah alat pemegang benda uji. Aliran melewati ke dua sisi dinding tersebut secara simetris. Sebuah lubang di dalam dinding tersebut akan menimbulkan rongga kavitasi di dekat benda di dalam aliran yang menuju benda (upstream). Dengan mengatur tekanan dalam ruang tekanan kempis dan kecepatan aliran maka rongga tersebut akan mengempis di dekat permukaan benda uji. Salah satu cara untuk mengalibrasi berbagai keadaan kerusakan akibat kavitasi adalah dengan memakai aloi nikel yang kekuatan dan kekerasannya ditentukan lebih dulu sebagai bahan standar. Secara umum dapat diperhatikan bahwa semakin keras, kuat, dan kaku (modulusnya besar) material itu semakin tahan terhadap kerusakan akibat erosi.



Gambar 6.6.6: Pemegang benda uji.

Untuk dapat memperkirakan erosi baling-baling dengan cara yang dapat diandalkan maka telah dikembangkan suatu cara yang disebut teknik "permukaan lunak" (soft surface). Karena erosi kavitasi menjadi cepat ketika mencapai intensitas kritis maka pemakaian lapisan permukaan (coating) yang lunak yang intensitasnya pada model yang dipakai disesuaikan dengan skala model itu akan dapat memberikan kriteria yang memuaskan. Permukaan yang dipakai untuk model baling-baling dapat bervariasi dari aloi aluminium anoda dan timah lunak murni hingga tinta yang dipakai dalam rekayasa untuk membuat cetakan biru, tinta stensil, dan tinta bolpoint. Proses erosi pada permukaan yang dibuat dari bahan metal dapat memakan waktu beberapa hari, sedangkan pengujian dengan memakai lapisan dari tinta stensil akan dapat diselesaikan dalam waktu 5 menit saja. Metode permukaan lunak dengan waktu uji yang tepat terbukti memberikan petunjuk mengenai erosi pada skala penuh (benda yang sebenarnya) yang dapat dipercaya, dan memberikan perkiraan letak erosi yang lebih tepat daripada yang diperkirakan berdasarkan metode visual.

Badan kapal mendapatkan eksitasi dari baling-baling terutama dalam dua cara : (1) Beban daun baling-baling yang tidak lunak dapat disalurkan ke badan kapal melalui poros (gaya bantalan = bearing forces) dan (2) medan tekanan yang mengikuti kisaran daun baling-baling disalurkan melalui air ke badan kapal, menyebabkan timbulnya tekanan getas pada pelat badan kapal (gaya permukaan = surface forces). Hasil percobaan menunjukkan bahwa dalam kondisi tidak ada kavitasi kedua jenis gaya tersebut mempunyai besaran yang hampir sama. Karena adanya kavitasi tak lunak yang ekstensif pada baling-baling sebagian besar kapal niaga maka gaya permukaan umumnya beberapa kali lebih besar daripada gaya bantalan. Dengan demikian maka besarnya gaya permukaan sebagian besar ditentukan oleh perilaku kavitasi yang ada pada baling-baling yang bersangkutan. Jika akan menentukan gaya ini dengan percobaan model maka percobaan tersebut harus dilakukan di tempat yang mempunyai fasilitas demikian rupa sehingga model baling-baling tersebut akan bekerja dan mengalami kavitasi di dalam medan arus ikat dengan kondisi yang sedapat mungkin sama dengan kondisi yang sebenarnya. Jenis fasilitas berikut ini dapat dipakai untuk pengujian demikian itu :

1. Terowongan kavitasi konvensional (lihat Gb. 3.3.1B); medan arus ikat ditimbulkan dengan memakai beberapa model badan belakang (model tiruan = dummy models) yang dikombinasikan dengan jala

2. Terowongan kavitasi yang tempat (ruang) ujinya mempunyai panjang dan luas yang dapat menampung model yang lengkap yang diperlukan untuk menimbulkan medan arus ikut (lihat Gb. 3.3.1C).
3. Fasilitas yang dapat dipakai untuk melakukan pengujian di permukaan air bebas (lihat Gb. 3.3.1D dan Gb. 3.3.1G).

Fluktuasi tekanan dapat diukur dengan transduser ekanan yang dipasang rata dengan permukaan badan kapal. Transduser tersebut dibuat dalam bentuk silinder dengan garis tengah sekitar 20 mm dan tinggi sekitar 5 mm. Perpindahan relatif antara inti ferit (ferrite core) yang dipasang pada membran dengan kumparan yang lipasang di dalam tempat transduser diukur dengan memakai jembatan elektrik.

Jika bukan getaran tetapi bunyi akibat kavitasi yang merupakan obyek yang dikehendaki maka transduser ekanan tersebut diganti dengan hidropon (hydrophone). Dalam hal ini skala merupakan masalah yang sangat rumit, dan harus dipakai beberapa anggapan. Sebagai anggapan dasar adalah pola kavitasi pada nodul dan pola kavilasi dalam skala penuh keduanya memenuhi kesamaan geometris. Anggapan ini mempunyai pengertian bahwa jari-jari masing-masing gelembung berbanding lurus dengan faktor skala. Selain itu, lingkup daerah meluasnya gelembung kavitasi dan distribusi ukuran relatifnya yang timbul pada model dianggap sama dengan yang timbul pada skala penuh. Dari anggapan itu maka banyaknya gelembung yang timbul pada daun model baling-baling pada suatu posisi sudut dianggap sama dengan banyaknya gelembung yang timbul pada daun baling-baling yang sebenarnya pada posisi itu. Berikut ini akan dibahas lebih lanjut mengenai masalah itu.

6.5. Prosedur Uji Model di dalam Terowongan Kavitasi.

Beberapa fasilitas yang dapat dipakai untuk melakukan uji kavitasi dengan memakai model dibahas di Bab 3, 2. Pengujian kavitasi harus dilakukan demikian rupa sehingga semua gaya spesifik (seperti misalnya gaya orong dan gaya torsi) yang bekerja pada model mirip dengan yang bekerja pada obyek dalam skala penuh. Karena itu syarat berikut ini harus dipenuhi :

- .. Kesamaan geometris.
- .. Kesamaan kinematis.
- .. Kesamaan dinamis.

Menurut butir 1 maka model tersebut harus merupakan obyek yang sebenarnya yang diperkecil dalam suatu skala. Secara umum model baling-baling hampir merupakan jiplakan dari baling-baling yang sebenarnya. Begitu pula halnya dengan badan kapal, tetapi karena terbatasnya ukuran terowongan kavitasi atau fasilitas maka kondisi lingkungan di sekeliling model skala tidak dapat sama seperti kondisi lingkungan sebenarnya yang diperkecil dalam skala itu. Pasti akan ada masalah mengenai permukaan bebas dan akan ada pengaruh dinding terowongan. Contohnya, gelombang tekanan yang ditimbulkan oleh masing-masing rongga kavitasi akan dipantulkan dari dinding terowongan. Dengan demikian maka sinyal yang dicatat oleh transduser pada badan model adalah jumlah dari sinyal dari gelombang tekanan yang ditimbulkan langsung oleh rongga kavitasi dengan sinyal dari gelombang tekanan yang dipantulkan dari dinding terowongan. Agar sinyal dari gelombang tekanan yang dipantulkan dari dinding demikian itu dapat dikontrol maka kondisi pemantulan dari dinding terowongan harus diperhitungkan dalam prosedur kalibrasi.

Kesamaan kinematis (butir 2) akan terpenuhi jika kecepatan pada sisi model dan kecepatan pada sisi obyek yang sebenarnya semuanya mempunyai arah yang sama. Maka

$$\frac{V_{Am}}{n_m D_m} = \frac{V_{As}}{n_s D_s} \quad (6.6.11)$$

$$J_m = J_s \quad (6.6.12)$$

$$V_{Am} = \frac{n_m}{n_s} \frac{V_{As}}{\lambda} \quad (6.6.13)$$

V_A adalah kecepatan maju baling-baling, n laju kisanan, D garis tengah baling-baling, J angka maju, dan rasio skala. Huruf m dan s yang ditulis di bawah masing-masing menunjukkan bahwa kuantitas tersebut berlaku untuk model dan untuk kapal. Ini juga berarti bahwa distribusi arus ikut pada model skala harus seperti distribusi arus ikut di belakang buritan baling-baling pada kapal yang sebenarnya. Medan arus ikut dapat ditimbulkan dengan memakai model kapal yang lengkap yang diletakkan di dalam tempat uji di terowongan kavitasi atau dengan memakai sejumlah model badan belakang yang dikombinasikan dengan memakai jala.

Untuk kesamaan dinamis (butir 3) hukum Froude dan hukum Reynolds harus dipenuhi :

$$V_{Am} = \frac{V_{As}}{\sqrt{\lambda}} \quad (\text{hukum Froude}) \quad (6.6.14)$$

$$V_{Am} = V_{As} \lambda \quad (\text{hukum Reynolds}) \quad (6.6.15)$$

dalam percobaan model terjadi kavitas maka naan dinamis tersebut juga mensyaratkan agar (a) m kesamaan angka kavitas, (b) hukum Weber, c) pengaruh kandungan udara di dalam air pada nena kavitas, harus pula diperhitungkan. ituk butir (a) diperlukan, antara model dan , fenomena kavitas yang sama dan resiko kavitas sama. Fenomena kavitas yang sama berarti

$$\left(\frac{\rho - \rho_0}{\frac{1}{2} \rho U^2} \right)_m = \left(\frac{\rho - \rho_0}{\frac{1}{2} \rho U^2} \right)_s \quad (6.6.16)$$

$$\frac{\Delta p_m}{q_m} = \frac{\Delta p_s}{q_s} \quad (6.6.17)$$

resiko kavitas yang sama berarti

$$\left(\frac{p_0 - p_v}{q} \right)_m = \left(\frac{p_0 - p_v}{q} \right)_s \quad (6.6.18)$$

$$\sigma_{vm} = \sigma_{vs} \quad (6.6.19)$$

ini menunjukkan bahwa angka kavitas untuk l harus sama dengan angka kavitas untuk skala h. Simbol yang dipakai dalam Pers. (6.6.16) – 19) telah dijelaskan sebelumnya; juga lihat alasan mengenai Pers. (6.6.1) – (6.6.9). Selanjutnya ulkan kesamaan dalam tegangan permukaan nambung kavitas. Ini memerlukan kesamaan dalam a Weber W untuk rongga yang serupa :

$$W = \frac{\rho U^2 l}{\tau} \quad (6.6.20)$$

alah tegangan permukaan, ρ massa jenis fluida, U patan, l panjang karakteristik, dapat berupa garis ah gelembung. Dengan memakai yang disebut laritas kinematis (kinematic capilarity)

$$\tau = \frac{\gamma}{\rho} \quad (6.6.21)$$

maka berdasarkan hukum Weber

$$U_m = U_s \sqrt{\frac{\kappa_m}{\kappa_s}} \sqrt{\lambda} \quad (6.6.22)$$

U_m adalah kecepatan air di dalam tempat uji di terowongan kavitas.

Jelas bahwa kelima syarat yang disebutkan tadi :

$$(6.6.13) : U_m = c_1 U_s \lambda^{-1} \quad (J_m = J_s) \quad (6.6.23)$$

$$(6.6.14) : U_m = c_2 U_s \lambda^{-1/2} \quad (\text{Froude})$$

$$(6.6.15) : U_m = c_3 U_s \lambda \quad (\text{Reynolds})$$

$$(6.6.19) : U_m = c_4 U_s \quad (\sigma_{vm} = \sigma_{vs})$$

$$(6.6.22) : U_m = c_5 U_s \lambda^{1/2} \quad (\text{Weber})$$

dalam pelaksanaan pengujian di terowongan kavitas, tidak dapat dipenuhi secara serentak. U adalah kecepatan aliran pada profil baling-baling, λ rasio skala, dan $c_1 - c_5$ merupakan koefisien yang berbeda. Persamaan (6.6.13), kesamaan angka maju, harus selalu dipenuhi. Persamaan (6.6.19), kesamaan angka kavitas, harus juga dipenuhi untuk menjamin adanya kesamaan dalam fenomena kavitas. Umumnya hukum Froude diabaikan seperti halnya dalam uji baling-baling terbuka yang biasa.

Harga angka Reynolds tidak boleh terlalu rendah. Jika harga angka Reynolds rendah maka akan ada resiko bahwa sebagian besar dari baling-baling model yang bersangkutan akan mempunyai aliran laminar, sedangkan yang skala penuh akan mempunyai aliran turbulen. Harga angka Reynolds terendah yang dapat dipakai tidak dapat digunakan untuk mendapatkan suatu kriteria. Harga angka Reynolds yang diperlukan sangat tergantung pada jenis dan ukuran profil baling-baling dan juga pada medan arus ikut. Secara kasar dapat dikatakan bahwa baling-baling yang mempunyai garis tengah 200 – 250 mm sebaiknya dioperasikan pada laju kisaran yang tidak kurang dari 25 – 30 kisaran per detik, dan ini berarti angka Reynolds sebesar sekitar 10^6 . Dalam hal ini angka Reynolds didefinisikan sebagai

$$R_n = \frac{C_{0,75R} \sqrt{V_A^2 + (0,75 \pi n D)^2}}{\nu} \quad (6.6.24)$$

$C_{0,75R}$ adalah lebar daun baling-baling pada $0,75R$, R jari-jari baling-baling, D garis tengah, n laju kisaran, V_A kecepatan maju baling-baling, dan ν koefisien viskositas kinematis.

Angka Reynolds juga dapat didefinisikan sebagai

$$R_n = 5,3 \frac{A_E/A_0}{Z} \frac{nD^2}{\nu} \quad (6.6.25)$$

samaan ini memberikan harga angka Reynolds yang hampir sama dengan yang diberikan oleh Pers. (6.6.24). A_E/A_0 adalah luas bentang daun baling-baling, A_0 luas busur, Z banyaknya daun baling-baling, dan n , D , serta ν seperti dalam Pers. (6.6.24).

Mengenai hukum Weber, sekalipun harga kritis angka Reynolds dilampaui kecepatan dalam pelaksanaan percobaan umumnya tidak akan cukup untuk dapat memenuhi hukum Weber tersebut. Selain itu, penggunaan gas di dalam air yang berada di terowongan kavitasi juga merupakan hal yang penting. Untuk mendapatkan hasil pengamatan yang tepat mengenai fenomena kavitasi air tersebut harus mempunyai kandungan gas yang sesuai.

Di bagian atas terowongan terdapat kubah (dome) yang berisi air yang mempunyai permukaan bebas (lihat Gambar 3.3.2) dan udara di atas permukaan air di bawah kubah dapat dipompa keluar dengan memakai pompa vakuum hingga dicapai tekanan statis di tengah model kapal dengan yang dikeluarkannya. Setelah beberapa saat kandungan gas di dalam air tersebut juga statis akan tetap. Sebagai ukuran kandungan gas dipakai rasio kandungan gas, yaitu rasio antara gas terlarut dan tak larut di dalam cairan yang diuji dengan kandungan gas di dalam cairan jenuh (saturated) pada tekanan dan temperatur standar.

$$\alpha_s = \frac{\alpha}{\alpha_s} \quad (6.6.26)$$

Kandungan gas di dalam cairan dapat dalam keadaan jenuh atau tak larut. Sebagaimana disebutkan di 6.6.1, terjadinya kavitasi diduga ada kaitannya dengan perubahan keadaan tak larut yang dikandung di dalam air. Agar di dalam air terdapat inti dalam jumlah yang cukup untuk dapat mengawali terjadinya kavitasi dan menyebabkan kavitasi dapat tumbuh, kandungan gas dalam air tersebut harus melebihi harga batas tertentu biasanya $\alpha_s = 0,3$. Jika kandungan gas menjadi lebih rendah daripada harga batas tersebut maka pertumbuhan tebal rongga kavitasi yang terjadi akan terhambat dan fluktuasi tekanan pada badan model kapal akan terlalu rendah.

Untuk percobaan dilakukan di terowongan kavitasi tempat ujinya mempunyai panjang dan luas yang cukup untuk menampung model yang lengkap maka dapat diharapkan bahwa harga fluktuasi tekanan yang dicatat dari hasil percobaan tersebut akan lebih tepat daripada

hasil yang dicatat dari terowongan yang lebih kecil. Selain itu, jika medan arus ikut seluruhnya hanya ditimbulkan oleh badan model saja tanpa kontribusi dari jala maka dapat diharapkan bahwa interferensi antara baling-baling dan badan kapal yang penting yang dihasilkan dengan cara itu adalah benar.

Fasilitas yang mempunyai permukaan bebas seperti terowongan jenis D dan G (Gib. 3.3.1) dapat diharapkan memberikan keuntungan tambahan sebagai berikut :

1. Distribusi arus ikut yang dihasilkan agak lebih baik daripada yang dihasilkan di fasilitas tanpa permukaan bebas.
2. Percobaan dengan kondisi balas, yaitu baling-baling berada didekat permukaan air, dapat dilakukan.

Di lain pihak pemakaian fasilitas dengan permukaan bebas tersebut juga memberikan kerugian :

1. Karena adanya permukaan bebas maka kecepatan model harus sesuai dengan hukum Proudman. Ini berarti bahwa kecepatan aliran akan agak rendah ($1 - 3$ m/detik). Agar dapat membuat angka kavitasi yang benar diperlukan tekanan statis yang sangat rendah di dalam terowongan kavitasi. Tekanan rendah ini dapat menyulitkan pengadaan inti dalam jumlah yang cukup atau spektrum inti yang sesuai untuk dapat menghasilkan bentuk kavitasi yang "benar." Untuk mengatasi kesulitan ini maka inti harus diadakan secara rekaman, misalnya dengan memasukkan udara ke dalam air atau dengan cara elektrolisis.
2. Keterbatasan kecepatan berarti rendahnya angka Reynolds. Ini akan menyebabkan tidak sesuainya pola kavitasi yang dihasilkan di terowongan dengan pola kavitasi dalam skala penuh. Masalah ini dapat diatasi sebagian dengan memakai model kapal yang lebih besar daripada yang umumnya dipakai ditangki percobaan (12 m dibandingkan dengan 6 - 8 m).

Dalam hal tertentu terowongan kavitasi harus dikalibrasi. Melalui the International Towing Tank Conference (ITTC) telah dilakukan perbandingan hasil percobaan dari berbagai terowongan. Dengan begitu maka masing-masing laboratorium dapat memeriksa ketepatan fasilitasnya. Beberapa laboratorium membandingkan foto yang diambil dari inti kavitasi dengan foto erosi baling-baling kapal yang diamati dalam pengedokan. Ini merupakan cara yang baik sekali untuk mengkalibrasi terowongan kavitasi. Pemerolehan kavitasi pada skala penuh dan pada model yang diambil dengan kecepatan tinggi juga dapat menyediakan informasi yang berguna.

kekalipun masih banyak masalah yang belum dapat dipecahkan sepenuhnya mengenai pelaksanaan uji model di terowongan kavitasi, percobaan demikian itu dapat memberikan banyak informasi dan petunjuk mengenai berbagai pengaruh yang merusak dari kavitasi.

6. Kriteria untuk Pencegahan Kavitasi

Untuk menyiapkan proposal awal untuk kapal baru hal yang ingin diketahui oleh pihak arsitek kapal dalam hal ini adalah ukuran utama dan karakteristik baling-baling. Baling-baling harus demikian rupa hingga tidak terjadi kavitasi yang merusak; karena itu, perlunya kriteria sederhana untuk memprakirakan adanya kavitasi. Kriteria demikian itu dapat didasarkan pada gaya dorong baling-baling rata-rata per satuan luas proyeksi permukaan daun dalam hubungannya dengan angka kavitasi, kadang-kadang angka kavitasi setempat. Burill (1943) memakai koefisien yang τ_c yang didefinisikan sebagai

$$\tau_c = \frac{T/A_p}{\frac{1}{2}\rho(V_R)^2} = \frac{T/A_p}{q_{0,7R}} \quad (6.6.27)$$

- T = gaya dorong baling-baling
- A_p = luas proyeksi daun
- ρ = massa jenis
- V_R = kecepatan relatif air pada 0,7 jari-jari ujung R
- $q_{0,7R}$ = tekanan dinamis pada 0,7 jari-jari ujung

diagram yang diberikan oleh Burill τ_c digambarkan berdasarkan angka kavitasi setempat pada 0,7 jari-jari :

$$q_{0,7R} = \frac{p_0 - p_v}{\sigma_{0,7R}} \quad (6.6.28)$$

- $p_0 - p_v$ = tekanan pada garis pusat baling-baling
- p_0 = tekanan sekeliling yang absolut (absolute ambient pressure)
- p_v = tekanan uap air

tekanan absolut sekitar (sekeliling) nya pada garis pusat baling-baling adalah tekanan atmosfer ditambah dengan tekanan dari kolom air di atas poros baling-baling; ini berarti

$$p_0 = atm + \rho g(T - E + \xi_A) \quad (6.6.29)$$

ρ adalah massa jenis, g percepatan gravitasi, T sarai kapal, E tinggi letak poros dari garis dasar, dan ξ_A adalah amplitudo gelombang. ξ_A dapat dianggap sekitar $0,0075L$ atau dapat diperkirakan dengan memakai diagram di Gb. 6.4.12 atau 6.4.13. l adalah panjang kapal.

Jika tekanan atmosfer sama dengan $101,3 \text{ kN/m}^2$ (atau kPa) (tekanan atmosfer standar pada permukaan laut) maka $p_0 - p_v$ pada 15°C menjadi

$$p_0 - p_v = 99,6 - 10,05(T - E + \xi_A) \quad (\text{kPa}) \quad (6.6.30)$$

p_v pada 15°C adalah sekitar 1,7 kPa. Variasi p_v terhadap suhu ditunjukkan di Gb. 6.6.7. Kurva tersebut dianggap berlaku baik untuk air tawar maupun untuk air laut.

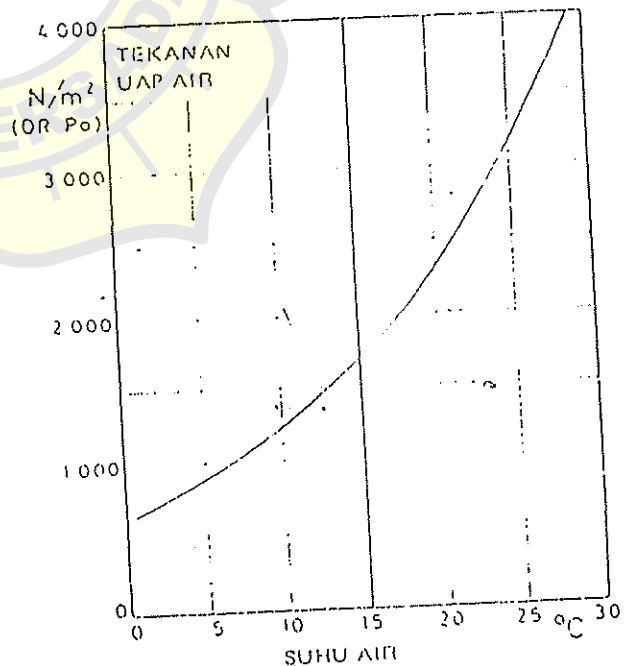
Kecepatan relatif air pada 0,7 jari-jari ujung adalah

$$V_R = \sqrt{V_A^2 + (0,7 \pi D n)^2}$$

- V_A = kecepatan maju baling-baling
- D = garis tengah baling-baling
- n = laju kisaran

Luas proyeksi daun baling-baling A_p hampir sama dengan

$$A_p = A_D(1,067 - 0,229P/D) \quad (6.6.31)$$



Gambar 6.6.7. Kurva tekanan uap air terhadap suhu.

adalah luas kembang daun baling-baling; dalam tungan kasar luas ini dapat diganti dengan luas ang daun baling-baling A_E . Gambar 6.6.8. menunjukkan salah satu kurva yang akan oleh Burrill (1943). Kurva tersebut merupakan kurva "batas atas yang disarankan untuk baling-baling kapal niaga", yaitu berarti bahwa untuk menghindari kavitasasi yang berlebihan dan erosi dalam isi pelayaran rata-rata di laut maka baling-baling yang bersangkutan harus bekerja di bawah kurva itu.

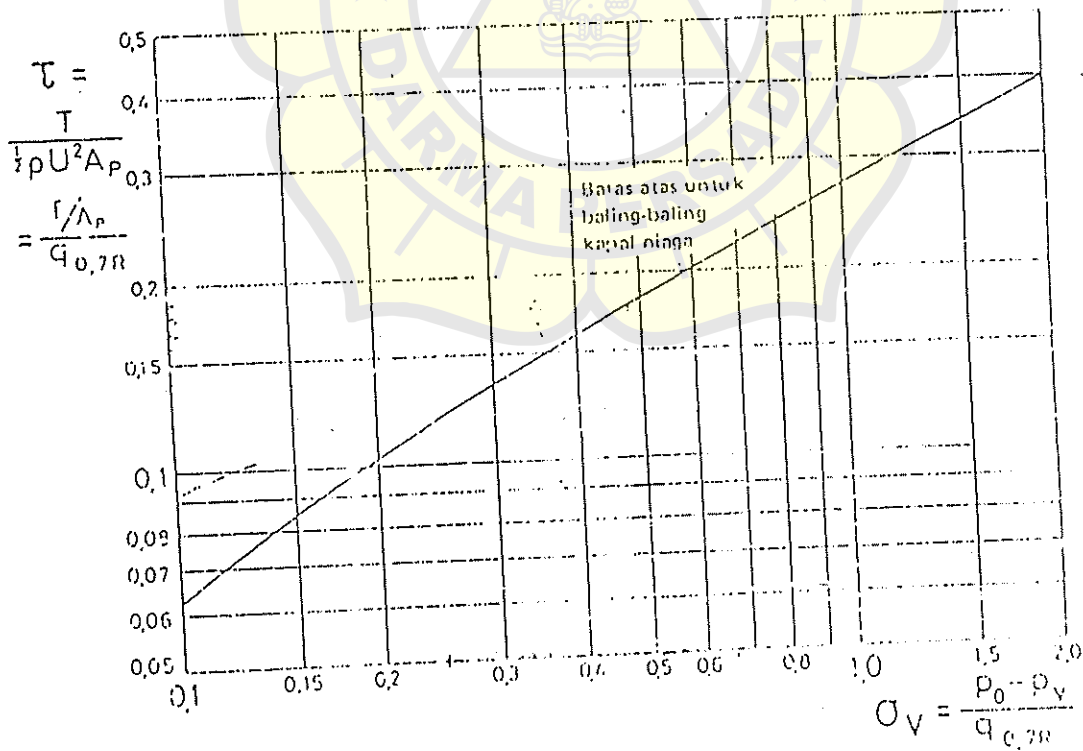
Kriteria tersebut dapat pula dinyatakan dalam syarat bahwa luas bentang yang diperlukan harus tidak kurang

dua, tiga, empat, dan lima dengan berbagai rasio luas daun dan dengan berbagai rasio langkah ulir. Hasilnya digambarkan dalam diagram (Manen, 1957b, Gb. 66 dan 67), yaitu seperti Gb. 6.6.8. Hasil tersebut menunjukkan ketergantungan kriteria kavitasasi tersebut pada parameter tadi, terutama pada rasio langkah ulir.

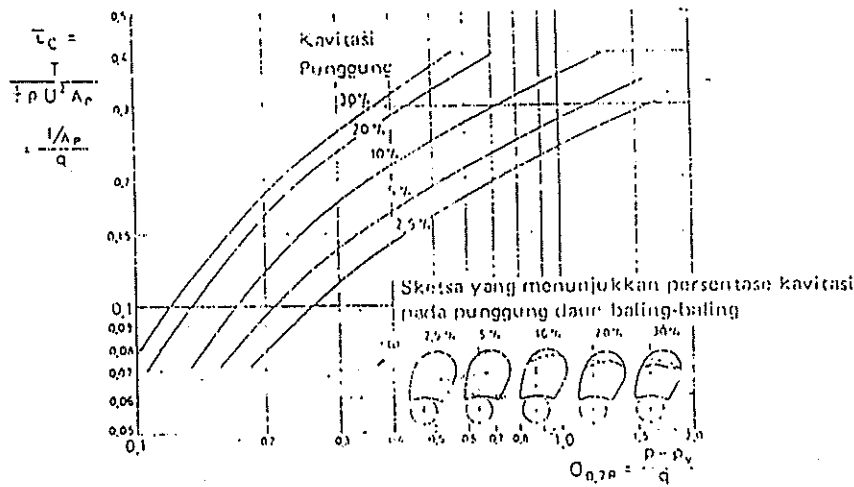
Hasil yang diberikan di Gb. 6.6.9 adalah hasil dari baling-baling berdaun empat dengan rasio luas bentang 0,60 dari seri baling-baling kapal niaga yang diuji di suatu terowongan kavitasasi (Burrill dan Emerson, 1962-1963) terhadap koefisien maju dan angka kavitasasi dalam rentang yang luas. Dalam gambar tersebut diberikan garis untuk 2,5%, 5%, 10%, 20%, dan 30% kavitasasi punggung yang timbul. Dari gambar tersebut terlihat bahwa garis batas atas untuk baling-baling kapal niaga yang ditunjukkan di Gb. 6.6.8. terletak sangat dekat dengan garis untuk 5% kavitasasi punggung. Hasil pengamatan baling-baling menunjukkan bahwa jika baling-baling tersebut bekerja pada kondisi perancangan atau pada kondisi kerja yang sesuai dengan garis 5% maka baling-baling itu akan didapatkan dalam keadaan yang cukup bersih dan bebas erosi, barangkali bukan karena mengkilapkan permukaan logam tersebut setelah beberapa tahun bekerja. Karena satu dan lain hal mengusahakan agar mendapatkan luas daun yang sekecil mungkin lebih disukai daripada mendapatkan kelebihan luas daun yang besar.

$$A_0(1,067 - 0,229P/D)(0,3\sigma_{0,7n}^{0,5} - 0,03)q_{0,7n} \quad (6.6.32)$$

adalah luas diskus baling-baling ($= \pi D^2/4$). Kriteria ini sangat kasar. Van Manen memakai teori ini untuk menghitung seri baling-baling berdaun



Gambar 6.6.8. Diagram kavitasasi (Burrill)



Gambar 6.6.9. Diagram kavitas untuk seri model baling-baling berdaun empat untuk kapal niaga.

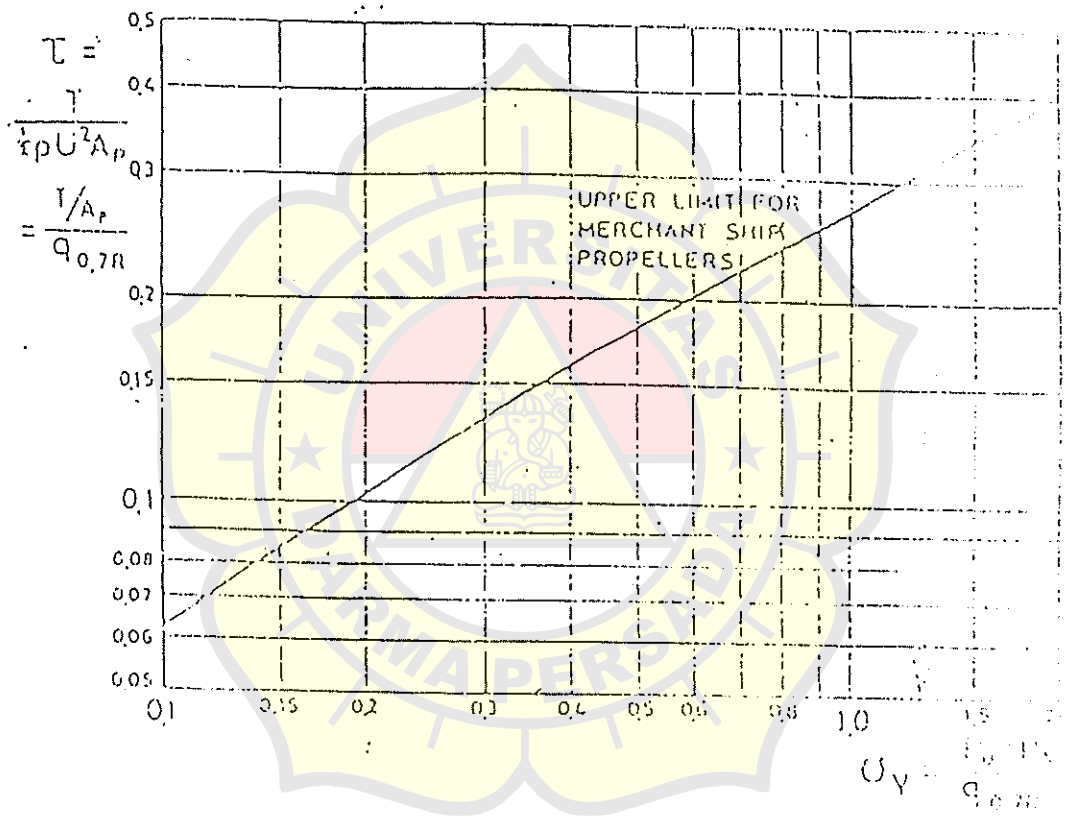
tuk merancang baling-baling dengan memakai sirkulasi (lihat Bab 6, 6.7.5) perlu lebih dulu lih garis tengah baling-baling, umumnya di- can dari diagram rancang (misalnya, Gb. 6.3.14). a itu untuk menghindari kavitasi diperlukan suatu a yang agak umum dalam pemilihan luas daun. am di Gb. 6.6.8 dapat dipakai sebagai pedoman ian itu. Jika bentuk penampang daun telah hui maka distribusi tekanan di sekeliling ipang tersebut akan dapat dihitung (lihat Bab 2, n 2.6), atau mengukurnya di terowongan angin i terowongan air. Dengan memakai teori sirkulasi sudut insiden (angle of incidence) yang sebenarnya it pengurangan yang maksimum untuk tekanan ungguang penampang dapat dicari. Tekanan yang ng tersebut kemudian dapat dibandingkan dengan an statis $p_0 - p_u$ yang ada. Sudut insiden yang arnya tergantung pada pola arus ikut di tempat anya baling-baling dan dalam satu kisaran baling- sudut tersebut akan berubah-ubah. Perhitungan ut harus dilakukan dengan memakai harga arus engeliling rata-rata pada setiap jari-jari tertentu. in demikian maka kavitasi akan terjadi pada n yang agak lebih rendah daripada yang dihitung, gga harus diberikan kelonggaran untuk itu. Sering t setelah perhitungan selesai dilakukan kemudian model baling-balingnya dan dilakukan pengujian wonggan kavitasi untuk memastikan tidak terjadi- ngaruh kavitasi yang merusak.

6.7. TEORI PERANCANGAN BALING-BALING

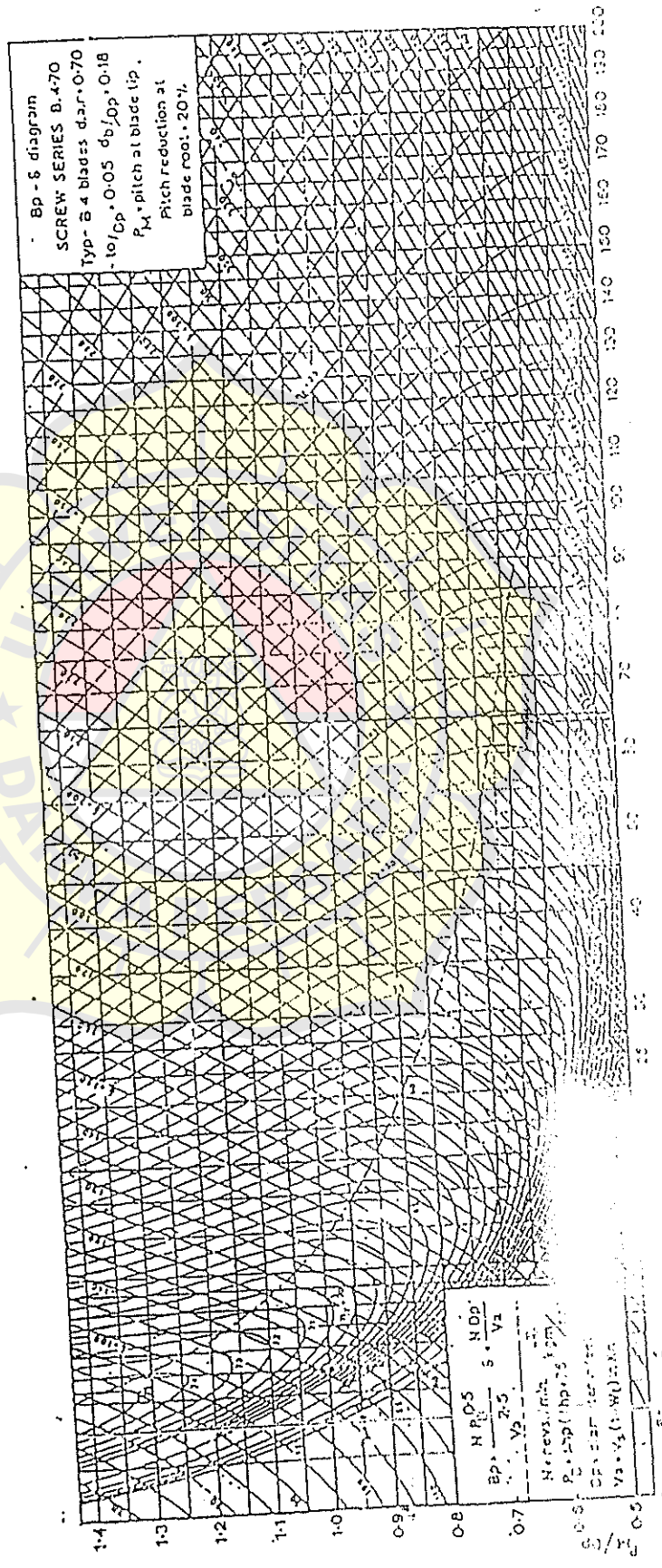
6.7.1. Pendahuluan

Telah banyak teori yang diajukan untuk menjelaskan cara sebuah baling-baling menghasilkan gaya dorong. Semua teori tersebut dikembangkan melalui pekerjaan yang sangat banyak, baik secara teoritis maupun memakai percobaan, yang dilakukan dalam cabang ilmu aerodinamika. Sekalipun demikian belum ada teori yang diajukan yang memperhitungkan semua faktor yang terlibat dalam aksi baling-baling. Selain itu, sekalipun konsep dari sebagian besar teori tersebut cukup sederhana matematikanya cukup rumit sehingga harus dipakai sejumlah anggapan tertentu untuk menyederhanakan masalahnya. Teori tersebut dapat diterapkan dalam praktek dengan memakai komputer, tetapi pemakaian teori yang akan diberikan berikut ini dan program komputer begitu saja tanpa memahaminya kadang-kadang dapat membuat malu yang besar. Karena itu, perancangan praktis baling-baling kapal yang cocok untuk kondisi yang diberikan masih sering tergantung pada hasil percobaan yang dilakukan secara sistematis dengan memakai model baling-baling; pemakaian pertimbangan yang baik merupakan hal yang hakiki. Di lain pihak, pengetahuan teoritis mengenai cara kerja baling-baling merupakan hal yang penting bagi pihak arsitek kapal untuk dapat meng- hasilkan rancang bangun baling-baling yang terbaik.

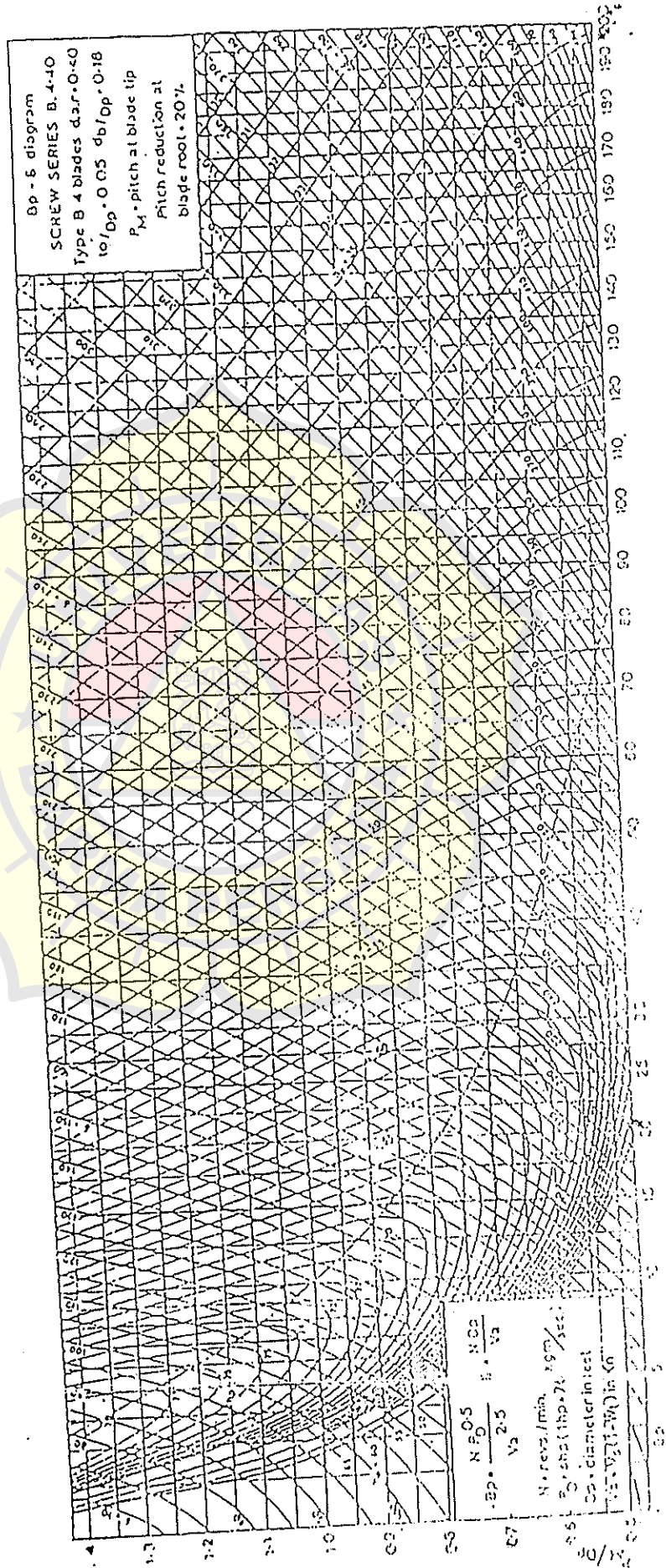
GRAFIK BURRILL



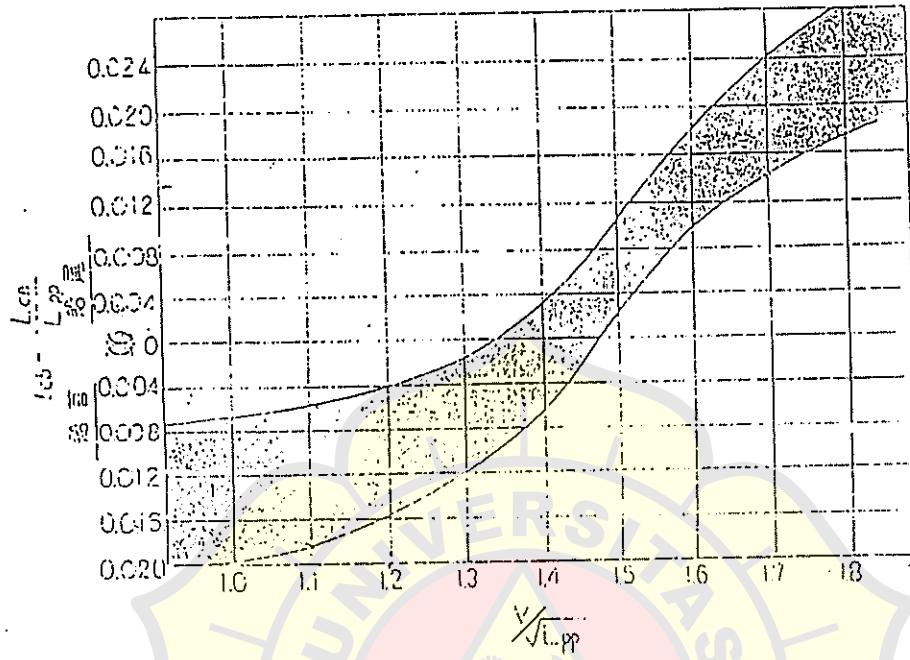
Lampiran 18. Diagram $B_p - \delta$ - Series B4-70.



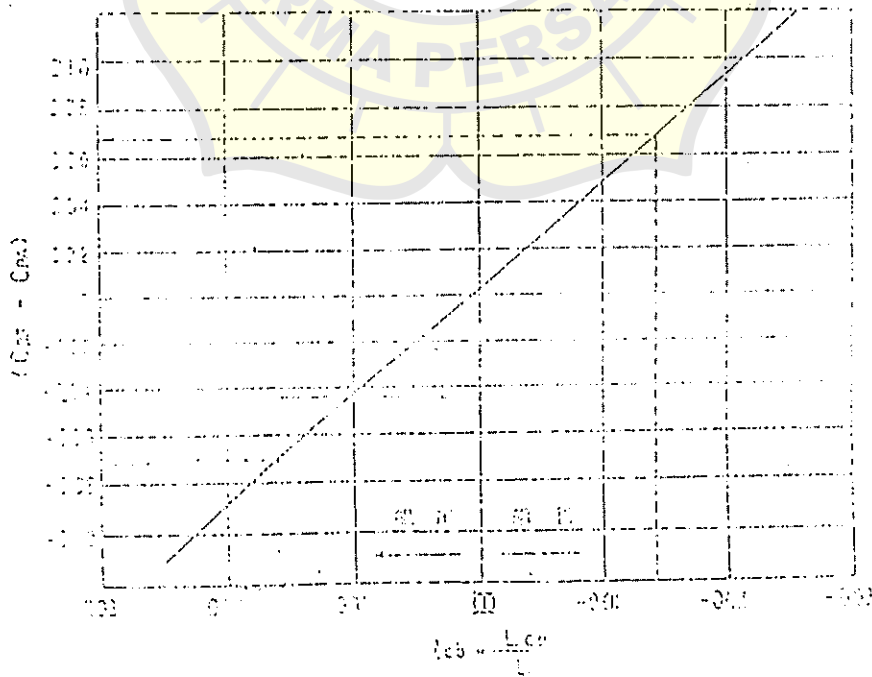
Lampiran 16. Diagram Bp - δ - Series B4-40



Lampiran 3. Diagram untuk menentukan letak LCB



Lampiran 4. Diagram untuk menentukan koefisien depan dan belakang ($CpL - Cpa$)



Marvald disajikan untuk kapal-kapal yang besar dimana coefficient penampang tengah kapal C_m harganya mendekati 1,0.

Lebar kapal B juga berpengaruh terhadap aliran potential yang menyelubungi badan kapal. Oleh karenanya harga perbandingan L/B merupakan salah satu parameter lain dalam pembuatan diagram aliran wake.

Untuk kapal-kapal samodera dimana harga perbandingan B/d disekitar 2,5 dimana diagram Marvald di tujukan untuk kapal-kapal tersebut pengaruh B/d kepada aliran wake tidak besar. Maka parameter B/d diabaikan.

Bentuk dari penampang2 melintang badan kapal dibagian belakang merupakan salah satu faktor yang tidak dapat diabaikan dalam pengaruhnya terhadap aliran wake. Suatu perbandingan antara aliran dua dan tiga dimensi menunjukkan bahwa aliran wake akan makin sedikit bilamana aliran tersebut condong kearah aliran tiga dimensi. Dengan kesimpulan itu maka dapatlah dimengerti bahwasanya aliran wake akan lebih besar pada kapal-kapal yang mempunyai penampang bentuk "U" bilamana dibanding terhadap kapal yang mempunyai penampang bentuk "V".

Diameter baling2 D juga mempunyai pengaruh besar kepada harga wake fraction. Makin besar diameter baling2 maka akan makin besar pula bagian baling2 yang bekerja diluar "boundary layer" kapal (baling2 kapal single screw). Akibatnya adalah besarnya harga rata-rata aliran wake dipiringan baling2 (propeller disc) akan lebih kecil.

Panjang kapal L menentukan tebal dari boundary layer kapal. Jadi seberapa bagian dari diameter baling2 D dimana baling2 bekerja didaerah boundary layer akan tergantung dari panjang kapal L yang menentukan tebalnya boundary layer yang terseret kapal.

Dengan demikian harga perbandingan D/L merupakan parameter lain yang juga harus diperhitungkan. Rake dari baling2 dan juga celah antara daun baling2 dengan stern frame merupakan faktor-faktor yang mempunyai pengaruh terhadap aliran wake.

Diagram Marvald untuk mencari harga w adalah sama halnya dengan w dari rumus Taylor yaitu merupakan harga wake rata-rata. Untuk kapal-kapal single screw, harga-harga w diplotkan terhadap harga C_b untuk beberapa harga L/B yang mana kemudian harus diadakan koreksi untuk bentuk penampang apakah bentuk "U" atautah "V" dan koreksi untuk harga perbandingan D/L . Bagi kapal-kapal twin screw karena lokasi baling baling berlainan dengan bilamana baling2 berada ditengah kapal, maka diagram Marvald untuk harga w kapal twin screw tersebut tidak memakai koreksi2 baik untuk

LAMPIRAN 4



LAAL

Engine output
243-669 kW (330-910 PS)

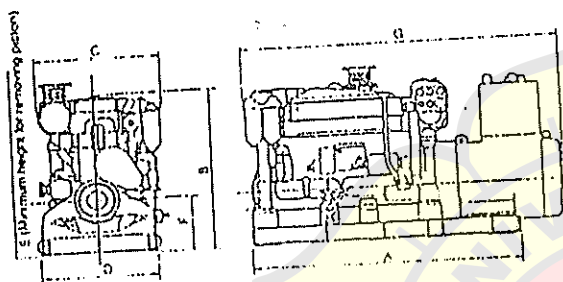
Specifications

Engine model	6LAAL-DTN				6LAAL-UTN				12LAAL-DTN				12LAAL-UTN			
	G								V12							
No. of cylinders	6								12							
Cylinder bore x stroke	140 x 165								140 x 165							
Continuous rated output	243 (330)		265 (360)		309 (420)		353 (480)		530 (720)		618 (840)		574 (780)		669 (910)	
Engine speed	1200		1200		1500		1800		480		560		520		600	
Generator capacity	220		240		280		320		480		560		520		600	
Starting system	Electric starting (Air-motor starting is available.)								Electric starting (Air-motor starting is available.)							
Dry weight	1990				2050				3660				3680			

The engine dry weight may differ depending upon the specifications and attached accessories.

Dimensions (Units: mm)

Depending on the specifications or options that have been chosen, your model may differ slightly from the one in the photograph.



Engine model	6LAAL-DTN		6LAAL-UTN		12LAAL-DTN		12LAAL-UTN	
	1200	1800	1200	1800	1500	1800	1500	1800
Engine speed (rpm)	1200	1800	1200	1800	1500	1800	1500	1800
A	2340	2530	2340	2530	2900	2900	2900	2900
B	1469	1469	1469	1469	1610	1610	1610	1610
C	1061	1061	1061	1061	1452	1452	1452	1452
D	1060	1060	1060	1060	1080	1080	1080	1080
E	1414	1414	1414	1414	1315	1315	1315	1315
F	423	423	423	423	640	640	640	640
G	2775	2775	2775	2775	3541	3541	3541	3541
H	3710	3710	3710	3710	6110	6110	6110	6110

Please confirm all specifications, etc. on the separate delivery specifications sheet.

4HAL2 / 6HAL2

Engine output
72-305 kW (98-414 PS)

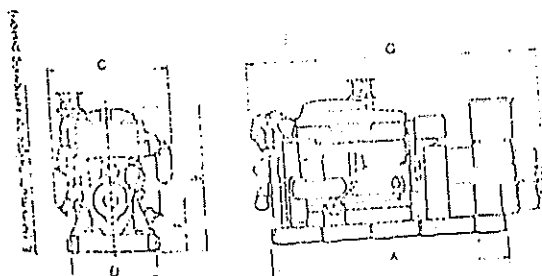
Specifications

Engine model	4HAL2-DTN						4HAL2-UTN						6HAL2-DTN						6HAL2-UTN																	
	G												V12																							
No. of cylinders	4												6																							
Cylinder bore x stroke	130 x 165												130 x 165																							
Continuous rated output	72 (98)		89 (121)		116 (157)		90 (122)		115 (156)		135 (183)		90 (122)		115 (156)		135 (183)		120 (163)		150 (204)		180 (244)		160 (217)		200 (270)		265 (360)		200 (271)		255 (346)		301 (411)	
Engine speed	1200		1500		1800		1200		1500		1800		80		100		120		104		130		160		144		200		240		180		232		280	
Generator capacity	64		80		104		80		100		120		80		100		120		104		130		160		144		200		240		180		232		280	
Starting system	Electric starting (Air-motor starting is available.)												Electric starting (Air-motor starting is available.)																							
Dry weight	1630				1030				1380				1395				1410				1420															

The engine dry weight may differ depending upon the specifications and attached accessories.

Dimensions (Units: mm)

Depending on the specifications or options that have been chosen, your model may differ slightly from the one in the photograph.



Engine model	4HAL2-DTN		4HAL2-UTN		6HAL2-DTN		6HAL2-UTN		6HAL2-DTN		6HAL2-UTN	
	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500
Engine speed (rpm)	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500
A	1600	1600	1600	1600	1970	1970	1970	1970	2150	2150	2150	2150
B	1200	1200	1200	1200	1235	1235	1235	1235	1351	1351	1351	1351
C	1011	1011	1011	1011	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115
D	800	800	800	800	860	860	860	860	900	900	900	900
E	1211	1211	1211	1211	1260	1260	1260	1260	1266	1266	1266	1266
F	450	450	450	450	485	485	485	485	485	485	485	485
G	2071	2071	2071	2071	2047	2047	2047	2047	2480	2480	2480	2480
H	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	2200	2200	2200	2200

Please confirm all specifications, etc. on the separate delivery specifications sheet.

Specifications (Main)

Model	No. of cylinders	Bore x stroke, mm	Com. rating output: hp/rpm	Dry weight:		Dimensions L x W x H: mm
				kg		
D1H	2	70 x 70	18/4500	74	79	722 x 460 x 1206
D27	3	70 x 70	27/4500	82	87	722 x 460 x 1368
D36	3	70 x 70	36/4500	114	118	730 x 460 x 1433
1GM10	1	75 x 72	9/3600	76		517 x 410 x 485
2GM20	2	75 x 72	18/3600	106		638 x 455 x 495
2GM20F	2	75 x 72	18/3600	114		643 x 482 x 545
3GM30	3	75 x 72	27/3600	130		735 x 455 x 495
3GM30F	3	75 x 72	27/3600	138		740 x 455 x 545
3HM35	3	80 x 85	34/3400	158		786 x 485 x 617
3HM35F	3	80 x 85	34/3400	167		791 x 475 x 638
2TD	2	100 x 115	26/2100	330		874 x 526 x 805
3TD	3	100 x 115	39/2100	400		1009.5 x 526 x 825
4TD	4	100 x 115	52/2100	510		1235.5 x 526 x 854.5
4JH2E	4	82 x 86	50/3600	228		888.4 x 565 x 634.5
4JH2-TE	4	82 x 86	62/3600	234		888.4 x 565 x 634.5
4JH2-HTE	4	82 x 86	75/3600	244		888.4 x 565 x 643.5
4JH2-DTE	4	82 x 86	88/3600	244		888.4 x 565 x 643.5
3ESDE	3	120 x 135	56/1800	680		1255 x 689 x 967
4ESDE	4	120 x 135	74/1800	800		1473 x 694 x 1015
4LH-TE	4	100 x 110	110/3300	340		1058.2 x 649 x 726
4LH-HTE	4	100 x 110	140/3300	350		1058.2 x 649 x 726
4CHE	4	105 x 125	70/2300	655		1372 x 688 x 1025
6CHE	6	105 x 125	105/2300	785		1661 x 690 x 1018
6CH-HTE	6	105 x 125	155/2300	830		1658 x 690 x 1056
6CH-DTE	6	105 x 125	190/2300	880		1658 x 690 x 1091
6CH-UTE	6	105 x 125	255/2550	915		1561.5 x 730 x 1111
4KDE	4	145 x 170	110/1450	1430		1701 x 731 x 1164
6KDE	6	145 x 170	165/1450	2263		2495 x 741 x 1262
6HA(M)E	6	130 x 150	165/2000	1145		1529 x 939 x 1097
6HA(M)-HTE	6	130 x 150	240/2000	1230		1529 x 939 x 1211
6HA(M)-DTE	6	130 x 150	300/2000	1250		1529 x 939 x 1233
6GH-UTE	6	117.9 x 140	350/2300	1335		1762 x 898.5 x 1247
6LAAE	6	148 x 165	240/1900	2120		1703 x 921 x 1275.5
6LA-DTE	6	148 x 165	400/1800	1890		1719 x 1012.5 x 131
6LAA-UTE	6	148 x 165	530/1850	1890		1719 x 1012.5 x 131
8LAA-DTE	Vee 8	148 x 165	530/1800	2420		1983 x 1433 x 1420
8LAA-UTE	Vee 8	148 x 165	650/1850	2420		1983 x 1433 x 1420
12LAA-DTE	Vee 12	148 x 165	800/1800	3300		2553 x 1433 x 1470
12LAA-UTE	Vee 12	148 x 165	1000/1850	3300		2553 x 1433 x 1470
S165	6	165 x 210	280/1200	3100		2574.5 x 1070 x 1588
S165-T	6	165 x 210	300/1300	3150		2574.5 x 1070 x 1588
S165-UT	6	165 x 210	450/1300	3600		2697 x 1070 x 1588
S165-ST	6	165 x 210	550/1300	3780		2697 x 1070 x 1588
S165-ET	6	165 x 210	600/1350	3780		2847 x 1070 x 1588

LAMPIRAN 5



LAMPIRAN

SKOCI

STANDART UKURAN SEKOCI BERMOTOR:

L	E	H	Kapasitas	Jumlah orang	Berat sekoci dari kayu	Berat sekoci dan plat	Berat motor	Berat perlengkapan	Berat total
8,00	2,60	1,16	14,5	34	1700	1900	820	460	2550
8,50	2,60	1,16	15,1	33	1800	2100	820	480	2925
9,00	2,70	1,22	17,8	46	1900	2300	870	510	3450
9,50	2,80	1,22	19,4	50	2100	2500	1120	530	3750

STANDART UKURAN SEKOCI KERJA

L1	L	B	H	Kapasitas	Jumlah orang	Berat penumpang	Berat perlengkapan	Berat sekoci	Berat total
3,60	3,76	1,55	0,6	2,0	4	300	60	300	660
3,80	3,96	1,65	0,65	2,5	5	375	60	360	795
4,00	4,16	1,75	0,70	3,0	6	450	60	420	930
4,50	4,66	1,90	0,78	3,5	7	525	70	450	1045
5,00	5,16	1,85	0,72	4,0	8	600	70	500	1170
5,50	5,66	1,90	0,75	4,7	9	675	80	600	1355
6,00	6,16	2,00	0,80	5,8	11	825	80	700	1605

LAMPIRAN

SKOCI

STANDART UKURAN SEKOCI OLEH BOT (BOARD OF TRADE) ENGLAND

Tabel II

L. B. H (m)	L. B. H (ft)	Kapasitas (ft ³)	Jumlah orang	berat sekoci (kg)	berat Orang (kg)	berat perlengkapan (kg)	Total berat (kg)
3,4 x 2,74 x 1,114	30 x 9 x 3,75	607	60	2205	4500	356	7061
3,05 x 2,74 x 1,10	29 x 8,75 x 3,60	545	54	1976	4050	356	6382
3,53 x 2,59 x 1,07	29 x 8,50 x 3,50	500	50	1824	3750	330	5894
3,23 x 2,51 x 1,04	27 x 8,25 x 3,40	454	45	1645	3376	330	5351
3,32 x 2,44 x 0,99	25 x 8,00 x 3,25	425	40	1473	3000	305	4778
3,62 x 2,36 x 0,95	25 x 7,75 x 3,15	388	38	1326	2700	305	4331
3,31 x 2,29 x 0,91	24 x 7,50 x 3,00	324	32	1100	2400	254	3843
3,01 x 2,29 x 0,88	23 x 7,50 x 2,90	300	30	1007	2250	254	3591
3,31 x 2,21 x 0,84	22 x 7,25 x 2,75	286	28	855	1950	229	3134
3,40 x 2,13 x 0,82	21 x 7,00 x 2,70	238	23	864	1725	229	2818
3,10 x 2,05 x 0,79	20 x 6,75 x 2,60	210	21	762	1575	203	2540
3,19 x 1,98 x 0,76	19 x 6,50 x 2,50	182	18	650	1350	178	2178
3,19 x 1,90 x 0,73	18 x 6,25 x 2,40	162	15	590	1200	152	1942
3,18 x 1,83 x 0,715	17 x 6,00 x 2,30	143	14	508	1050	152	1710
3,00 x 1,75 x 0,70	16 x 5,75 x 2,30	127	12	475	900	127	1484

Ballast capacity used for

- trim (immersion of propeller; resistance)
- providing of sufficient stability (at the end of the voyage)
- heeling (heavy lift vessels; RORO-vessels; container ships, because of container guides)
- longitudinal strength (bulker, tanker)
- immersion of ship (tanker, to avoid heavy motions in sea-way; therefore light or heavy ballast).

Ballast capacity to be provided depending on ship type and on desires of the owner; between 10% and 50% of deadweight.

Additions to required ballast tank volumina are larger at the ends of the ship.

- 15% lower fore peak tank
- 13% upper fore peak tank
- +2% double bottom tank.

The new IMCO-rules recommend segregated ballast tanks to avoid pollution. Cargo oil tanks are separated from the ballast tank system. The economy decreases and more tank capacity is needed.

Sounding/ullage tables delivered by yard.

Provisions/persons/luggage

weight of provisions	3 ... 5 kg/person · day
weight of persons	75 kg (crew and passengers)
weight of luggage	20 kg/person (short distance)
	60 kg/person (long distance passenger and crew).

and location of Main Engine

another part of the contract influencing ship design. (ship weight, volume, fuel consumption).

choice is determined by the choice of the main engine type, also

of gravity are not yet exactly known in the early project stage. If the model does not accomplish the required speed the designer has to alter the hull. This alteration, however, is possible in the early project stage only. If the trial speed in ballast condition corresponds to the model trial speed in ballast, it can be assumed that service speed in loaded condition is attained, too.

Service speed of a ship is smaller than trial speed because of:

- increase of resistance by wind more than Beaufort 2
- increase of resistance by seaway
- increase of resistance by fouling on shell plating.

In general

$$V_{\text{trial}} \approx 1.06 \cdot V_{\text{service}} \quad (\text{this corresponds to a power margin of about } 20 - 25\%)$$

The propeller is designed for 85% ... 90% of the driving power, at 100% of revolutions.

16. Consumables and tanks

There are some more special requirements in ship design. Capacities of

- consumables
- provisions
- ballast.

a) consumables are (depending on type of engine plant, time for one round trip, number of crew members):

- fuel oil

$$W_{\text{fuel oil}} \text{ [t]} = P_{\text{Bme}} \cdot b_{\text{me}} + P_{\text{ao}} \cdot b_{\text{ao}} \cdot \frac{S}{v_{\text{serv}}} \cdot 10^{-6} \cdot K$$

[1.3 ... 1.5]

last brackets for reserve:

- fuel roots in tanks
- seaway
- wind
- waiting time
- (- according to owner's demand).

P_{me} = break horsepower of the main engine [KW]

b_{me} = specific fuel oil consumption main engine [g/KW·h]

P_{ae} = total power of auxiliary engines [KW]

b_{ae} = specific fuel oil consumption auxiliary engines [g/KW·h]

s = operating range [1-1]

V_{serv} = speed [kn]

1 KW = 0.736 PS (BHP)

Specific heat units
(HP HORSEPOWER)
= 550 ft·lb per second
= 0.746 kg·m/s²
= 1.014 PS (or Chaval Horse)
1 PS (Prevedes) = 0.736 KW (Chaval Horse)
= 550 ft·lb per second
= 0.986 hp
= 0.736 KW
1100 (kilowatt)
= 1000 watt
= 1340 hp
= 1350 PS (or Chaval)

Motors:

Specific fuel oil consumption:

for two-stroke engines $b = 205 \dots 211$ [g/KW·h]

for four-stroke engines with cylinder power more than 300 KW

$b = 196 \dots 209$ [g/KW·h]

for full power: addition 5%

for diesel fuel: reduction 5% (dependent on heating value of diesel fuel)

For steam turbines:

Standard circulation without furnace gas reheat

livesteam: 64 ... 82 bar at 513 ... 538°C

$b = 278 \dots 286$ [g/KW·h]

with furnace gas reheat

livesteam: 80 ... 110 bar at 513 ... 538°C

$b = 252 \dots 265$ [g/KW·h]

For gas turbines:

Gasoline and light crude oils

$b = 299 \dots 312$ [g/KW·h]

Specific weight of heavy fuel oil: $\gamma = 0.95$ t/m³

Required volume of storage tanks

$$V_{oil} = \frac{w}{\gamma} \quad [m^3]$$

$$V_{oil} = 0.1736 \text{ m}^3$$

Additions to the volume

- 2% for double bottom tanks
- 1 ... 2% for top tanks and deep tanks
- 2% for thermal expansion, i.e. 98% filled only.

Diesel oil

used for auxiliary engines and for the main engine during estuary trading.

$$w_{\text{diesel}} = (0.1 \dots 0.2) \cdot w_{\text{heavy fuel oil}}$$

$$\text{specific weight } \gamma_{\text{diesel}} = 0.85 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Volume: } v_{\text{diesel}} = \frac{w_{\text{diesel}}}{\gamma_{\text{diesel}}} \quad [\text{m}^3]$$

additions see fuel oil

Lubrication oil

In general ships have about 30 ... 50 t lubrication oil, because otherwise the tanks will get too small. (According to owner's desire).

$$w_{\text{lubr.}} = v_{\text{hull}} \cdot b_{\text{mc}} \cdot \frac{S}{V_{\text{serv}}} + \text{addition}$$

$$b = 0.8 \dots 1.2 \quad [\text{g/KW}\cdot\text{h}] \quad \text{diesel engine two stroke}$$

$$b = 1.2 \dots 1.6 \quad [\text{g/KW}\cdot\text{h}] \quad \text{diesel engine four stroke}$$

$$b = 0.14 \quad [\text{g/KW}\cdot\text{h}] \quad \text{turbines and gearboxes}$$

$$\text{specific weight } \gamma_{\text{lubr}} = 0.90 \text{ t/m}^3 ; \quad v = \frac{w}{\gamma} \quad (\text{m}^3)$$

Fresh water

- drinking water 10 ... 20 kg/person · day
- washing water 60 kg/person · day without bathing room
up to 200 kg/person · day with bathing room
- boiler feed water: 0.14 kg/KW·h plus first filling

additions to the tank volume: 3 ... 4% for special coating

Fresh water tanks have to be separated from all other tanks by cofferdams.

LAMPIRAN 6



(1) fans of service and living compartments, designed to provide induced ventilation in these spaces;
 (2) cargo hold fans, designed for ventilating the holds of dry-store bulk carriers, tankers and refrigerated cargo vessels, as well as refrigerated provision chambers;
 (3) boiler plant fans, designed to provide artificial draught for the steam boilers;

(4) coal boiler fans, which are used for induced ventilation of the boiler spaces and for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (5) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (6) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (7) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (8) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (9) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (10) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;

(11) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (12) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (13) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (14) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (15) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (16) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;

(17) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (18) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (19) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (20) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (21) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (22) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;

(23) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (24) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (25) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (26) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (27) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (28) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;

(29) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (30) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (31) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (32) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (33) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (34) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;

(35) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (36) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (37) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (38) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (39) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (40) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;

(41) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (42) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (43) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (44) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (45) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (46) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;

(47) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (48) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (49) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (50) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (51) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;
 (52) fans for blowing the ash from the ash spaces down to the ash spaces;

The fan capacity required to maintain a stipulated chemical composition of the air in a compartment is

$$Q_{ch} = V_r \frac{V_r - V_{cr}}{V_{cr}} \text{ cu m per hour} \quad (273)$$

where V_{cr} = volume of carbon dioxide produced per cu m of the given room, litres per cu m;
 V_r = volume of the room, cu m;
 $V_{cr} \approx 1$ = the maximum carbon dioxide content per cu m of the given room, litres per cu m;
 $V_{cr} \approx 0.3$ = carbon dioxide content per cu m of sea air entering the room, litres per cu m.

The volume of air required to maintain the prescribed temperature in a room is

$$Q_t = \frac{Q_r}{c_a (t_r - t_a)} \gamma_a = \frac{Q_r}{c_a (t_r - t_a)} \frac{\gamma_a}{1 + \alpha t_r} \quad (274)$$

where $c_a \approx 0.24$ = mean heat capacity of air, kcal per kg °C;
 t_r = given temperature of the room, °C;
 t_a = temperature of the fresh air entering the room, °C;
 Q_r = amount of heat entering the room, kcal per hour;
 γ_a = density of the fresh air entering the room, kg per cu m.

$\gamma_0 \approx 1.29$ = density of dry air at 0°C and a pressure of 760 mmHg, kg per cu m;
 $\alpha = \frac{1}{273}$ = coefficient of volumetric expansion of air.

The amount of external air required to maintain the relative humidity in a room is

$$Q_{hu} = \frac{100 D_{hu}}{\varphi_r - \varphi_a} \text{ cu m per hour} \quad (275)$$

where D_{hu} = amount of moisture entering the room, g per hour;
 φ_r and φ_a = absolute humidity of saturated air at the room temperature, t_r , and at the temperature, t_a , of the entering air, g per cu m (see Table 38);
 φ_r and φ_a = relative humidity of the air in the room and of the entering air, per cent.

Data on the relative humidity and temperature of the outside air depending upon the locality in which the ship is operating, and the permissible values for various accommodations are listed in Table 39. The amount of carbon dioxide, heat and vapour produced by persons in a room can be calculated from the data of Table 40.

Each adult produces per hour	Carbon dioxide, litres	Heat, kcal/h	Vapour, g/h
At hard physical work	45	150	130
At quiet work	23	100	75
At rest	23	75	70
At sleep	23	75	40
Each child up to 12 years of age produces	12	50	23

Table 46

It should be noted that the amount of vapour produced in a room by the operation of steam engines and steam lines is approximately equal to 1 or 2 per cent of the steam consumption of the engines or lines.

The heat generated by various sources and introduced into the premises they occupy can be determined from the formulas listed in Table 41.

In calculating the fan capacity required for engine and boiler rooms it is necessary to take into consideration the amount of air required for the operation of internal combustion engines and boilers.

The approximate volumes of air required for the operation of internal combustion engines, V_{vic} , and boilers, V_b , are found from the following formulas:

$$V_{vic} = 60 \alpha_s V_{cyl} n \text{ cu m per hour}$$

where V_{cyl} = total displacement of the cylinders, cu m
 n = engine shaft speed, rpm

$$\alpha_s = 1.3 \text{ to } 1.5 = \text{excess air coefficient.}$$

$$V_b = 1.15 \alpha_s (1 + \alpha_f r_s) B \frac{Q_f}{1,000} \text{ cu m per hour}$$

where $\alpha_s \approx 1.2$ to 1.5 = excess air coefficient

c = coefficient of volumetric expansion of air
 B = fuel consumption, kg per hour

Q_f = lower calorific value of the fuel, kcal per kg.
 The required fan capacities calculated from formulas (273), (274) and (275) will not be the same and therefore the highest value should be taken for any given compartment.

Tentative values of the required capacity can be estimated on the basis of the number of air renewals per hour n_{re} as established by experience for various accommodations (Table 42).

2-1. Capacity and Head of Fans

Source of heat	Heat emitted into surroundings, Q_s , kcal/h	Notation
Steam boilers	(0.03 to 0.05) $G_f Q_f$	Q_f = total fuel consumption in boiler, kg per hour
Steam turbines	0.005 $G_f \Delta t$	Q_f = lower calorific value of the fuel, kcal per kg
Steam engines	(0.005 to 0.01) $G_f \Delta t$	G_f = steam consumption per kg
Auxiliary machinery	(0.02 to 0.03) $G_f \Delta t$	
Steam lines	0.01 $G_f \Delta t$	
Internal combustion engines	0.02 $N_s c_r Q_f$	
Electrical machinery:		
(a) with recirculating cooling system	$64 N \frac{1-\eta}{\eta}$	Δt = useful heat drop, kcal per kg
(b) without cooling	$64 N \frac{1-\eta}{\eta}$	N_s = effective power, kW
Lighting, fixtures	$864 N$	r_s = mean current density per sq cm conductor cross section, A per sq mm
Wires, bus bars, cables and fittings	2,160 r_s^2	η = efficiency of electrical machine
Heat introduced from outside by transmission through ship's hull	$\Sigma k F \Delta t$	g_c = fuel consumption, kg per hp-h
		k = coefficient of heat transmission through room walls, kcal per hour per sq m per deg C
		F = area of the room walls, sq m
		Δt = difference in temperatures of room wall surfaces and external surfaces of ship's hull, deg C

In this case, if V_{com} is the volume of the compartment in cu m the required hourly capacity of the fan will be

$$Q_a = n_{re} V_{com} \text{ cu m per hour}$$

The fan capacity needed is selected on the basis of what is called standard air. This means air at a temperature $t_a = 20^\circ\text{C}$, pressure

Daya untuk setiap kilowatt refrigerasi merupakan kebalikan dari koefisien prestasi, dan suatu sistem refrigerasi yang efisien akan memiliki nilai daya per-kilowatt refrigerasi yang rendah, tetapi mempunyai koefisien prestasi yang tinggi.

Contoh berikut ini menggambarkan perhitungan untuk menentukan prestasi dan kompresi uap standar.

Contoh 10-1 Suatu daur kompresi-uap standar menghasilkan 50 kW refrigerasi dengan menggunakan refrigeran R22, bekerja pada suhu pengembunan 35°C dan suhu penguapan -10°C . Hitunglah (a) dampak refrigerasi dalam kilojoule per-kilogram, (b) laju pendaaran refrigeran dalam kilogram per-detik, (c) daya yang dibutuhkan oleh kompresor dalam kilowatt, (d) koefisien prestasi, (e) laju alir volume yang diukur pada pipa hisap kompresor, (f) daya per kilowatt refrigerasi dan (g) suhu buang pada kompresor.

Penyelesaian. Langkah pertama penyelesaian adalah menggambar diagram tekanan-entalpi (Gambar 10-12) dan menentukan dari Tabel A-6, Tabel A-7, dan Gambar A-4, entalpi-entalpi pada titik-titik penting. Nilai h_1 adalah entalpi uap jenuh pada -10°C , yaitu $401,6 \text{ kJ/kg}$.

Untuk menemukan h_2 melalui garis entropi tetap geser titik 1 hingga mencapai tekanan jenuh yang sesuai dengan suhu 35°C . Tekanan pengembunan ini adalah 1354 kPa , dan nilai $h_2 = 435,2 \text{ kJ/kg}$.

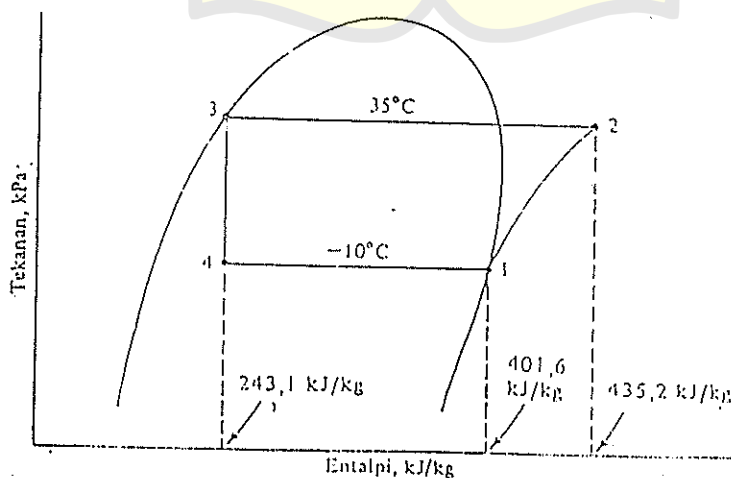
Nilai h_3 dan h_4 identik, dan sama dengan entalpi cairan jenuh pada 35°C , yaitu $243,1 \text{ kJ/kg}$. Sehingga

$$h_1 = 401,6 \text{ kJ/kg} \quad h_2 = 435,2 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = h_4 = 243,1 \text{ kJ/kg}$$

(a) Dampak refrigerasi:

$$h_1 - h_4 = 401,6 - 243,1 = 158,5 \text{ kJ/kg}$$



Gambar 10-12 Diagram tekanan-entalpi untuk sistem dalam Contoh 10-1.

Sifat-sifat zat yang melebur dan membeku

1. Waktu melebur atau membeku suhu zat tetap tidak berubah
2. Umumnya zat sebelum mencair/membeku didalarni oleh kelambatan atau meleleh
3. Umumnya zat yang menyala sebelum menyempurnakan (berarti es, besi, perak dan bismut)
4. Pada umumnya titik lebur/titik beku itu naik/turun apabila tekanannya bertambah tinggi/rendah
5. Titik lebur logam paduan, biasanya lebih rendah daripada titik lebur logam-logam asalnya. Misalnya timah solder (200°C) terdiri dari 50 % timbal (328°C) dan 50 % timah (232°C).
6. Tidak semua zat dapat mencair/membeku, ada yang tetap tetap tidak berubah, ada pula yang dipisahkan secara kimia.
7. Dalam keadaan tertentu (terang), beberapa macam zat cair dapat didinginkan sampai ke suhu di bawah titik bekunya. Apabila zat cair tersebut digetarkan, maka akan segera membeku.

KALOR LEBUR & KALOR UAP

Pada tekanan satu atmosfer

NAMA ZAT	MELEBUR/MENCAIR KE			MELEBUR/MENCAIR DARI		
	Titik lebur (°C)	Titik lebur (°C)	Titik lebur (°C)	Kalor lebur (kcal/g)	Kalor uap (kcal/g)	
Air (H ₂ O)	0	0	100	80	970,4	
Es	0	0	100	80	970,4	
(Air) Bekas es	-38	0	100	80	127,2	
Aneka (NH ₃)	-78	0	100	80	500	
R - 12(CCl ₂ F ₂)	-15	0	100	80	71,0	
R - 32(CH ₂ F ₂)	-160	0	100	80	100,5	
R - 602	-160	0	100	80	76,0	
Timbal(Pb)	327	327	1000	175	313,4	
Timah(Sn)	232	232	1000	175	313,4	
Aluminium(Al)	600	600	1000	175	313,4	
Tembaga(Cu)	1083	49	87,7	2350	1750	3134
Seng(Zn)	420	28,1	50,3	907	1750	3134
Emas(Au)	1063	12,6	22,6	2960	1750	3134
Perak(Ag)	960	21	37,6	2210	1750	3134
Besi(Fe)	1530	28	50,1	2735	1750	3134

Tabel A-7 Refrigeran 22: sifat-sifat uap gas panas lanjut¹

$t, ^\circ\text{C}$	$v, \text{L/kg}$	$h, \text{kJ/kg}$	$s, \text{kJ/kg} \cdot \text{K}$	$v, \text{L/kg}$	$h, \text{kJ/kg}$	$s, \text{kJ/kg} \cdot \text{K}$	$v, \text{L/kg}$	$h, \text{kJ/kg}$	$s, \text{kJ/kg} \cdot \text{K}$
Suhu jenuh, -20°C				Suhu jenuh, -10°C			Suhu jenuh, 0°C		
-20	92,8432	397,467	1,7841						
-15	95,1474	409,737	1,7969						
-10	97,4236	424,017	1,8095	65,2399	401,535	1,7671			
-5	99,6808	437,307	1,8219	57,0081	404,983	1,7569			
0	101,915	449,610	1,8341	68,6524	408,412	1,7467	42,3114	403,192	1,7518
5	104,129	461,924	1,8461	70,2751	411,845	1,8052	43,3213	406,592	1,7549
10	106,328	473,258	1,8580	71,8785	415,283	1,8174	44,3215	409,992	1,7577
15	108,510	483,606	1,8697	73,4644	418,730	1,8295	45,3121	413,392	1,7903
20	110,678	493,970	1,8813	75,0346	422,185	1,8414	46,2935	416,792	1,8026
25	112,832	504,353	1,8928	76,5904	425,653	1,8531	47,2658	420,192	1,8148
Suhu jenuh, 5°C				Suhu jenuh, 10°C			Suhu jenuh, 15°C		
5	40,3556	407,143	1,7445						
10	41,4580	410,651	1,7578	34,7136	406,835	1,7377			
15	42,5319	414,142	1,7708	35,6907	412,651	1,7511	23,1274	409,136	1,7311
20	43,5979	418,222	1,7834	36,6454	416,442	1,7642	30,2666	412,132	1,7456
25	44,6401	421,894	1,7956	37,5804	420,215	1,7769	37,1314	415,127	1,7592
30	45,6665	425,147	1,8080	38,4981	423,971	1,7894	43,7379	418,122	1,7719
35	46,6786	427,979	1,8200	39,4002	427,711	1,8017	49,9876	421,117	1,7843
40	47,6779	432,897	1,8319	40,2884	431,469	1,8137	55,8806	424,112	1,7965
45	48,6656	436,869	1,8435	41,1642	435,211	1,8256	61,4169	427,107	1,8078
50	49,6427	440,847	1,8550	42,0286	438,954	1,8373	66,6059	430,102	1,8192

Tabel A-7 (lanjutan)

Suhu jenuh, 20°C				Suhu jenuh, 25°C			Suhu jenuh, 30°C		
20	26,0032	411,918	1,7246						
25	26,7900	415,977	1,7383	22,6242	413,269	1,7183			
30	27,5542	419,991	1,7517	23,3389	417,487	1,7322	19,1112	415,136	1,7126
35	28,2989	423,970	1,7646	24,0306	421,627	1,7456	26,2632	418,131	1,7262
40	29,0264	427,922	1,7774	24,7027	425,721	1,7589	32,7712	421,126	1,7396
45	29,7389	431,852	1,7899	25,3575	429,779	1,7718	39,0302	424,121	1,7534
50	30,4379	435,766	1,8021	25,9974	433,807	1,7844	45,0396	427,116	1,7664
55	31,1250	439,668	1,8141	26,6239	437,811	1,7967	50,7994	430,111	1,7791
60	31,8012	443,561	1,8258	27,2386	441,801	1,8088	56,3097	433,106	1,7915
65	32,4678	447,450	1,8374	27,8427	445,777	1,8209	61,5707	436,101	1,8036
Suhu jenuh, 32°C				Suhu jenuh, 34°C			Suhu jenuh, 36°C		
35	19,0907	417,648	1,7182						
40	19,7093	422,014	1,7322	17,8590	416,325	1,7099			
45	20,3062	426,310	1,7458	18,4675	420,792	1,7243	17,2633	419,163	1,7162
50	20,8847	430,549	1,7591	19,0526	425,174	1,7382	17,8503	423,981	1,7304
55	21,4471	434,743	1,7719	19,6178	429,487	1,7517	18,4147	428,328	1,7442
60	21,9956	438,900	1,7845	20,1660	433,747	1,7647	18,9603	432,696	1,7575
65	22,5318	443,028	1,7968	20,6994	437,963	1,7774	19,4882	436,970	1,7704
70	23,0571	447,133	1,8089	21,2199	442,143	1,7899	19,9995	441,207	1,7830
75	23,5726	451,219	1,8207	21,7289	446,294	1,8021	20,4807	445,410	1,7954
80	24,0794	455,292	1,8323	22,2278	450,424	1,8141	20,9443	449,586	1,8074
				22,7176	454,535	1,8258	21,4005	453,739	1,8193

As soon as the helmsman stops turning the wheel the pressure in the system drops, valve 4/ is returned to its central position by spring 4/ and the rudder comes to rest.

In cases when the rudder is operated by emergency steering facilities (quadrants, rudder lockle, etc.), compression of the liquid in the chambers is prevented by opening the relief-bypass valve 32 by its spindle 46.

The interaction of the parts of this steering gear for counter-clockwise rotation of the rudder can be followed out in Fig. 155.

4-4. Determining the Principal Data Required in the Design of Steam and Electric Steering Gears

The main initial data required to determine the principal dimensions of steering gears are the rudder characteristic, Z_r , the torque, M_{rr} , in kg-m developed on the rudder head and the time, t_r , required to put over the rudder.

The time required to put the rudder from hard-over to hard-over, depending upon the purpose of the ship and used in steering gear design, is listed in Table 47. It should not exceed the standards established by the U. S. S. R. Shipping Register.

The time that elapses before the steering engine reaches its rated speed, which we shall call the starting time, must be taken into consideration by reducing the time t_r for putting the rudder from hard-over to hard-over by 1.5 to 2 seconds.

If we denote the gearing ratio between the rudder stock and steering engine shaft as i_{rs} for the overall efficiency of the steering gear as η_{rs} and the speed at which the rudder stock turns,

Table 47

Type of ship	Time, sec, required to put rudder from hard-over to hard-over, t_r	Speed of rudder movement, degrees, per rudder angle of	
		one degree	two degrees
Merchant ships	10	1.00	4.25
Warships	10	0.8 to 0.9	3.00 to 3.75
Trampers	15	0.6 to 0.8	2.10 to 2.80
Passenger ships	15	1.00 to 1.25	1.6 to 2.0

$$M_m = \frac{M_{rr}}{i_{rs} \eta_{rs}} \quad \text{kg-m} \quad (312)$$

$$n_m = i_{rs} n_{rs} \quad \text{rpm} \quad (313)$$

where n_m = 100 to 350 rpm for steam engines

n_m = 300 to 1,800 rpm for electric motors.

The angular velocity of rotation ω_{rs} of the rudder stock can be calculated from the following formula:

$$\omega_{rs} = \frac{2\pi n_m}{60} \quad \text{1/sec} \quad (314)$$

$$\omega_{rs} = \frac{2\pi^2}{t} \frac{1}{180} \quad \text{1/sec} \quad (315)$$

where α° = maximum rudder angle from the middle-line plane. It follows from formula (314) that

$$n_m = \frac{30 \omega_{rs}}{\pi} \quad \text{rpm} \quad (316)$$

Combining equations (315) and (316) we obtain

$$n_{rs} = \frac{30 \omega_{rs}^2}{\pi} \frac{1}{180} = \frac{1}{3} \frac{\omega_{rs}^2}{\pi} \quad \text{rpm} \quad (317)$$

Combining equations (313) and (317) we obtain

$$i_{rs} = \frac{n_m}{n_{rs}} = \frac{n_m}{\frac{1}{3} \frac{\omega_{rs}^2}{\pi}} = 3\pi \frac{n_m}{\omega_{rs}^2} \quad (318)$$

Taking equations (314) and (315) into consideration, the power developed on the rudder stock is

$$N_{rs} = \frac{M_{rr} \omega_{rs}}{75} = \frac{M_{rr} 2\pi}{75} \frac{1}{180} \frac{1}{t} = 4.90 \frac{M_{rr}}{t} \quad \text{metric hp} \quad (319)$$

$$N_{rs} = \frac{M_{rr} \omega_{rs}}{75} = \frac{M_{rr} 2\pi}{75} \frac{1}{180} \frac{1}{t} = 1.000 \frac{M_{rr} \omega_{rs}}{10^7} \quad \text{metric hp} \quad (320)$$

The shaft horse power of the steering engine motive unit will be

$$N_{se} = \frac{N_{rs}}{\eta_{rs}} = 4.95 \frac{M_{rr}}{t} \quad \text{metric hp} \quad (321)$$

$$N_{se} = \frac{1.05}{\eta_{rs}} \frac{M_{rr} \omega_{rs}}{10^7} \quad \text{metric hp} \quad (322)$$

The shaft horse power can also be determined from the shaft torque

Table 42

Compartment	Number of air renewals per hour for	
	Pleasure ventilation	Exhaust ventilation
Passengers, officers and crew accommodations	10 to 15	—
Public rooms (staterooms, dining saloons, etc.)	15 to 20	10 to 15 15 to 20
Smoking rooms	15	20
Gymnasiums	15	20
Swimming pools	—	10 to 20
Russian baths	5 to 10	10 to 30
Galleys	5 to 10	10 to 15
Provision rooms without cooling facilities	5 to 10	15 to 20
Bathrooms, toilets and laundries	5 to 10	10 to 20
Sick bays	—	20
Baggage rooms	10 to 15	25 to 30
Deck refreshment bars	—	6
Upper deck passageways	—	7
Middle deck passageways	—	6
Lower deck passageways	—	5
Engine and boiler rooms	—	35

$\rho_{st} = 700$ mmHg, relative humidity of $\varphi = 50$ per cent and density $\gamma_{st} = 1.2$ kg per cu m. The capacity of the fan determined for air in a given state, having a pressure p_0 , volume V_0 , and temperature t_0 , can be converted to the standard air capacity by using formula (276) which is derived from the equation

$$Q_{st} = Q_0 \frac{p_0 \gamma_{st}}{p_{st} \gamma_0} \frac{273 + t_0}{273 + t_{st}} \quad (276)$$

The theoretical head developed by the fan is expressed in mm of water column:

$$H_{theor} = \frac{1}{g} (c_{20} u_2^2 - c_{10} u_1^2) = \frac{1,000 \gamma_{air}}{g} (c_{20} u_2^2 - c_{10} u_1^2) \quad (277)$$

where γ_{air} = density of air, kg per cu m
 $\gamma_{water} = 1,000$ = density of water, kg per cu m
 ρ = mass density of air, kg-sec² per m⁴.
 Upon radial entry of the air onto the fan impeller vanes

$$H_{theor} = \rho c_{20} u_2^2 - c_{10} u_1^2$$

Taking into account the effect of having a finite number of impeller vanes on the developed head by the factor σ and for the losses of head in the fan by the hydraulic efficiency η_h , we obtain the actual head

$$H = H_{theor} \sigma \eta_h = \sigma \rho c_{20} u_2^2 \eta_h = \sigma \rho \frac{c_{20}}{u_2} u_2^3 \eta_h = \sigma \rho \varphi_h u_2^3 \eta_h = \rho \psi_h \frac{c_{20}}{u_2} \eta_h \quad (278)$$

where $\varphi_h = \frac{c_{20}}{u_2}$ = eddy current factor

$\psi_h = \sigma \rho \eta_h$ = head factor, taken equal to: 0.8 to 1.1 for forward-curved vanes; 0.6 to 0.8 for radial, or straight, vanes; 0.5 to 0.7 for backward-curved vanes.

The fan head required to accommodate a given ventilating system depends upon the resistance and characteristic curves of the fan.

The permissible maximum peripheral speeds (tip speeds) of an impeller, based upon fan design and strength considerations, are listed in Table 43. The table also lists the most widely used inlet and outlet angles of the vanes.

Table 43

Pressure	Number of vanes	Inlet angle	Outlet angle
Low-pressure	20 to 30	95 to 105	15 to 25
Medium pressure	30 to 50	125 to 135	30 to 35
High-pressure	50 to 90	140 to 155	40 to 45

Backward curved vanes are rarely employed and then only for low-pressure fans. The number of vanes is usually assigned so as to facilitate layout and may be equal to 4, 6, 8, 12, 16, 24, 32 or 48.

This type of fan design is carried out by the similarity method using aerodynamic diagrams and dimensionless characteristics which we will consider in the following.

The initial data for fan design comprise: the total head, H , consisting of the static, H_{st} , and dynamic, H_{dyn} , heads, capacity, Q_v , and the rotational speed, n , at maximum efficiency. Thus

$$H = H_{st} + H_{dyn} = H_{st} + \frac{v^2}{2g} \times 10^{-3} \text{ mmH}_2\text{O} \quad (250)$$

where v = mean velocity in the discharge connection of the fan. On the basis of the discharge per second, Q_v , head, H , and speed, n , we next determine the specific velocity of the fan.

The specific velocity of a fan is a value that relates the air discharge, Q_v , capacity, per sec, the total head, H mmH₂O, and the impeller speed, n , at maximum efficiency:

$$v_s = \frac{v \sqrt{Q_v}}{\sqrt{Hn}} \quad (261)$$

It is evident that the ratio of the capacities of a series of geometrically similar fans of identical design can be expressed by the dimensionless discharge coefficient \bar{Q}_v . Therefore

$$\bar{Q}_v = \frac{Q_v}{F v_s}$$

$$Q_v = \bar{Q}_v F v_s = \bar{Q}_v \frac{\pi D^2}{4} n \text{ cu m per sec}$$

where F = area of the impeller, sq m

D = outside diameter of the impeller, m

The peripheral speed at the outlet circumference of the impeller is found from the formula

$$v = \frac{\pi D n}{60} \text{ m per sec}$$

The pressure developed by a series of geometrically similar fans can be characterized by the pressure coefficient, \bar{H} , which is found from the formula

$$\bar{H} = \frac{H}{\rho g v^2} = \frac{H}{\rho g \left(\frac{\pi D n}{60}\right)^2}$$

$$\bar{H} = \frac{H}{\rho g v^2} = \frac{H}{\rho g \left(\frac{\pi D n}{60}\right)^2}$$

Whence, if we know \bar{H} , from the characteristics of pilot models, we can determine

$$H = \bar{H} \rho g v^2 \text{ mmH}_2\text{O} \quad (262)$$

The power required to drive a fan is found from the formula

$$N_a = \frac{Q_v H}{75 \eta} \times 3.600 \text{ hp}$$

The overall efficiency of a fan is made up of the following efficiencies:

1. Hydraulic efficiency, which takes into consideration the loss of head in the fan

$$\eta_h = \frac{H}{H_{st}} = 0.7 \text{ to } 0.85$$

where ΔH = loss of head in the fan.

2. Hydraulic friction efficiency which takes into account the losses due to the friction of the impeller shrouds against the fluid being transferred:

$$\eta_{fr} = \frac{N_f}{N_a} = \frac{\beta 10^{-6} D_2^2 n^3}{N_a}$$

where N_f = power lost in overcoming fluid friction

$\beta = (5 \text{ to } 15) (1 + 5 \frac{b_2}{D_2})$ = coefficient obtained from data compiled by the Central Institute of Aero- and Hydrodynamics

b_2 = width of the impeller at air outlet

D_2 = impeller diameter at air outlet

For backward-curved vanes — $\eta_{fr} \approx 0.6 \text{ to } 0.75$

For forward-curved vanes — $\eta_{fr} \approx 0.75 \text{ to } 0.9$.

3. Mechanical efficiency which takes into account the losses due to mechanical friction:

$$\eta_m = \frac{N_p - \Delta N_{mech}}{N_p} \approx 0.95 \text{ to } 0.99$$

where ΔN_{mech} = power lost in overcoming mechanical friction. The overall efficiency of a fan is thus

$$\eta = \eta_h \eta_{fr} \eta_m \approx 0.4 \text{ to } 0.75$$

The overall efficiency of a fan may reach $\eta \approx 0.8$

2. Design and Selection of Fans

Correctly chosen preliminary calculations in fan design do not, as a rule, ensure results in subsequent tests that comply with the initial design data.

More accurate results may be achieved by designing a fan similar to one which has already been built, tested and modified to obtain the most favorable aerodynamic and design features.

Perubahan zat dari wujud padat menjadi wujud cair pada titik leburnya disebut *mencair* atau *melebur*. Pada waktu melebur harus ditambahkan kalor laten lebur, sedangkan suhunya tetap tidak berubah. Suhu itu disebut *titik cair* atau *titik lebur*.

Membeku (Solidification)

Perubahan zat dari wujud cair menjadi wujud padat pada titik bekunya disebut *membeku*. Pada waktu membeku dilepaskan kalor laten beku, sedangkan suhunya tetap tidak berubah. Suhu tersebut dinamakan *titik beku* zat itu.

KALOR JENIS & KALOR BEKU DARI MAKANAN

Nama Makanan	KALOR JENIS		KALOR BEKU		TITIK BEKU	
	Sebelum beku Btu/lb ^o F	Setelah beku Btu/lb ^o F	kcal/kg	Btu/lb	oC	oF
Daging sapi	0,75	0,40	54,7	90,0	-0,5	31,3
Daging kambing	0,67	0,30	46,6	83,5	-1,7	29
Daging babi	0,68	0,38	48,3	86,5	-2,2	28
Ham asap	0,60	0,32	48,3	83,5	-0,5	31,3
Ikan segar	0,76	0,41	56,4	101,0	-2,2	28
Ayam	0,79	0,37	59,2	106,0	-2,8	27
Mentega	0,64	0,34	8,4	15,0	-1,1	30
Keju	0,64	0,36	44,1	79,0	-8,3	17
Telur	0,85	0,45	55,8	100,0	-0,5	31,6
Susu	0,90	0,49	69,2	124,0	-0,6	31
Anggur	0,90	0,61	62,5	112,0	-2,2	28
Apel	0,89	0,43	68,1	122,0	-1,7	28,9
Advokat	0,91	0,49	75,9	136,0	-2,8	27,2
Jeruk	0,91	0,44	63,8	125,0	-2,2	28
Ment	0,90	0,50	71,5	128,0	-1,7	29,2
Fomat	0,92	0,46	73,7	132,0	-0,9	30,6
Apel	0,95	0,47	68,1	113,0	-1,7	29
Ketimun	0,93	0,48	76,5	137,0	-0,8	30,6
Seledri	0,91	0,46	75,9	136,0	-1,3	29,7
Kubis	0,93	0,47	73,7	132,0	-0,5	31,2
Bunga kool	0,90	0,46	74,3	133,0	-1,1	30,1
Wertel	0,86	0,45	70,4	126,0	-0,6	31
Air	1,00	0,504	80,4	144,0	0,0	32

KONSTANTA FISIS

Konstanta Avogadro	N_A	$6,022169 \times 10^{23}$	molekul/gram-mol
Konstanta Faraday	F	$9,648670 \times 10^4$	coulomb/gram-mol elektron
Konstanta Planck	h	$6,626196 \times 10^{-34}$	Jc-sec-detik
Konstanta gas	\bar{R}	$8,31434 \times 10^6$	Joule/gram-mol-K
Konstanta Boltzmann	k	$1,380622 \times 10^{-23}$	Joule/molekul-K
Konstanta Stefan-Boltzmann	σ	$5,66961 \times 10^{-8}$	Watt/meter ² -K ⁴
Elektron-volt	eV	$1,6021917 \times 10^{-19}$	Joule/eV

FAKTOR KONVERSI

Hubungan-hubungan yang tepat (menurut definisi the National Bureau of Standards) diikuti oleh tanda asterisk (*). Yang lainnya adalah hasil pengukuran fisis, atau hanya pendekatan. Kedua angka yang pertama masing-masing faktor konversi berarti pangkat untuk bilangan 10. Misalnya, untuk mengkonversi 5 inci menjadi ukuran ekuivalensinya dalam Satuan Sistem Internasional (MKS-A), kalikan dengan $0,0254$ untuk mendapatkan $0,1270$ m.

Untuk mengkonversi:

Menjadi:

Kalikan dengan:

	(Panjang)		(Luas)
angstrom	meter	-10 1,00*	
foot	meter	-01 3,048*	
inci	meter	-02 2,54*	
mbkon	meter	-06 1,00*	
mile (A.S)	meter	+03 1,609344*	
			(Luas)
foot ²	meter ²	-02 9,290304*	
inch ²	meter ²	-04 6,4516*	
mile ² (U.S. statute)	meter ²	+06 2,589988110336*	
			(Volume)
foot ³	meter ³	-02 2,8316846592*	
gallon (Inggris)	meter ³	-03 4,546087	
gallon (A.S)	meter ³	-03 3,785411784*	
liter	meter ³	-03 1,00*	
			(Massa)
gram	kilogram	-03 1,00*	
lbm (pound massa, avoirdupois)	kilogram	-01 4,5359237*	
slug	kilogram	+01 1,45939029	
ton (metrik)	kilogram	+03 1,00*	
ton (short, 2000 pound)	kilogram	+02 9,0718474*	

FAKTOR KONVERSI (lanjutan)

Untuk mengkonversi:

Menjadi:

Kalikan dengan:

dyne	newton	-05 1,00*
kilogram gaya, kg	newton	+00 9,80665*
pound gaya lbg (avoirdupois)	newton	+00 4,4482216152605*
		(Tekanan)
atmosfer	newton/meter ²	+05 1,01325*
bar	newton/meter ²	+05 1,00*
foot air (4 C)	newton/meter ²	+03 2,98898
inci air raksa (0 C)	newton/meter ²	+03 3,386389
meter air raksa (0 C)	newton/meter ²	+05 1,333224
lbg/foot ²	newton/meter ²	+01 4,7880258
lbg/inch ² (psi)	newton/meter ²	+03 6,8947572
milham air raksa (0 C)	newton/meter ²	-01 1,333224
		(Kemapanan)
gram/sentimeter ³	kilogram/meter ³	+03 1,00*
lbm/foot ³	kilogram/meter ³	+01 1,6018463
		(Energi)
British thermal unit (International Steam Table)	joule	+03 1,055056
British thermal unit (termokimia)	joule	+03 1,054350264488
kilokalori (International Steam Table)	joule	+00 4,1868
kilokalori (thermochemical)	joule	+00 4,184*
elektron volt	joule	-19 1,60210
erg	joule	-07 1,00*
foot lbg	joule	+00 1,3558179
joule (international, 1948)	joule	+00 1,000165
kilowatt-jam	joule	+06 3,60*
kilowatt-jam (international, 1948)	joule	+06 3,60059
watt-jam	joule	+03 3,60*
		(Daya)
Btu (IST)/detik	watt	+03 1,055056
Btu (termokimia)/detik	watt	+03 1,054350264488
Kilokalori (termokimia)/detik	watt	+00 4,184*
dayakuda (550 foot-lb/detik)	watt	+02 7,4569987
dayakuda (litrik)	watt	+02 7,46*

(ditlanjuti)

SIMBOL

Untuk mengkonversi:	Menjadi:	Kalikan dengan:
(Listrik)		
ampere (internasional, 1948)	ampere	-01 9,99835
ampere-jam	coulomb	+03 3,60*
coulomb (internasional, 1948)	coulomb	-01 9,99835
faraday (didasarkan pada karbon12)	coulomb	+04 9,64870
faraday (kimia)	coulomb	+04 9,64957
faraday (fisika)	coulomb	+04 9,65219
ohm (internasional, 1948)	ohm	+00 1,000495
gauss	tesla	-04 1,00*
volt (internasional, 1948)	volt	+00 1,000330
maxwell	weber	-08 1,00*
(Temperatur)		
Celsius (temperatur)	Kelvin	$K = C + 273,15^*$
Rankine (temperatur)	Kelvin	$K = (5/9)R^*$
Fahrenheit (temperatur)	Celsius	$C = (5/9)(F - 32)^*$
(Konduktifitas termal)		
Btu inci/foot ² -detik-F	Joule/meter-detik-K	+02 5,1887315
(Viskositas)		
stoke	meter ² /detik	-04 1,00*
foot ² /detik	meter ² /detik	-02 9,290304*
lbf-detik/foot ²	newton-detik/meter ²	+01 4,7880258
poise	newton-detik/meter ²	-01 1,00*
slug/foot-detik	newton-detik/meter ²	+01 4,7880258
(Lain-lain)		
derajat (sudut)	radian	-02 1,7453292519943
Btu (IST)/lbm	joule/kilogram	+03 2,326*
Btu (IST)/foot ² jam	watt/meter ²	+00 3,1545
Btu (IST)/foot jam F	watt/meter-C	+00 1,7307
Btu (IST)/foot ² jam F	watt/meter ² -C	+00 5,6783
Btu (IST)/lbm-F	joule/kilogram-C	+03 4,1868*
Btu (IST)/lbm-F	kalori (IST)/gram-C	+00 1,00*
kalori (IST)/kilogram	joule/kilogram-C	+00 4,1868
langley	joule/meter ²	+04 4,184*

Uap Air Jenuh (Satuan SI)

Harga-harga Kontanta Gas Universal

$$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ kJ} \cdot \text{kmol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$= 0,008314 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 0,08314 \text{ L} \cdot \text{bar} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$= 83,14 \text{ cm}^3 \cdot \text{bar} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8314 \text{ cm}^3 \cdot \text{kPa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$= 82,06 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 0,08206 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$= 62,356 \text{ cm}^3 \cdot \text{torr} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 62,356 \text{ L} \cdot \text{torr} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$= 11,987 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 1,986 \text{ Btu} \cdot \text{lb} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{R}^{-1}$$

$$= 0,7302 \text{ ft}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{lb} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{R}^{-1} = 10,73 \text{ ft}^3 \cdot \text{psia} \cdot \text{lb} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{R}^{-1}$$

$$= 1,545 \text{ ft}^3 \cdot \text{lb}_f \cdot \text{lb} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{R}^{-1}$$

Lampiran C

Konstanta Kritis dan Faktor Asentrik

Gas	150,8	289,7	190,6	154,6	126,2	132,9	282,4	373,2	396,8	308,3	553,4	562,1	304,2	405,6	469,6	507,4	508,1	647,3	540,2	568,8	512,6	516,2	
Argon	48,7	74,9	118,0	58,4	0,291	0,286	0,285	0,283	0,290	0,295	0,284	0,281	0,271	0,274	0,274	0,251	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559
Xenon	58,4	0,286	99,0	46,0	0,283	0,285	0,283	0,276	0,276	0,284	0,281	0,271	0,274	0,274	0,251	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635
Metana	46,0	0,283	73,4	50,5	0,290	0,295	0,284	0,281	0,271	0,274	0,274	0,251	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635			
Oksigen	89,5	0,290	33,9	35,0	0,295	0,284	0,281	0,271	0,274	0,274	0,251	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635				
Nitrogen	93,1	0,295	50,4	89,4	0,284	0,281	0,271	0,274	0,274	0,251	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635					
Karbon monoksida	129,0	0,284	42,5	61,4	0,281	0,271	0,274	0,274	0,251	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635						
Etilena	89,4	0,281	113,0	40,7	0,271	0,274	0,274	0,251	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635							
Hidrogen sulfida	42,5	0,271	368,0	61,4	0,274	0,274	0,251	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635								
Propana	308,3	0,274	48,9	73,8	0,274	0,251	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635									
Aseltiena	553,4	0,251	112,8	33,7	0,262	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635											
Sikloheksana	562,1	0,262	304,2	29,7	0,296	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635												
Benzena	304,2	0,296	73,5	304,0	0,309	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635													
Karbon dioksida	405,6	0,309	49,0	33,7	0,344	0,351	0,394	0,559	0,635														
Ammonia	469,6	0,344	73,8	209,0	0,351	0,394	0,559	0,635															
n-Pentana	507,4	0,351	112,8	57,1	0,559	0,635																	
n-Heksana	508,1	0,559	221,2	432,0	0,635																		
Aseton	647,3	0,635	27,4	492,0																			
Air	540,2		24,8	492,0																			
n-Heptana	568,8		81,0	512,6																			
n-Okтана	512,6		118,0	167,0																			
Metanol	516,2		167,0																				
Etilanol	516,2																						

$$V = \text{VOLUME JENIS (cm}^3 \cdot \text{g}^{-1} \text{ atau L} \cdot \text{kg}^{-1})$$

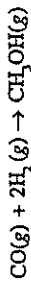
$$U = \text{ENERGI DALAM JENIS (kJ} \cdot \text{kg}^{-1})$$

$$H = \text{ENTALPI JENIS (kJ} \cdot \text{kg}^{-1})$$

$$S = \text{ENTROPI JENIS (kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$$

TEMPERATURE	SPECIAL VOLUME V		INTERNAL ENERGY U		ENTHALPY H		ENTROPY S	
	SAT. LIQUID	SAT. VAPOR	SAT. LIQUID	SAT. VAPOR	SAT. LIQUID	SAT. VAPOR	SAT. LIQUID	SAT. VAPOR
0,01	0,001000	206,136	-0,04	2061,7	-0,04	2061,7	0,0000	9,1578
1	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
2	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
3	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
4	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
5	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
6	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
7	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
8	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
9	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
10	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
11	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
12	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
13	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
14	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
15	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
16	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
17	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
18	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
19	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
20	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
21	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
22	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
23	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
24	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
25	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
26	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
27	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
28	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
29	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
30	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
31	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
32	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
33	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
34	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
35	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
36	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
37	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
38	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
39	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
40	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
41	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
42	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
43	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
44	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
45	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
46	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
47	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
48	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
49	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
50	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
51	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
52	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
53	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
54	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
55	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
56	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
57	0,001000	206,136	0,00	2061,7	0,00	2061,7	0,0000	9,1578
58	0,001000	206,136	0,00</					

- tidak mungkin.
46. Konstanta kesetimbangan kimia K bertambah dengan naiknya T , asalkan perubahan entalpi reaksi baku ΔH° positif.
47. Ada dua derajat kebebasan di dalam sebuah sistem reaktif kimia yang mengandung spesies-spesies gas N_2 , H_2 , dan NH_3 .
48. Pada suhu konstan, kenaikan tekanan akan menyebabkan kenaikan hasil metanol (CH_3OH) dari reaksi gas ideal



49. W sama untuk semua proses aliran tetap yang menghasilkan perubahan keadaan yang sama, asalkan suhu lingkungannya sama.
50. Kerja yang hilang merupakan sebuah besaran yang dibuat untuk menerangkan pengecuilan terhadap hukum termodinamika pertama.

JAWAB:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
 S S B B S B S B S S S S S B S B
 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
 B S B S S B B B B B S S B
 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45
 S B S S B B B S S B S S B B S
 46 47 48 49 50
 B S B B S

Lampiran A

Faktor Pengubahan

Untuk ringkasnya, satuan-satuan untuk tiap besaran di bawah ini dihubungkan dengan sebuah satuan dasar atau satuan SI turunan. Pengubahan antara pasangan satuan yang lain untuk sebuah besaran dibuat dengan menggunakan aturan biasa untuk manipulasi satuan.

CONTOH Ubahlah ft^3 menjadi gal.

Dari bagian volume kita dapatkan $1 m^3 = 35,3147 ft^3 = 264,172 gal$, dari situ diperoleh

Besaran	Pengubahan	Besaran	Pengubahan
Panjang	1 m = 100 cm	Energi	1 kJ = $10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
	= 3,28084 ft		= $10^3 \text{ N} \cdot \text{m}$
	= 39,3701 in		= $10^3 \text{ W} \cdot \text{s}$
Massa	1 kg = 10^3 g	= $10^{10} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$	
	= 2,20462 lb _m	= 10^7 erg	
Gaya	1 N = $1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	= $10^4 \text{ cm} \cdot \text{bar}$	
	= 10^7 dyne	= 239,006 kal	
	= 0,224809 lb _f	= 9869,23 $\text{cm}^2 \cdot \text{atm}$	
Tekanan	1 bar = $10^5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	= 5,12197 psia $\cdot \text{ft}^2$	
	= $10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$	= 737,562 ft $\cdot \text{lb}_f \cdot \text{min}^{-1}$	
	= 100 kPa	= 0,947831 Btu	
	= $10^6 \text{ dyne} \cdot \text{cm}^{-2}$		
	= 0,986923 atm		
Volume	1 m ³ = 10^6 cm^3	Caya	1 kW = $10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$
	= 10^3 L		= $10^3 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$
	= 35,3147 ft ³		= $10^3 \text{ V} \cdot \text{A}$
Kerapatan	= 264,172 gal	= 239,006 kal $\cdot \text{s}^{-1}$	
	1 kg $\cdot \text{m}^{-3}$ = $10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$	= 737,562 ft $\cdot \text{lb}_f \cdot \text{min}^{-1}$	
	= 1 g $\cdot \text{L}^{-1}$	= 56,8699 Btu $\cdot \text{min}^{-1}$	
	= 0,0624278 lb _m $\cdot \text{ft}^{-3}$	= 1,34102 hp	
	= 0,00834540 lb _m $\cdot \text{gal}^{-1}$		

Catatan: atm = atmosfir baku

kal = kalori termokimia

Btu = Btu Tabel Upap Air Internasional

L = liter

2. Starting with compressed air

2.1 Main engines which are started with compressed air are to be equipped with at least two starting air compressors. At least one of the air compressors must be driven independently of the main engine and must supply at least 50 % of the total capacity required.

2.2 The total capacity of the starting air compressors is to be such that the starting air receivers designed in accordance with 2.4 or 2.5, as applicable, can be charged from atmospheric pressure to their final pressure within one hour.

Normally, compressors of equal capacity are to be installed.

This does not apply to an emergency air compressor which may be provided to meet the requirement stated in H.1.

2.3 If the main engine is started with compressed air, the available starting air is to be divided between at least two starting air receivers of approximately equal size which can be used independently of each other.

2.4 The total capacity of air receivers is to be sufficient to provide, without their being replenished, not less than 12 consecutive starts alternating between Ahead and Astern of each main engine of the reversible type, and not less than six starts of each main non-reversible type engine connected to a controllable pitch propeller or other device enabling the start without opposite torque. The number of starts refers to an engine in cold and ready-to-start condition.

2.5 With multi-engine installations the number of start up operations per engine may, with the Society's agreement, be reduced according to the type of installation and the way in which the power is transmitted to the propeller.

2.6 If starting air systems for auxiliaries or for supplying pneumatically operated regulating and manoeuvring equipment or tyfon units are to be fed from the main starting air receivers, due attention is to be paid to the air consumption of this equipment when calculating the capacity of the main starting air receivers.

2.7 Other consumers with a high air consumption apart from those mentioned in 2.6 may not be connected to the main starting air system. Separate air supplies are to be provided for these units. Deviations to this require the agreement of the Society.

2.8 For the approximate calculation of the starting air storage capacity, use may be made of the formulae given in Part C of the appendix to this section.

3. Electrical starting equipment

3.1 Where main engines are started electrically, two mutually independent starter batteries are to be installed. The batteries are to be so arranged that they cannot be connected in parallel with each other. Each battery must enable the main engine to be started from cold.

The total capacity of the starter batteries must be sufficient for the execution within 30 minutes, without recharging the batteries, of the same number of start-up operations as is prescribed in H.2.4. or H.2.5, as appropriate, for starting with compressed air.

3.2 If two or more auxiliary engines are started electrically, at least two mutually independent batteries are to be provided. Where starter batteries for the main engine are fitted, the use of these batteries is acceptable.

The capacity of the batteries must be sufficient for at least three start-up operations per engine. If only one of the auxiliary engines is started electrically, one battery is sufficient.

3.3 The starter batteries may only be used for starting (and preheating where applicable) and for monitoring equipment belonging to the engine.

3.4 Steps are to be taken to ensure that the batteries are kept charged and the charge level is monitored.

4. Start-up of emergency generating sets

4.1 Emergency generating sets are to be so designed that they can be started up readily even at a temperature of 0 °C.

If the set can be started only at higher temperatures, or where there is a possibility that lower ambient temperatures may occur, heating equipment is to be fitted to ensure ready reliable starting.

The operational readiness of the set must be guaranteed under all weather and seaway conditions. Fire flaps required in air inlet and outlet openings must only be closed in case of fire and are to be kept open at all other times. Warning signs to this effect are to be applied. If the flaps close, an alarm must be activated. No alarm is required in the case of automatic fire flap actuation dependent on the operation of the set. Air inlet and outlet openings must not be fitted with weather-proof covers.

4.2 Each emergency generating set required to be capable of automatic starting is to be equipped with an automatic starting system approved by the Society, the capacity of which is sufficient for at least three successive starts (see Volume IV, Rules for Electrical Installation, Section 3. C).

In addition, a second energy source is to be installed

LAMPIRAN 7



Table 42

Compartment	Number of air renewals per hour for	
	Minimum ventilation	Fastest ventilation
Reception, office, and crew accommodations	10 to 15	—
Public rooms (staterooms, dining saloons, etc.)	15 to 25	10 to 15 15 to 20
Smoking rooms	15	20
Gymnasiums	15	10 to 20
Swimming pools	—	40 to 60
Russian baths	5 to 10	—
Galleys	5 to 10	10 to 15
Provision rooms without cooling facilities	5	15 to 20
Bathrooms, toilets and lavatories	5 to 10	10 to 20
Sick bays	—	20
Baggage rooms	10 to 15	25 to 30
Deck refrigerated stores	—	6
Upper deck passageways	—	7
Middle deck passageways	—	8
Lower deck passageways	—	15
Engine and boiler rooms	20	35

C_{20} = 750 mmHg, relative humidity of C_{20} = 50 per cent and density ρ_{20} = 1.2 kg per cu m. The capacity of the fan determined for air in a given state, having pressure P_0 , volume V_0 , and temperature t_0 , can be converted to the standard air capacity by using formula (276) which is derived from the equation

$$P_0 V_0 \rho_0 = P_{20} V_{20} \rho_{20}$$

$$C_{20} = \frac{P_0 V_0 \rho_0}{P_{20} \rho_{20}} \quad (276)$$

C_{20} = air capacity per hour

The theoretical head developed by the fan is expressed in mm of water column:

$$H_{T_w} = \frac{1}{L} (C_{20} u_2 - C_1 u_1) = \frac{1000}{g} \frac{Y_{air}}{Y_{wet}} (C_{20} u_2 - C_1 u_1) = \rho (C_{20} u_2 - C_1 u_1) \text{ mmH}_2\text{O} \quad (277)$$

where Y_{air} = density of air, kg per cu m
 Y_{wet} = 1.000 = density of water, kg per cu m
 ρ = mass density of air, kg per cu m.

Upon radial entry of the air onto the fan impeller vane

$$H_{T_w} = \rho C_{20} u_2 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Taking into account the effect of having a finite number of impeller vanes on the developed head by the factor σ and for the losses of head in the fan by the hydraulic efficiency η_h we obtain the actual head

$$H = H_{T_w} \eta_h = \sigma \rho C_{20} u_2 \eta_h = \sigma \rho \frac{C_{20}}{u_2} u_2^2 \eta_h = \sigma \rho \varphi u_2^2 \eta_h = \rho \varphi u_2^2 \eta_h \text{ mmH}_2\text{O} \quad (278)$$

where $\varphi_h = \frac{C_{20}}{u_2}$ = efficiency current factor

$\eta_h = \sigma \rho \varphi_h \eta_h$ = head factor taken equal to: 0.8 to 1.1 for forward-curved vanes; 0.6 to 0.8 for radial, or straight, vanes; 0.5 to 0.7 for backward-curved vanes.

The fan head required to accommodate a given ventilating system depends upon the resistance and characteristic curves of the latter.

The permissible maximum peripheral speeds (tip speeds) of an impeller, based upon fan design and strength considerations, are listed in Table 43. The table also lists the most widely used inlet and outlet angles of the vanes.

Table 43

type of fan	permissible tip speed, m per sec	inlet angle	outlet angle
Low-pressure	15 to 30	95 to 105	15 to 25
Medium-pressure	30 to 50	125 to 135	30 to 35
High-pressure	50 to 90	140 to 155	40 to 45

Backward curve vanes are rarely employed and then only for low-pressure fans. A number of values is usually assigned so as to facilitate laying out and may be equal to 4, 6, 8, 10, 16, 24, 30, 40, 45.

(1) fans of service and living compartments, designed to provide induced ventilation in these spaces;

(2) cargo hold fans, designed for ventilating the holds of dry-store bulk carriers, tankers and refrigerated cargo vessels, as well as refrigerated provision chambers;

(3) boiler plant fans, designed to produce artificial draught for the steam boilers;

(4) coal bunker fans.

Depending upon the way they are installed fans are classified as:

- (1) supply fans in which the fan discharge is connected with the spaces being served;
- (2) exhaust fans in which the fan inlet is connected to the spaces being served;
- (3) ceiling fans, designed to produce air movement in the spaces without providing exchange.

As regards the pressure they develop, fans are divided into:

- (1) low-pressure fans developing a head up to 100 mm H₂O;
- (2) medium-pressure fans developing a head up to 300 mm H₂O;
- (3) high-pressure fans developing a head up to 1,500 mm H₂O.

According to the mechanical composition of the gas they handle, there are:

- (1) fans for delivering pure gases;
- (2) dust fans designed for delivering gases polluted by mechanical impurities.

The specific velocity, n_s , of a fan is a value relating the air discharge, Q cu m per hour, full head, H mm H₂O, at normal atmospheric conditions and the fan wheel speed, n rpm, at the highest efficiency:

$$n_s = \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt{H}}$$

Gas passing through the fan is compressed to only the slightest degree and is therefore assumed to be an incompressible fluid. In this case all the main principles in the theory and operation of centrifugal pumps are valid for fans as well.

The capacity of a fan for ventilating definite service quarters must be sufficient to maintain the chemical composition, humidity and temperature of the air within the requirements of sanitary regulations.

The unwholesomeness, or contamination, of the air in a room or compartment due to the presence of people is usually estimated by the carbon dioxide content, which increases with an increase of harmful impurities in the air. The carbon dioxide content of the air must not exceed 0.1 to 0.15 per cent by volume.

The fan capacity required to maintain a stipulated chemical composition of the air in a compartment is

$$Q_{\text{req}} = V_r \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{air}} - V_{\text{CO}_2}} \text{ cu m per hour} \quad (273)$$

where V_r = volume of carbon dioxide produced per cu m of the given room, litres per cu m

V_r = volume of the room, cu m

V_{air} = the maximum carbon dioxide content per cu m of the given room, litres per cu m

V_{CO_2} = carbon dioxide content per cu m of sea air entering the room, litres per cu m

The volume of air required to maintain the prescribed temperature in a room is

$$Q_1 = \frac{Q_r}{c_a(t_r - t_a)} \gamma_a = \frac{Q_r}{c_a(t_r - t_a)} \frac{\gamma_a}{1 + \alpha t_r} = \frac{Q_r(1 + \alpha t_r)}{c_a(t_r - t_a)} \gamma_0 \quad (274)$$

where $c_a \approx 0.24$ = mean heat capacity of air, kcal per kg °C

t_r = given temperature of the room, °C

t_a = temperature of the fresh air entering the room, °C

Q_r = amount of heat entering the room, kcal per hour

γ_a = density of the fresh air entering the room, kg per cu m

$\gamma_0 \approx 1.29$ = density of dry air at 0°C and a pressure of 760 mm Hg, kg per cu m

$\alpha = \frac{1}{273}$ = coefficient of volumetric expansion of air.

The amount of external air required to maintain the relative humidity in a room is

$$Q_{\text{ext}} = \frac{100 D_{\text{ext}}}{\phi_r d_{\text{r}} - \phi_a d_{\text{a}}} \text{ cu m per hour} \quad (275)$$

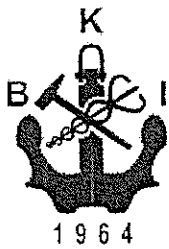
where D_{ext} = amount of moisture entering the room, g per hour

d_r and d_a = absolute humidity of saturated air at the room temperature, t_r , and at the temperature, t_a , of the entering air, g per cu m (see Table 38)

ϕ_r and ϕ_a = relative humidity of the air in the room and of the entering air, per cent.

Data on the relative humidity and temperature of the outside air depending upon the locality in which the ship is operating, and the permissible values for various accommodations are listed in Table 39.

The amount of carbon dioxide, heat and vapour produced by persons in a room can be calculated from the data of Table 40.



PERATURAN KLASIFIKASI DAN KONSTRUKSI KAPAL BAJA SAMUDERA

BAGIAN I. KAPAL SAMUDERA



JILID I
PERATURAN KLASIFIKASI DAN SURVEY
EDISI 2012

Biro Klasifikasi Indonesia
Jl. Yos Sudarso No.38-40, Tanjung Priok
Jakarta 14320
www.klasifikasiindonesia.com
satlitbang@klasifikasiindonesia.com

Hak Cipta © 2012
Menggandakan seluruh atau sebagian isi melalui berbagai media, harus mendapatkan ijin tertulis dari Kantor Pusat Biro Klasifikasi Indonesia

Kata Pengantar

Peraturan Klasifikasi dan Survey Jilid I Edisi 2012 memiliki format baru dengan tambahan halaman yaitu Kata Pengantar, Informasi Amandemen Peraturan dan Daftar Definisi. Bab disusun dalam satu kolom dimana isi paragraf yang mengalami amandemen digaris bawahi. Status dan tanggal pemberlakuan dari setiap amandemen tersebut dapat ditemukan di bagian Informasi Amandemen Peraturan. Untuk memahami definisi istilah tertentu yang terdapat dalam Peraturan ini maka terdapat Daftar Definisi.

Peraturan Klasifikasi dan Survey Jilid I Edisi 2012 mengamandemen Peraturan Klasifikasi dan Survey Jilid I Edisi 2010. Sumber referensi Peraturan ini berasal dari IACS Procedural Requirements, IACS Unified Requirements, masukan BKI Cabang dan Divisi Teknik BKI Kantor Pusat.

Bab I. Syarat dan Ketentuan Umum berisi ruang lingkup pekerjaan BKI, komitmen BKI terhadap kerahasiaan dokumen dan informasi milik pemakai jasa, biaya atas jasa yang diberikan BKI dan permasalahan hukum terkait jasa yang diberikan BKI. Syarat dan Ketentuan Umum ini berlaku untuk semua jasa BKI baik jasa klasifikasi maupun statutoria.

Bab II. Klasifikasi secara umum berisi aturan klasifikasi kapal, sertipikat dan masa berlaku sertipikat klasifikasi, jenis tanda dan notasi kelas dan prosedur penerimaan kelas bangunan baru, penerimaan kelas bangunan sudah jadi baik untuk kapal yang diklasikan oleh salah satu anggota IACS maupun klas yang diakui oleh BKI.

Bab III. Survey-Persyaratan Umum berisi jenis-jenis survey, persyaratan dan item pemeriksaan secara umum untuk semua tyoe kapal terdiri atas survey periodik: survey tahunan, survey antara, survey alas, survey dibawah garis air, survey bersambung dan survey khusus.

Bab IV. Survey Kapal Tipe Khusus berisi jenis-jenis survey, persyaratan dan item pemeriksaan kapal tangki minyak, kapal pembersih tumpahan minyak, kapal tangki kimia, kapal tangki gas cair, kapal curah, kapal ikan, dok apung, yacht dan watercraft kecil dan kapal selam. Kapal curah dan kapal tangki minyak yang dibangun menggunakan persyaratan Common Structure Rules (CSR) akan diatur dalam Peraturan tersendiri.

Daftar Isi

	Hal.
Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	v
Informasi Amandemen Peraturan	vii
Bab 1 Syarat Umum dan Ketentuan	
A. Umum.....	1 / 3
B. Ketentuan Tambahan.....	1 / 3
C. Lingkup dan Pekerjaan.....	1 / 3
D. Kerahasiaan.....	2 / 3
E. Biaya.....	2 / 3
F. Pembayaran Nota Debet/Invoice.....	2 / 3
G. Pertanggungjawaban dan Yuridiksi.....	2 / 3
H. Perselisihan.....	3 / 3
Bab 2 Klasifikasi	
A. Umum.....	1 / 32
1. Peraturan, Regulasi dan Petunjuk.....	1 / 32
2. Lingkup.....	2 / 32
3. Sertifikat Kelas dan Sertifikat Mempertahankan Kelas.....	2 / 32
4. Register.....	2 / 32
B. Masa Berlaku Kelas.....	3 / 32
1. Periode Kelas.....	3 / 32
2. Persyaratan Berlakunya Kelas.....	3 / 32
3. Perbaikan, Perombakan.....	5 / 32
4. Pencabutan Kelas.....	5 / 32
5. Kapal yang ditambat.....	6 / 32
C. Tanda Kelas dan Notasi, Penetapan dan Masa Berlaku Kelas.....	6 / 32
1. Umum.....	6 / 32
2. Tanda Kelas, Definisi.....	7 / 32
3. Notasi yang Ditambahkan pada Tanda Kelas.....	10 / 32
D. Klasifikasi Kapal Bangunan Baru.....	24 / 32
1. Permohonan Klasifikasi.....	24 / 32
2. Pemeriksaan Data Konstruksi.....	24 / 32
3. Pengawasan Pembangunan dan Percobaan.....	25 / 32
4. Laporan, Sertifikat.....	26 / 32
E. Penerimaan Kelas Bangunan Sudah Jadi (Kelas Yang Diakui).....	26 / 32
1. Permohonan, Data.....	26 / 32
2. Pelaksanaan Penerimaan Kelas.....	27 / 32
F. Penerimaan Kelas Bangunan Sudah Jadi (Kelas Yang Tidak Diakui).....	28 / 32
1. Permohonan, Data.....	28 / 32
2. Pelaksanaan Penerimaan Kelas.....	29 / 32
G. Klasifikasi Yachts dan Watercraft kecil dengan panjang mulai 6 sampai 24 meter.....	29 / 32
1. Persyaratan Umum.....	29 / 32
2. Tanda Kelas dan Notasi.....	30 / 32
3. Persetujuan dan Survey Bangunan Baru.....	31 / 32

	Hal.
4. Penerimaan Kelas.....	32 / 32
Bab 3 Survey - Persyaratan Umum	
A. Informasi Umum.....	1 / 44
1. Survey Mempertahankan Kelas.....	1 / 44
2. Pemilihan Surveyor.....	2 / 44
3. Dokumentasi, Konfirmasi Kelas.....	2 / 44
4. Survey sesuai dengan Peraturan Negara Bendera.....	2 / 44
5. Pemasok Jasa Eksternal.....	3 / 44
B. Survey Mempertahankan Kelas, Definisi, Tanggal Jatuh-tempo.....	3 / 44
1. Survey Periodik.....	3 / 44
2. Survey Non-Periodik.....	11 / 44
3. Perlengkapan Khusus.....	12 / 44
4. Tindakan Keselamatan Tambahan.....	12 / 44
C. Pelaksanaan dan Lingkup Survey.....	12 / 44
1. Survey Periodik.....	12 / 44
2. Pengukuran Ketebalan dan Toleransi Korosi.....	33 / 44
3. Persyaratan tambahan untuk kapal barang muatan kering.....	36 / 44
4. Survey kerusakan dan survey perbaikan.....	38 / 44
D. Instalasi Pendingin.....	40 / 44
1. Umum, Definisi.....	40 / 44
2. Survey periodik, Prosedur.....	41 / 44
3. Survey khusus dan pemeriksaan.....	43 / 44
E. Perlengkapan tarik.....	44 / 44
Bab 4 Survey Kapal Tipe Khusus	
A. Kapal Tangki Minyak.....	1 / 56
1. Persyaratan umum.....	1 / 56
2. Survey tahunan.....	3 / 56
3. Survey antara.....	5 / 56
4. Survey pembaruan kelas.....	7 / 56
B. Kapal Pembersih Tumpahan Minyak (Oil Recovery Vessel).....	13 / 56
1. Persyaratan umum.....	13 / 56
2. Survey tahunan.....	14 / 56
3. Survey antara.....	15 / 56
4. Survey pembaruan kelas.....	15 / 56
C. Kapal Tangki Kimia.....	18 / 56
1. Persyaratan umum.....	18 / 56
2. Survey tahunan.....	20 / 56
3. Survey antara.....	22 / 56
4. Survey pembaruan kelas.....	24 / 56
D. Kapal Tangki Gas Cair.....	31 / 56
1. Persyaratan umum.....	31 / 56
2. Survey tahunan.....	32 / 56
3. Survey antara.....	34 / 56
4. Survey pembaruan kelas.....	35 / 56
E. Kapal Curah.....	41 / 56
1. Persyaratan umum.....	41 / 56
2. Survey tahunan.....	44 / 56
3. Survey antara.....	46 / 56
4. Survey pembaruan kelas.....	49 / 56

	Hal.
F. Kapal Ikan.....	54 / 56
G. Dok Apung.....	54 / 56
1. Umum.....	54 / 56
2. Survey pembaruan kelas.....	54 / 56
H. Yacht dan Watercraft Kecil.....	55 / 56
1. Keterangan Umum, Jenis Survey.....	55 / 56
2. Pelaksanaan dan Lingkup Survey.....	55 / 56
3. Pengukuran ketebalan dan toleransi korosi/keausan.....	56 / 56
Annex Daftar Definisi.....	1 / 3



Informasi Amandemen Peraturan

Halaman ini berisi amandemen pada tiap-tiap bagian pada Peraturan Klasifikasi dan Survey Edisi 2012

Amandemen ini berlaku efektif mulai 1 Juli 2012

Paragraf	Judul	Status/Keterangan
Bab 1. Syarat Umum dan Ketentuan		
A. Umum		
1	Tidak ada Judul	Untuk menjelaskan profil BKI
2	Tidak ada Judul	Untuk menjamin ketidakberpihakan dan objektivitas BKI
4	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi Syarat Umum dan Ketentuan untuk semua layanan BKI baik klasifikasi maupun statutoria
5	Tidak ada Judul	Untuk memberikan informasi mengenai jasa BKI yang lain.
B. Ketentuan Tambahan		
1	Tidak ada Judul	Untuk menegaskan bahwa BKI menerbitkan sertifikat atau konfirmasi berkaitan dengan peraturan dan tidak ada pernyataan diberikan tanpa sertifikat yang relevan.
2	Tidak ada Judul	Untuk memperjelas bahwa konfirmasi/sertifikat BKI tidak akan membebaskan pemakai jasa dari kewajiban kontrak kepada pihak ketiga.
3	Tidak ada Judul	Untuk menjelaskan bahwa BKI memiliki hak untuk menarik sertifikat karena alasan teknis.
C. Lingkup dan Pekerjaan		
1	Tidak ada Judul	Untuk menjelaskan bahwa jasa BKI berdasarkan pada perjanjian dengan pemakai jasa, untuk memastikan amandemen apapun yang berkaitan dengan kontrak harus dipertimbangkan termasuk persyaratan Negara bendera.
2	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi kewajiban pemakai jasa pada saat persiapan survey/audit dan menyediakan gambar dan informasi harus tersedia pada waktunya.
3	Tidak ada Judul	Untuk menegaskan kewajiban pemakai jasa untuk lingkungan kerja yang aman.
4	Tidak ada Judul	Untuk menginformasikan bahwa personel BKI dapat menolak untuk memberikan jasa jika pemenuhan C.3 tidak memadai dan implikasinya pada kinerja pelayanan
5		Untuk menginformasikan bahwa BKI dapat mendelegasikan jasanya.
F	Pembayaran Nota Debet/ Invoice	Untuk menginformasikan pembayaran Invoice tanpa pengurangan tidak lebih dari 28 hari kalender dan konsekuensinya.
G. Pertanggungjawaban dan Arbitrase		
1	Tidak ada Judul	Untuk menegaskan bahwa BKI tidak dapat di klaim karena kelalaian dan kegagalan di luar kendali BKI.
2	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi kewajiban BKI dari tindakan atau kelalaian yang dilakukan jika terbukti oleh BKI
3	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi klaim akan dipertimbangkan dalam waktu 3 bulan sejak hasil pekerjaan BKI diterima.
4.	Tidak ada Judul	Untuk menjamin negosiasi melalui musyawarah dilakukan pada tahap pertama untuk setiap sengketa kontrak
5	Tidak ada Judul	Untuk menginformasikan tempat memutuskan perkara hukum
6	Tidak ada Judul	Untuk menginformasikan lokasi eksklusif yurisdiksi untuk klaim adalah Pengadilan Negeri Jakarta Utara
H. Perselisihan		
1	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi efektivitas Syarat Umum dan Ketentuan
2	Tidak ada Judul	Untuk menginformasikan bahwa Bahasa Indonesia adalah wajib digunakan untuk interpretasi dari Syarat Umum dan Ketentuan.
Bab 2. Klasifikasi		
A. Umum		
1.1.3	Tidak ada Judul	Perubahan redaksional
1.2.4	Tidak ada Judul	Untuk menjamin Para 1.C dipertimbangkan untuk setiap kasus kontrak

1.2.5	Tidak ada Judul	Untuk mencantumkan tanggal pembangunan sesuai IACS PR Nomor 11
1.3.2	Sanggahan	Untuk menginformasikan BKI membuat upaya untuk memperbarui peraturan menyesuaikan dengan peraturan IMO tanpa menerima pertanggungjawaban apapun.
1.4	Port State Control	Untuk menjamin kewajiban pemakai jasa untuk memanggil surveyor BKI untuk penahanan PSC
B	Masa Berlaku Kelas	
2.2.	Tidak ada Judul	Untuk menambahkan survey pengedokan dan survey poros baling-baling sebagai kasus penanguhan otomatis jika telah lewat tanggal jatuh tempo
2.4	Tidak ada Judul	Untuk menyesuaikan persyaratan dengan URZ7.1 URZ.2. UR. Z.10.4, UR. Z.10.1, UR. Z.10.2 berdasarkan jenis kerusakan apakah dapat diperbaiki secara permanen atau sementara.
2.8	Pemberlakuan kelas kembali	Untuk menyesuaikan dengan persyaratan PR1C
4.4.	Tidak ada Judul	Untuk memastikan ruang lingkup survey untuk penerimaan kelas kembali ditetapkan oleh Kantor Pusat BKI
C	Tanda Kelas dan Notasi, Penetapan dan Masa Berlaku Kelas	
Tabel 2.3	Tanda yang berkenaan dengan bukti perhitungan stabilitas kebocoran untuk bermacam jenis kapal	Untuk menetapkan karakter baru pada P9, P10, C4, S8,S9, dan S10
Tabel 2.6	Notasi untuk jenis kapal muatan kering	Untuk menyelaraskan definisi notasi "RO RO SHIP" dengan UR Z.24. Persyaratan survey untuk Shell and Inner Doors of Ro-Ro Ships
Tabel 2.6	Notasi untuk jenis kapal muatan kering	Untuk menyelaraskan definisi notasi "Bulk Carriers dengan UR Z 10,2 Survey Lambung Bulk Carrier
Tabel 2.6	Notasi untuk jenis kapal muatan kering	Untuk menambah notasi "LANDING CRAFT"
Tabel 2.7	Notasi untuk jenis kapal muatan kering	Untuk menambah notasi BC-XII, BC-C ² , BC- B ² , BC- A ²
Tabel 2.7	Notasi untuk jenis kapal muatan kering	Untuk mendefinisikan notasi Common Structure Rules
Tabel 2.10	Notasi yang ditetapkan untuk kapal penumpang.	Untuk mendefinisikan notasi "PASSENGER SHIP N"
Tabel 2.10	Notasi yang ditetapkan untuk kapal penumpang.	Untuk mendefinisikan notasi "FERRY"
Tabel 2.11	Notasi tambahan kapal penunjang offshore	Untuk menambah notasi TVS-ST, TVS-U, TVS-C, TVS-R1
3.2.7	Yacht > 24 m	Untuk menambah notasi yacht
Tabel 2.12	Notasi untuk type atau unit kapal khusus	Untuk menambah notasi PATROL
Tabel 2.13	Notasi untuk analisis struktur lambung khusus atau kekuatan	Untuk menambah notasi RSD, RSD (F25), RSD (F30), RSD (ACM), RSD (gFE)
Tabel 2.14	Notasi yang diberikan untuk survey atau prosedur khusus	Untuk menambah notasi "BWM (D1) dan BWM (D2) untuk pertukaran dan penanganan air balas
3.2.9	Pengangkutan barang berbahaya	Untuk menambah notasi DG (IHS Code 7.17)
3.3.9	Standar Lingkungan	Untuk menentukan notasi dari "EP"
3.3.10	Kapal Pelayanan Lepas Pantai	Untuk menentukan notasi dari "Offshore Service Vessels"
D	Klasifikasi Kapal Bangunan Baru	
3.1.2	Tidak ada judul	Pelarangan asbestos untuk bangunan baru dan sudah jadi
E	Penerimaan Kelas Bangunan Lama (kelas yang tidak diakui)	Untuk mendefinisikan penerimaan kelas untuk kelas yang diakui
1.2	Tidak ada judul	Untuk mengklarifikasi gambar/dokumen lambung dan mesin
F	Penerimaan Kelas Bangunan Lama lainnya	Untuk mendefinisikan penerimaan kelas untuk kapal bangunan sudah jadi lainnya
G	Klasifikasi Yachts dan Watercraft kecil dengan panjang mulai 6 sampai 24 meter	Untuk menambah persyaratan baru untuk yachts

Bab 3. Survey – Persyaratan Umum		
A	Informasi Umum	
3.2	Tidak ada Judul	Untuk memperjelas keabsahan akhir konfirmasi kelas setelah diperiksa oleh Kantor Pusat BKI
3.3	Tidak ada Judul	Untuk menginformasikan isi survey status dan log book
B	Survey Mempertahankan Kelas, Definisi, Tanggal Jatuh tempo	
1.2	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi jendela waktu survey antara
1.3.2	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi jendela waktu pada survey pembaruan kelas dan pengukuran ketebalan sesuai dengan persyaratan UR Z7 Survey Klasifikasi Lambung
1.5.2	Instalasi Ketel Uap	Untuk memastikan peraturan nasional yang akan diobservasi untuk pemeriksaan dan tes Instalasi Ketel Uap.
1.6.1-1.6.2	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi jendela waktu Survey Alas
1.6.4	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi Survey Alas pada Kapal Penumpang
1.7.1	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi karakter kelas kapal yang memperoleh notasi IW dan implementasinya
1.7.3	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi karakter kapal yang diberikan untuk survey bawah air tanpa notasi IW dan implementasinya.
C	Pelaksanaan dan Lingkup Survey	
1.1.2.2	Tidak ada Judul	Untuk memastikan inspeksi dan kerusakan berhubungan dengan pendukung can perangkat pengaman dari pintu lambung dicatat oleh staf kapal dan segala kerusakan akan dilaporkan ke BKI.
1.1.2.8	Tidak ada Judul	Untuk menyelaraskan persyaratan survey tahunan Ro Ro Ship dengan Z. UR 24. Persyaratan Survey untuk Shell dan Inner Doors dari Ro-Ro Ships
1.1.4	Tidak ada Judul	Untuk menambahkan Fire main system dalam daftar pemadam kebakaran yang harus diperiksa
1.2.3	Tidak ada Judul	Untuk menyesuaikan persyaratan Survey Antara untuk ruang muat dengan UR Z 7 Survey Klasifikasi Lambung.
1.2.4	Tidak ada Judul	Untuk memastikan inspeksi dan kerusakan berhubungan dengan pendukung dan perangkat pengaman dari pintu lambung dicatat oleh staf kapal dan segala kerusakan akan dilaporkan ke BKI.
1.3.2.1.1	Lambung, umum	Untuk menjelaskan cakupan Survey Pembaruan Kelas I
1.3.2.1.10	Tidak ada Judul	Untuk menyelaraskan persyaratan Survey Pembaruan Kelas I ro ro ship dengan UR Z. 24. Persyaratan Survey untuk Shell dan Inner Doors dari Ro-Ro Ships
1.3.2.2.3	Tidak ada Judul	Untuk memastikan semua tangki diuji internal
1.7.2.1	Tidak ada Judul	Untuk menambahkan komunikasi "two way" selama Survey Bawah Air.
1.7.2.2	Tidak ada Judul	Menghilangkan "Kapal dalam kondisi kosong" sebagai prasyarat dalam Survey Bawah Air sesuai dengan persyaratan UR Z. 3 – Survey Periodik di luar atas kapal dan hal-hal terkait.
Bab 4. Survey – Kapal Type Khusus		
A	Kapal Tangki Minyak	
1.3.3	Dokumen Pendukung	Untuk menambah "area structure kritis" dan/atau harus di inspeksi disamping area yang di curigai sesuai persyaratan UR Z10.1 Survey Lambung Kapal Tangki Minyak
1.4.1	Tidak ada Judul	Untuk menambahkan persyaratan akses struktur di SOLAS II-1/3-6 untuk diobservasi
1.6	Survey Programme	Untuk menyelaraskan dengan persyaratan UR Z10.1 Survey Lambung untuk Kapal Tangki Minyak
Tabel 4.2	Survey Pembaruan Kelas (Lambung) Kapal Tangki Minyak, Kapal Bijih Tambang /Minyak dsb. Persyaratan Minimum untuk Survey Close-Up	Untuk merevisi persyaratan usia kapal di bawah 5 tahun
B	Kapal Pembersih Tumpahan Minyak	
1.4.1	Tidak ada Judul	Untuk menambahkan persyaratan akses struktur di SOLAS II-1/3-6 untuk diobservasi
3.1	Umum	Untuk mengklarifikasi jendela waktu survey antara
C	Kapal Tangki Kimia	
1.2.2	Lambung	Untuk menentukan definisi Inspeksi Close Up

1.3.3	Dokumen Pendukung	Untuk menambah "area struktur kritis" dan/atau harus di inspeksi disamping area yang di curigai sesuai persyaratan UR Z10.3 Survey Lambung Kapal Tangki Kimia
1.4.1	Tidak ada Judul	Untuk menambahkan persyaratan akses struktur SOLAS II-1/3-6 untuk diobservasi
1.6	Survey Programme	Untuk menyelaraskan dengan persyaratan UR Z10.3 Survey Lambung untuk Kapal Tangki Kimia
2.9	Kapal Suplai Lepas Pantai	Untuk menentukan notasi dari "HNLS" dan EQUIPPED FOR CARRIAGE OF CHEMICALS IN BULK " untuk OSV membawa hazardous dan noxious liquid substances dengan peralatan yang relevan.
3.1.1	Tidak ada judul	Untuk mengklarifikasi jendela waktu survey antara
3.7	Kapal Suplai Lepas Pantai	Untuk menjelaskan item survey HNLS berhubungan dengan korosi dan pelapisan/lapisan pelindung
4.2.2.2.	Survey Close Up	Untuk menambahkan tabel 4.6.1 (pelat kulit tunggal kapal tangki kimia) dan 4.6.2. (pelat kulit ganda dari kapal tangki kimia).
Tabel 4.6.1	Survey Pembaruan Kelas (Lambung) pada Kapal Tangki Kimia Persyaratan Minimum untuk Survey Close-Up (Pelat kulit tunggal)	Untuk menyesuaikan Survey Close-up pelat kulit tunggal kapal tangki kimia sesuai dengan UR Z10.3 Survey Lambung Kapal Tangki Kimia
Gbr. 4.1	Daerah (A), (B), (C), (D) untuk Survey Close up pelat kulit tunggal Kapal Tangki Kimia	Untuk menunjukkan lokasi pengukuran ketebalan sesuai persyaratan Tabel 4.6.1
Gbr. 4.2	Daerah (A), (B), (C), (D) untuk Survey close up pelat kulit tunggal Kapal Tangki Kimia type Kombinasi	Untuk menunjukkan lokasi pengukuran ketebalan sesuai persyaratan Tabel 4.6.1
Tabel 4.6.2	Survey Pembaruan Kelas (Lambung) pada Kapal Tangki Kimia Persyaratan Minimum untuk Survey Close-Up (Pelat kulit ganda)	Untuk menyesuaikan Survey Close-up pelat kulit ganda kapal tangki kimia sesuai dengan UR Z10.3 Survey Lambung Kapal Tangki Kimia
Gbr. 4.3.	Bagian melintang yang mewakili dari kapal tangki kimia pelat kulit ganda. Area 1 dan 2	Untuk menunjukkan lokasi pengukuran ketebalan sesuai persyaratan Tabel 4.6.2
Gbr. 4.4.	Bagian melintang representatif dari kapal tangki kimia pelat kulit ganda. Area 3,4 dan 5	Untuk menunjukkan lokasi pengukuran ketebalan sesuai persyaratan Tabel 4.6.2
Gbr. 4.5.	Representative transverse section of double skin chemical tanker. Areas 6 and 7	Untuk menunjukkan lokasi pengukuran ketebalan sesuai persyaratan Tabel 4.6.2
D	Kapal Tangki Gas Cair	
3.1.1	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi jendela waktu survey antara
4.3.2.2	Tidak ada Judul	Untuk mengklarifikasi bahwa tangki tipe C diperlukan untuk NDT
4.3.3.2	Tidak ada Judul	Untuk menjelaskan hidrostatik dan hidro uji pneumatik tangki muat.
4.3.6.1	Tidak ada Judul	Untuk menunjukkan tekanan set katup pelepas tekanan tangki muat.
E.	Kapal Curah	
1.3.3	Dokumen Pendukung	Untuk menambah "critical structure area" dan/atau harus di inspeksi disamping area yang di curigai sesuai persyaratan UR Z10.2 Survey Lambung Kapal Curah
1.4.1	Tidak ada Judul	Untuk menambahkan persyaratan akses struktur SOLAS II-1/3-6 untuk diobservasi
1.6	Survey Programme	Untuk menyelaraskan dengan persyaratan UR Z10.2 Survey Lambung untuk Kapal Curah
2.4.5	Tidak ada Judul	Untuk menyelaraskan persyaratan pengukuran ketebalan dengan UR Z10.5 Survey Lambung pada Kapal Curah Pelat Kulit Ganda.
2.5	Tidak ada judul	Untuk menyelaraskan dengan persyaratan UR Z.10.5, Hull Surveys of Double Skin Bulk Carriers mengenai pengukuran tebal yang diperluas untuk ruang muat dilakukan sebelum survey tahunan (umur kapal 10-15 tahun)

4.5.4	Tidak ada judul	Untuk menyelaraskan dengan persyaratan dengan UR Z10.2 Hull Surveys of Bulk Carriers tentang satu transverse section yang diukur di area amidship
H.	Yachts & Watercraft Kecil	Untuk menambah persyaratan survey baru

Amandemen ini efektif mulai 1 Januari 2013

Paragraf	Judul	Status/Keterangan
Bab 3. Survey – Persyaratan Umum		
C	Pelaksanaan dan Lingkup Survey	
3.1	Tidak ada Judul	Untuk menambahkan persyaratan untuk kapal barang muatan kering disesuaikan dengan persyaratan UR Z7.1 Survey Lambung untuk Kapal Barang Muatan Kering



Bab 1

Syarat dan Ketentuan Umum

A. Umum

1. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) adalah sebuah organisasi independen yang menyediakan jasa survey dan sertifikasi teknik di seluruh dunia.
2. BKI bertindak tidak memihak dan obyektif.
3. Interpretasi dari Peraturan teknik sepenuhnya hak BKI.
4. Edisi terakhir dari syarat umum dan ketentuan juga Peraturan teknik terkait berlaku untuk semua jasa yang diberikan oleh BKI, termasuk yang diberikan dalam cakupan jasa statutoria, bahkan jika tidak ada kesepakatan terpisah kasus per kasus yang telah dicapai untuk penerapannya. Jika hubungan kontrak yang disepakati antara BKI dan siapa saja selain pemakai jasa, maka Peraturan teknik terkait dan ketentuan di G.1 sampai 6 di bawah ini juga berlaku kepada pihak ketiga tersebut.
5. BKI juga menyediakan jasa analisa teknik.

B. Ketentuan Tambahan

1. Konfirmasi atau sertifikasi (sertifikat) sehubungan pemenuhan fakta teknik atau jasa sesuai Peraturan teknik yang dikeluarkan oleh BKI tidak diberikan atau dikeluarkan oleh institusi selain BKI.
Tanpa sertifikat relevan yang diterbitkan oleh BKI, tidak ada pernyataan yang harus dibuat untuk mempengaruhi produk yang dibuat sesuai peraturan BKI.
2. Konfirmasi yang diberikan atau Sertifikat yang dikeluarkan tidak akan membebaskan pemakai jasa dari kewajiban kontraknya terhadap pihak ketiga.
3. Sertifikat yang dikeluarkan oleh BKI dapat ditarik setiap saat. Hak penarikan dapat dilaksanakan misalnya, pada saat mengadaptasi Peraturan teknik yang mengikuti kemajuan teknologi atau pemakai jasa gagal untuk memenuhi persyaratan atau instruksi yang dikeluarkan oleh BKI pada waktunya.

C. Lingkup dan Pekerjaan

1. Jenis dan lingkup jasa yang diberikan oleh BKI selalu didasarkan pada perjanjian yang ditetapkan, dalam hal ketiadaan sebuah perjanjian tertentu yang jelas, pada saat inspeksi Kelas dan / atau survey digunakan Peraturan Klasifikasi dan survey yang berlaku saat itu, dalam hal tinjauan dokumen konstruksi digunakan Peraturan konstruksi BKI yang berlaku pada saat kontrak dibuat antara galangan kapal dan pihak pemesan kapal.

Perubahan Peraturan konstruksi berkaitan keselamatan yang dibuat setelah tanggal kontrak antara galangan kapal dan pihak pemesan harus dipertimbangkan.

Memperhatikan inspeksi negara bendera, maka Peraturan yang relevan harus diberlakukan.

2. Pemakai jasa berkewajiban untuk memastikan bahwa jasa BKI dapat dilakukan dengan lancar dan tanpa penundaan. Semua persiapan yang dibutuhkan untuk pelaksanaan survey dan audit disiapkan oleh pemakai jasa sesuai persyaratan rules. BKI harus diberikan keleluasaan tidak terbatas dan hak melaksanakan survey dan audit untuk perluasan item pemeriksaan yang diminta.

Setiap informasi, gambar, dll yang disyaratkan untuk melakukan fungsi dan kegiatan BKI harus tersedia pada waktunya.

3. Sebelum personil BKI mulai bekerja, pemakai jasa harus menginformasikan ke BKI tentang masalah keselamatan yang relevan dan bertanggungjawab mengambil semua langkah-langkah terkait keselamatan yang diperlukan untuk memastikan lingkungan kerja yang aman bagi personil yang melaksanakan pekerjaan atas nama BKI dan harus mematuhi semua ketentuan hukum dan regulasi keselamatan lainnya.

4. Jika personil BKI yang bertugas menemukan adanya kekurangan dalam persiapan atau keselamatan lingkungan kerja atau pemenuhan hukum dan peraturan keselamatan yang berlaku menurut C.2. dan 3, personil BKI dapat menolak bekerja sampai persyaratan dimaksud terpenuhi.

Sehubungan dengan butir E, pemakai jasa harus memperhitungkan keterlambatan yang terjadi akibat kasus diatas.

5. Pemakai jasa mengakui dan sepakat terhadap kenyataan bahwa BKI dapat mendelegasikan pekerjaan yang berkaitan dengan kontrak ini kepada mitra BKI. BKI bertanggung jawab atas pekerjaan yang didelegasikan sesuai ketentuan dalam kontrak.

6. BKI hanya bertanggung jawab atas jasa yang dilaksanakan secara langsung atau oleh mitra BKI.

D. Kerahasiaan

BKI akan memperlakukan dokumen dan informasi yang diterima dalam kaitan dengan penugasan kepada BKI sebagai dokumen yang bersifat rahasia. Dokumen dan informasi tersebut hanya dapat diberikan kepada pihak ketiga atas ijin tertulis dari Pemiliknya.

Ketentuan tersebut diatas tidak mengurangi kewajiban kepada Pemerintah Negara Bendera Kapal.

E. Biaya

Biaya atas jasa BKI harus dibayar sesuai dengan tarif BKI dan membebankan juga biaya apa saja yang timbul sehubungan dengan pelayanan jasa tersebut (misalnya biaya perjalanan, pajak dan biaya-biaya lainnya) walaupun Kelas atau Sertifikat tidak diberikan.

F. Pembayaran Nota Debet/Invoice

Jatuh tempo untuk pembayaran biaya tanpa pengurangan untuk semua jasa yang diberikan oleh BKI tanpa pengurangan tidak lebih dari 28 (dua puluh delapan) hari kalender setelah invoice diterima. BKI berhak tidak memenuhi permintaan survey berikutnya, menahan Sertifikat dan dokumen lainnya atas kegagalan memenuhi ketentuan di atas.

G. Pertanggungjawaban dan Yuridiksi

1. Kelalaian atau kegagalan BKI dalam melaksanakan atau memenuhi ketentuan, persyaratan atau kewajiban sesuai kontrak tidak dapat diklaim atau dianggap melanggar kontrak jika kelalaian atau kegagalan tersebut diluar kendali BKI.

2. BKI bertanggungjawab untuk kerugian atau kerusakan, jika dapat dibuktikan bahwa kerugian dihasilkan langsung dari tindakan atau kelalaian yang dilakukan BKI. Pertanggungjawaban BKI dibatasi maksimum sebesar biaya survey terakhir yang dilakukan.

3. Hak klaim pemakai jasa untuk cacat mutu wajib disampaikan ke BKI dalam waktu 3 (tiga) bulan setelah pemakai jasa menerima hasil pekerjaan BKI.

4. Segala perselisihan yang muncul dalam interpretasi dan pelaksanaan kontrak harus diselesaikan sedapat mungkin melalui negosiasi dalam perundingan

5. Tempat penanganan semua tuntutan dari pemakai jasa yang timbul sebagai akibat pelayanan jasa BKI ditetapkan di Pengadilan Negeri Jakarta Utara dan hukum yang berlaku adalah hukum Indonesia.
6. Lokasi eksklusif yurisdiksi untuk klaim terhadap BKI di Pengadilan Negeri Jakarta Utara. BKI berhak untuk menggugat klien sebelum sidang di Pengadilan Negeri Jakarta Utara.

H. Perselisihan

1. Dalam hal satu atau sebagian ketentuan dari kontrak antara BKI dan klien atau Syarat Umum dan Ketentuan ini tidak efektif, maka ketentuan yang lain dalam kontrak tetap berlaku.
2. Dalam hal keraguan mengenai interpretasi dari Syarat Umum dan Ketentuan ini, teks Bahasa Indonesia wajib digunakan.



Bab 2

Klasifikasi

A. Umum

1. Peraturan, Regulasi dan Petunjuk

1.1 Dasar Peraturan, Regulasi dan Petunjuk peraturan dan Regulasi BKI

1.1.1 Klasifikasi kapal, unit apung lainnya dan setiap peralatan yang sesuai didasarkan pada:

- Peraturan Klasifikasi dan Survey BKI, edisi terakhir
- Peraturan Konstruksi, Regulasi dan Petunjuk yang berhubungan dengan masing-masing tipe kapal atau instalasi, yang berlaku pada tanggal penandatanganan kontrak antara galangan (pembuat) dan pemilik kapal (pemesan). Lihat juga C.1.

1.1.2 Peraturan Konstruksi mencakup Peraturan Material, Peraturan Las dan Peraturan khusus lainnya yang diterbitkan oleh BKI yang dapat diterapkan secara kasus per kasus¹.

1.1.3 Teks dalam bahasa Inggris harus diutamakan jika terdapat keraguan mengenai interpretasi dari Peraturan Konstruksi, Regulasi dan Petunjuk BKI, kecuali Bab 1-Syarat Umum dan Ketentuan.

1.2 Ketentuan berikut berlaku kecuali disebutkan secara khusus :

1.2.1 Tanggal "kontrak pembangunan kapal" adalah tanggal dimana kontrak pembangunan kapal ditandatangani antara calon pemilik kapal dengan galangan kapal. Tanggal ini biasanya diinformasikan kepada BKI oleh pemesan pada saat pemilik mengajukan Permohonan Klasifikasi Kapal Bangunan Baru. Lihat juga C.1.

1.2.2 Tanggal "kontrak pembangunan kapal" yang dibangun secara seri dari kapal sister², termasuk opsi kapal tambahan dengan spesifikasi yang telah teruji adalah tanggal dimana kontrak pembangunan seri ditandatangani antara calon pemilik dengan galangan kapal.

Kapal sister adalah kapal yang dibangun berdasarkan persetujuan gambar yang sama untuk tujuan Klasifikasi. Kapal tambahan dapat dianggap seri dari kapal sister jika kapal tambahan tersebut disurvey tidak lebih dari satu tahun setelah tanggal kontrak pembangunan ditandatangani.

1.2.3 Jika kontrak pembangunan kemudian diubah termasuk kapal tambahan atau tambahan lainnya, maka tanggal kontrak pembangunan untuk kapal tersebut adalah saat penandatanganan perubahan kontrak tersebut antara calon pemilik dengan galangan kapal. Perubahan dari kontrak diperlakukan sebagai kontrak baru dimana ketentuan 1.2.1 dan 1.2.2 berlaku.

1.2.4 Selebihnya Bab 1, C agar diperhatikan.

1.2.5 Tanggal bulan dan tahun dari selesainya proses survey bangunan baru disebut "tanggal pembangunan"

1.3 Regulasi Statutoria

1.3.1 Peraturan dan Regulasi Nasional yang telah diberlakukan oleh masing-masing negara bendera pada dasarnya tidak dipengaruhi oleh Peraturan Klasifikasi dan Survey. Namun berbagai persyaratan yang ditentukan oleh Konvensi Internasional telah dimasukkan kedalam Peraturan BKI. Lihat juga Bab 3, A.4.

¹ Untuk klasifikasi dan konstruksi instalasi lepas pantai bergerak maupun tetap, Rules for Offshore Installations berlaku. Untuk sistem peralatan penyelaman, submersible dan peralatan bawah air, Rules for Underwater berlaku

² Kapal sister mungkin dapat mengalami perubahan kecil dari desain, dimana perubahan itu tidak mempengaruhi persyaratan Klasifikasi

1.3.2 Sanggahan

Persyaratan Statutoria yang secara terus menerus diproses dan diperbarui oleh IMO dan tanggal berlakunya tidak mungkin bersamaan dengan penerbitan Peraturan BKI tiap tahunnya. BKI akan mengambil upaya untuk menjaga Peraturan BKI terkini dengan persyaratan wajib, namun BKI tidak dapat menerima tanggung jawab atas kerusakan yang terjadi dalam konteks ini.

1.4 Port State Control

Dalam kasus penahanan kapal oleh Port State Control operator diwajibkan untuk memanggil Surveyor BKI tanpa penundaan. Persyaratan ini harus dipenuhi dalam setiap kasus, dimana kekurangan terkait Sertifikat yang diterbitkan oleh BKI atas nama Pemerintah Bendera. Dalam kasus kekurangan terkait dengan Sertifikat Keselamatan Konstruksi Kapal Barang kelas BKI bagaimanapun juga, adalah penting untuk memanggil Surveyor BKI, terlepas dari Negara bendera atau organisasi penerbit.

2. Lingkup

2.1 Klasifikasi meliputi lambung kapal, instalasi mesin, termasuk semua instalasi listrik dan perlengkapan jangkar.

2.2 Atas permintaan, instalasi tertentu misalnya instalasi pendingin dapat dikelaskan secara terpisah. Lihat 2.5.

2.3 BKI dapat memperluas jangkauan Klasifikasinya pada semua perlengkapan dan permesinan yang dipakai dalam operasi kapal yang sifat dan/atau penempatannya dapat mempengaruhi keselamatan jiwa manusia, kapal dan muatannya atau lingkungan.

2.4 Sistem konstruksi dan perlengkapan yang menentukan tipe kapal akan diperiksa dalam lingkup Klasifikasi, jika tipe kapal dinyatakan dalam bentuk Notasi yang ditambahkan pada Tanda Kelas. Lihat C.3.3.

2.5 Instalasi pendingin

2.5.1 Untuk tujuan penggunaan peraturan ini, instalasi berikut dianggap sebagai instalasi pendingin:

- instalasi pendingin muatan untuk pendinginan ruang muat yang berisolasi
- Instalasi pendingin peti kemas untuk pendinginan peti kemas yang berisolasi, dengan syarat instalasi pendingin dipasang secara permanen dan merupakan bagian dari kapal.

Instalasi pendingin termasuk instalasi teknis yang diperlukan untuk pasokan tenaga.

2.5.2 Unit pendingin yang dapat dihubungkan pada peti kemas dan diangkat bersamaan, dan peti kemas dengan atau tanpa unit pendingin, diatur oleh BKI dalam "Regulations for the Construction, Repair and Testing of Freight Containers".

3. Sertifikat Kelas

3.1 Penetapan Kelas, penerbitan Sertifikat Kelas, dan penetapan Tanda Kelas dan Notasi yang sesuai tergantung pada pembuktian terpenuhinya Peraturan Konstruksi BKI yang berlaku pada tanggal permohonan. Lihat A.1.1.

3.2 BKI berhak menambahkan tanda khusus dalam Sertifikat Kelas, antara lain informasi tentang pengoperasian kapal yang sesuai dengan kelas kapal.

3.3 Sertifikat Klasifikasi diterbitkan oleh Kantor Pusat BKI dan harus disimpan di kapal.

4. Register

4.1 Umum

Data Klasifikasi untuk setiap kapal yang dikelaskan akan dimasukkan dalam arsip data BKI. Ringkasan data

kapal tersebut akan dimasukkan ke dalam Register yang dipublikasikan oleh BKI. Selama berlakunya Kelas, BKI akan memperbarui data tersebut berdasarkan laporan terkait yang dimasukkan oleh Surveyor.

4.2 Instalasi pendingin

Instalasi pendingin yang dikelaskan ke BKI dicatat dalam Register yang terindikasi dalam Tanda Kelas, dan dimasukkan dalam daftar kapal yang memiliki Sertifikat Instalasi Pendingin.

B. Masa Berlaku Kelas

1. Periode kelas

Lambung, instalasi mesin dan perlengkapan khusus yang dikelaskan memiliki masa berlaku kelas yang sama (durasi satu periode kelas). Kelas tetap berlaku, jika semua survey dan perbaikan yang diperlukan pada lambung dan instalasi mesin dilaksanakan dengan memuaskan, lihat Bab 3 dan Bab 4. Untuk kapal dengan Tanda Kelas A100 masa berlaku Kelas tidak lebih dari 5 tahun dan 4 tahun untuk A 90.

2. Persyaratan berlakunya Kelas

2.1 Kelas yang ditetapkan BKI berlaku hanya dalam kondisi yang disebutkan pada Sertifikat (seperti, daerah pelayaran, lambung timbul, daya mesin induk). Penetapan Kelas berdasarkan kondisi kapal berikut permesinannya, pemuatannya dan pengoperasiannya sesuai dengan konsep desain, peraturan dan regulasi yang berlaku.

Hal ini juga termasuk distribusi muatan dan balas, jika diperlukan pengikatan muatan termasuk pengoperasian kapal saat cuaca buruk.

2.2 Jika lambung dan/atau instalasi mesin tidak disurvei pada saat jatuh temponya maka Kelas kapal akan ditangguhkan baik lambung maupun instalasi mesinnya.

Jika perlengkapan khusus yang dikelaskan tidak disurvei pada saat jatuh temponya, hanya Kelas dari perlengkapan khusus tersebut yang ditangguhkan.

Sertifikat Kelas menjadi tidak berlaku dan Kelas dinyatakan ditangguhkan secara otomatis jika terjadi kasus berikut ini, misalnya :

- Jika Survey Pembaruan Kelas belum dilaksanakan pada periode yang dipersyaratkan oleh peraturan dan perpanjangan Kelas tidak diberikan oleh BKI, kecuali pada saat jatuh tempo, kapal masih dalam proses penyelesaian pemeriksaan dan belum berlayar.
- Jika Survey Tahunan belum dilaksanakan dalam kurun waktu 3 bulan setelah tanggal jatuh tempo, kecuali jika kapal sedang dalam proses penyelesaian pemeriksaan Survey Tahunan.
- Jika Survey Antara belum dilaksanakan dalam kurun waktu 3 bulan setelah jatuh tempo saat Tahunan ketiga setiap siklus 5 Tahunan, kecuali jika kapal sedang dalam proses penyelesaian pemeriksaan Survey Antara.
- Jika Survey Pengedokan belum dilaksanakan pada periode yang dipersyaratkan oleh peraturan oleh BKI, kecuali pada saat jatuh tempo, kapal masih dalam proses penyelesaian pemeriksaan dan belum berlayar.
- Jika Survey poros baling-baling yang jatuh tempo atau telah lewat tidak dilaksanakan pada saat Survey Pengedokan dan penundaan tidak diberikan.
- Jika kapal beroperasi diluar batas daerah pelayaran dari Notasi Kelas yang ditetapkan dan persyaratan tambahan lainnya yang disetujui
- Jika dari kapal tidak melaporkan kerusakan, cacat, patah atau kandas dimana tidak sesuai dengan persyaratan saat Kelas ditetapkan, untuk disurvei pada kesempatan pertama, atau jika rencana perbaikan tidak dilaporkan ke BKI untuk disetujui sebelum dilaksanakan perbaikan.
- Jika persyaratan atau rekomendasi Kelas belum dilaksanakan pada saat tanggal jatuh tempo dan penundaan tidak diberikan.

- Jika bagian-bagian Survey Bersambung yang jatuh tempo atau telah lewat tidak dilaksanakan pada saat Survey Tahunan, Survey Antara atau Survey Pembaruan Kelas dan penundaan tidak diberikan.
- Jika perbaikan kerusakan, cacat, patah atau kandas tidak sesuai dengan rekomendasi yang diberikan dan tidak dilaporkan untuk disurvei.

2.3 Kantor Pusat / Kantor Cabang BKI harus segera diberi informasi jika ada kejadian atau defisiensi dan kerusakan pada lambung, instalasi mesin atau perlengkapan lainnya yang dikelaskan yang dapat mempengaruhi kondisi Kelas kapal. Survey harus dilaksanakan paling lambat pada saat kapal tiba di pelabuhan berikutnya. Jika hasil survey mempengaruhi kondisi Kelas kapal, Kelas kapal akan dipertahankan hanya jika perbaikan atau modifikasi yang ditetapkan oleh BKI dilaksanakan dalam periode yang telah ditetapkan oleh Surveyor. Selama rekomendasi belum dilaksanakan, Kelas akan dibatasi, lihat juga butir 4.1.

2.4 Setiap kerusakan yang berhubungan dengan keausan melebihi ambang batas yang diijinkan (termasuk keluk, grooving, detachment atau patah), atau area yang mengalami keausan melebihi ambang batas yang diijinkan, yang berpengaruh atau berdasarkan penilaian surveyor, akan mempengaruhi struktur kapal, keutuhan kedap air atau kedap cuaca, harus diperbaiki segera dan menyeluruh (lihat devinisi). Area yang diperbaiki termasuk :

- Konstruksi alas dan pelat alas,
- Konstruksi sisi dan pelat,
- Konstruksi geladak dan pelat geladak,
- sekat kedap air atau kedap minyak,
- penutup atau ambang palka, jika terpasang (pengangkut muatan kombinasi),
- sambungan las antara pipa udara dan pelat geladak,
- semua kepala pipa udara yang terpasang di atas geladak,
- ventilator, termasuk peralatan penutup,
- bunker dan sistem pipa ventilasi, termasuk ventilator

Dalam hal dimana fasilitas perbaikan yang diperlukan tidak tersedia, maka dapat dipertimbangkan untuk memberikan ijin kepada kapal untuk berlayar langsung menuju galangan perbaikan. Pada tahap ini dapat dipersyaratkan untuk mengosongkan muatan dan/atau perbaikan sementara untuk pelayaran tersebut.

Dimana kerusakan struktur ditemukan dalam butir 2.4, terisolasi dan bersifat lokal yang tidak mempengaruhi keutuhan struktur kapal, penilaian dapat diberikan oleh surveyor untuk memungkinkan perbaikan sementara yang tepat untuk mengembalikan keutuhan kedap air atau kedap cuaca dan memberikan rekomendasi/kondisi kelas dengan batas waktu tertentu.

2.5 Suku cadang yang ditentukan dalam Peraturan Konstruksi harus dibawa diatas kapal dan harus dalam kondisi yang siap pakai.

2.6 Dalam hal-hal khusus, menyusul pemeriksaan terhadap lambung dan instalasi mesin, pelaksanaan perbaikan yang disyaratkan untuk mempertahankan Kelas dapat ditiadakan jika pemilik setuju bahwa Kelas dan/atau daerah pelayarannya dibatasi, atau kemungkinan ditetapkan lambung timbul yang lebih besar.

2.7 Selain dari Sertifikat Kelas, dokumen lain yang penting untuk Klasifikasi harus disimpan diatas kapal dan harus tersedia bila diminta oleh Surveyor, seperti:

- laporan pemeriksaan yang dilakukan sebelumnya
- gambar yang telah disetujui dan dokumen lain yang telah diserahkan kepada pemilik bersama dengan Sertifikat Kelas dan memuat data atau instruksi signifikan yang terkait persyaratan Klasifikasi (misalnya penggunaan baja kuat tarik tinggi struktur lambung atau daftar dari suku cadang).

2.8 Pemberlakuan kelas kembali

BKI akan memberlakukan kembali kelas kapal pada kasus sebagai berikut :

- Setelah survey yang melewati jatuh tempo telah dilaksanakan secara memuaskan. Survey yang dilaksanakan diakui sebagai pelaksanaan dari survey yang terlampaui. Bagaimanapun juga kapal kehilangan kelas sejak tanggal ditangguhkan sampai dengan sehari sebelum tanggal diberlakukan kembali.
- Setelah rekomendasi yang melewati jatuh tempo telah dilaksanakan secara memuaskan. Bagaimanapun juga kapal kehilangan kelas sejak tanggal ditangguhkan sampai dengan sehari sebelum tanggal diberlakukan kembali.
- Setelah item survey bersambung yang melewati jatuh tempo telah dilaksanakan secara memuaskan. Bagaimanapun juga kapal kehilangan kelas sejak tanggal ditangguhkan sampai dengan sehari sebelum tanggal diberlakukan kembali.

3 Perbaikan, perombakan

3.1 Apabila bagian yang rusak atau aus sedemikian rupa sehingga tidak sesuai dengan persyaratan BKI, maka harus diperbaiki atau diganti.

3.2 Perawatan, reparasi dan perombakan pada kapal-kapal dan perlengkapan khusus yang dikelaskan harus dilaksanakan dibawah pengawasan BKI untuk memastikan Kelas dipertahankan atau ditetapkan kembali.

3.3 Bagian yang terpengaruh perbaikan dan perombakan harus diperlakukan sama seperti bangunan baru, baik lambung, instalasi mesin termasuk instalasi listrik, sistem gas inert, sistem otomasi atau perlengkapan lain yang dikelaskan, lihat D 3.1.2.

3.4 Jika setelah melaksanakan perombakan besar maka Tanda Kelas dan/atau Notasi Kelas yang baru ditetapkan sehingga Sertifikat baru harus diterbitkan, awal periode Kelas baru dapat disetujui.

4. Pencabutan Kelas

4.1 Bila lambung dan instalasi mesin ternyata tidak lagi sesuai dengan persyaratan Tanda dan Notasi Kelas yang ditetapkan, atau bila pemilik menolak untuk melaksanakan perbaikan atau modifikasi yang disyaratkan oleh BKI, dalam waktu yang ditentukan sesuai kasus per kasus, maka Kelas kapal akan dicabut. Hal yang sama berlaku bagi Kelas untuk perlengkapan khusus.

4.2 Bila pemilik tidak ingin mempertahankan, atau mengelaskan kembali kapalnya atau perlengkapan khususnya, BKI harus diberi informasi. Sertifikat Kelas harus dikembalikan ke BKI.

4.3 Bila karena alasan tertentu Kelas kapal telah habis masa berlakunya atau ditangguhkan atau dicabut oleh BKI, hal ini akan dicatat dalam Register.

4.4 Bila sesudah pencabutan Kelas kapal, perbaikan-perbaikan yang dipersyaratkan BKI telah dilaksanakan dan kapal telah disurvey dalam rangka penerimaan Kelas kembali, maka Tanda dan Notasi Kelas semula dapat ditetapkan kembali dengan periode Kelas baru. Survey seperti ini harus dilaksanakan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh BKI Pusat.

4.5 BKI akan mencabut atau membatalkan Kelas bila terjadi salah satu dari kasus berikut ini:

- Atas permintaan pemilik
- Bila hal-hal yang menyebabkan Kelas kapal ditangguhkan tidak dilaksanakan dalam waktu yang ditentukan, Kelas kapal akan dicabut.
- Kelas kapal akan otomatis dicabut jika kapal berlayar tanpa melaksanakan rekomendasi yang disyaratkan sebelum meninggalkan pelabuhan.
- Bila Kelas telah ditangguhkan selama 6 (enam) bulan. Penangguhan yang lebih lama dapat diberikan untuk kapal-kapal yang ditambat, yang menunggu perbaikan kerusakan atau sedang

diperiksa dalam rangka mempertahankan Kelas kembali.

- Bila lambung, perlengkapan atau instalasi mesin (termasuk instalasi listrik) mengalami rusak parah atau dalam kondisi lain (misalnya: tenggelam, dituntut/scrapping, dsb), sehingga operasi kapal tidak dimungkinkan.

5. Kapal yang ditambat

5.1 Periode Kelas kapal untuk lambung dan mesin berlaku terus tanpa perubahan selama periode kapal ditambat. Ini berarti survey periodik harus dilaksanakan seperti sebelumnya jatuh tempo survey kapal di atas dok dapat ditunda sampai kapal dioperasikan kembali. Selain itu, persyaratan paragraf sebelumnya harus diterapkan.

5.2 Pada saat Kelas habis masa berlakunya, survey sebagai pengganti Survey Pembaruan Kelas harus dilaksanakan. Sertifikat Klasifikasi baru dengan Notasi LAID UP SHIP diterbitkan dan dicatat dalam Register.

5.3 Pada saat dioperasikan kembali, sebagai tambahan dari survey periodik yang tertunda, survey terhadap seluruh instalasi mesin harus dilaksanakan. Tergantung pada lamanya waktu ditambat, maka percobaan berlayar dan/atau percobaan pengoperasian kembali instalasi dan/atau komponen tertentu harus dilaksanakan.

C. Tanda Kelas dan Notasi, Penetapan dan Masa Berlaku Kelas

1. Umum

1.1 Dalam lingkup Klasifikasi, karakteristik lambung, mesin dan perlengkapan jangkar ditunjukkan dalam Tanda Kelas, lihat 2, dan Notasi yang dibubuhkan pada Tanda Kelas, lihat 3.

1.2 Penetapan Kelas

Contoh berikut ini menunjukkan Penetapan Kelas untuk lambung, instalasi mesin dan perlengkapan jangkar:

Tabel 2.1. Penetapan Tanda Kelas

Bagian	Tanda Kelas	Notasi
Lambung	⊕ A 100 ⊕	TANGKI MINYAK
Mesin	⊕ SM	OT

2. Tanda Kelas, Definisi

Tanda Kelas mempunyai beberapa pengertian:

Tabel 2.2 Tanda Kelas

Penerapan	Tanda Kelas	Definisi
Lambung	A100	Lambung kapal seluruhnya memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi BKI atau peraturan lain yang dianggap setara.
	A90	Lambung kapal tidak seluruhnya memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi BKI atau sudah tidak lagi seluruhnya memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi BKI, namun Kelas tetap dapat dipertahankan untuk periode yang diperpendek dan/atau dengan selang waktu survey yang lebih pendek. Angka 100, 90 menunjukkan kondisi perawatan lambung kapal yang berhubungan dengan persyaratan Peraturan Konstruksi, dengan memperhatikan batas korosi dan keausan yang diijinkan.
Mesin	SM	Instalasi mesin termasuk instalasi listrik memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi BKI atau peraturan lainnya yang dianggap setara.
	A-SM	Instalasi mesin termasuk instalasi listrik untuk kapal tanpa penggerak sendiri dan unit apung lainnya memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi BKI atau peraturan lain yang dianggap setara.
	\overline{SM}	Instalasi mesin termasuk instalasi listrik tidak seluruhnya memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi BKI akan tetapi fungsi keselamatan dan kelaik-lautannya terpenuhi dengan mempertimbangkan daerah pelayaran.
	$\overline{A-SM}$	Instalasi mesin termasuk instalasi listrik untuk kapal tanpa penggerak sendiri dan unit apung lainnya tidak seluruhnya memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi BKI, akan tetapi fungsi keselamatan dan kelaik- lautannya terpenuhi.
Perlengkapan Jangkar	Ⓐ	Kapal yang perlengkapan jangkarnya yaitu jangkar, rantai jangkar dan mesin jangkar memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi BKI.
	Ⓑ	Kapal yang perlengkapan jangkarnya tidak sepenuhnya memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi BKI, akan tetapi fungsi keselamatan dan kelaik lautannya terpenuhi dengan mempertimbangkan daerah pelayaran.
		Tanpa perlengkapan jangkar, khususnya untuk tongkang tidak berawak tidak diberi tanda perlengkapan.
	Ⓒ or Ⓓ	Tanda Kelas perlengkapan jangkar untuk kapal ikan sesuai dengan "Rules for Fishing Vessels".
	Ⓔ	Perlengkapan jangkar untuk kapal Khusus sesuai Tabel 13.1 "Rules for High Speed Vessel".

Tabel 2.1 Tanda Kelas (lanjutan)

Penerapan	Tanda Kelas	Definisi
Perlengkapan khusus	SMP	Instalasi pendingin muatan baik yang menyangkut lambung maupun mesin sepenuhnya memenuhi persyaratan Rules for Refrigerating Installations, Volume VIII, atau peraturan lainnya yang dianggap setara.
	$\overline{\text{SMP}}$	Instalasi pendingin muatan tidak seluruhnya atau tidak lagi seluruhnya memenuhi persyaratan Rules for Refrigerating Installations, Volume VIII, akan tetapi fungsi keselamatan dan kelaik-lautannya terpenuhi dengan mempertimbangkan daerah
	SMP ☒	Instalasi pendingin muatan baik yang menyangkut lambung maupun mesin, instalasi pendingin muatan kapal ikan sepenuhnya memenuhi persyaratan Rules for Refrigerating Installations, Volume VIII.
	$\overline{\text{SMP}} \text{ ☒}$	Instalasi pendingin muatan kapal ikan yang tidak seluruhnya memenuhi persyaratan Rules for Refrigerating Installations, Volume VIII, akan tetapi fungsi keselamatan dan kelaik-lautannya terpenuhi dengan mempertimbangkan daerah pelayaran.
Survey, Pengawasan Konstruksi	✱	Lambung, instalasi mesin, perlengkapan jangkar dan/atau perlengkapan khusus (misalnya instalasi pendingin) telah dibangun: <ul style="list-style-type: none"> - dibawah pengawasan BKI mengacu Rules BKI pada saat digalangan dan/atau ditempat subkontraktor yang memasok komponen/bagian kapal - material serta komponen memenuhi Peraturan Konstruksi BKI dan harus dilengkapi dengan sertifikat dari BKI.
	(✱)	Lambung, mesin dan/atau perlengkapan khusus (misalnya instalasi pendingin) telah dibangun: <ul style="list-style-type: none"> - dibawah pengawasan BKI pada saat digalangan dan/atau ditempat subkontraktor yang memasok komponen konstruksi / bagian kapal - dan material serta komponen diperiksa sesuai dengan Peraturan Konstruksi BKI yang tanpa dilengkapi dengan Sertifikat BKI <p><i>Catatan</i> Untuk Lambung, Tanda Kelas ini hanya dapat diberikan, bila pembuktian untuk stabilitas kebocoran, tidak dipersyaratkan dan/atau ditiadakan.</p>
	✱	Lambung, instalasi mesin, perlengkapan jangkar atau perlengkapan khusus telah dibangun dibawah pengawasan dan sesuai dengan Peraturan Badan Klasifikasi lain yang diakui dan kemudian dikelaskan pada BKI. Penyimpangan dari Peraturan BKI dapat diterima. Kapal yang dibangun tidak dibawah pengawasan BKI atau Badan Klasifikasi yang diakui tidak akan mendapatkan tanda pengawasan pembangunan.
Subdivisi, Stabilitas Kebocoran	□	Untuk lambung kapal yang dilengkapi dengan bukti perhitungan subdivisi dan stabilitas kebocoran.
	☒, ☒, ☒(✱)	Sebagai contoh, lambung kapal yang dibangun dibawah pengawasan dan dilengkapi dengan bukti perhitungan subdivisi dan stabilitas kebocoran, salah satu dari tanda disamping akan diberikan

Catatan: Pada saat Penerimaan Kelas (Ganti Kelas) dari Klasifikasi yang tidak diakui, bila perlu diadakan pemeriksaan pendahuluan terhadap gambar konstruksi lambung, instalasi mesin dan listrik.

2.2 Tanda khusus

Pembuktian stabilitas kebocoran ditetapkan dengan tambahan tanda, dicantumkan pada Register.

Huruf pertama menunjukkan jenis kapal, angka pertama menunjukkan regulasi stabilitas kebocoran yang harus diterapkan, lihat Tabel 2.3. Huruf kedua menunjukkan apakah dalam pemeriksaan stabilitas kebocoran telah digunakan metode Deterministik (D) atau Probabilistik (P).

Tabel 2.3 Tanda bukti perhitungan stabilitas kebocoran untuk bermacam jenis kapal

P1-- SOLAS 48 P2-- SOLAS 60 P3-- IMO Resolution A.265 P4-- SOLAS 74 P5-- SOLAS Amendments 88, Chap. II-1, Reg. P6-- IMO Resolution A.265 simplified P7-- SOLAS Amendments 94, Chap. II-1, Reg. 8 P8-- Special Trade Passenger Ships Rules, 19 P9-- Council Directive 98/18/EC, 2002/25/EC P10- SOLAS Amendments 05, Chap. II-1	T1--- Bulk Chemical (BCH) T2--- Gas Carrier (GC) Code T3--- MARPOL Convention, Annex 1 T4--- Intern. Bulk Chemical (IBC) Code T5--- Intern. Gas Carrier (IGC) Code
S1--- Code of Safety for Dynamically Supported Craft S2--- MODU Code S3--- IMO Resolution A.469 S4--- Code of Safety for Special Purpose Ships S5--- IMO Resolution A.673 S6--- Code of Safety for High Speed Craft, 1994 S7--- Code of Safety for High Speed Craft, 2000 S8--- DR67 (IMO/Circ. 2285) S9--- Code of Safety for Special Purpose Ships, 2008 S10- IMO Resolution MSC. 235(82)	C1--- Intern. Convention on Load Lines (ICLL), Reg. 27 C2--- SOLAS Amendments 90/91, Chap. II-1, Reg.25-1 C3--- SOLAS Amendments 97, Chap. XII, Reg. 4 C4--- SOLAS Amendments 05, Chap. II-1
**-- Lain, tidak secara detail menetapkan peraturan damage stability	
Pengertian huruf adalah sebagai berikut : P – Kapal Penumpang, T – Tankers, S – Kapal Kegunaan Khusus C – Kapal Barang	

Angka kedua menunjukkan prosedur yang digunakan, lihat Tabel 2.4 :

- Untuk kapal yang diperiksa berdasarkan metode deterministik angka menunjukkan status subdivisi yang diasumsikan dalam perhitungan stabilitas kebocoran
- Untuk kapal yang diperiksa berdasarkan metode probabilistik angka menunjukkan, dalam prosentase, kemungkinan daya tahan yang disyaratkan

Tabel 2.4 Tanda yang Berkenaan dengan Metode Perhitungan Stabilitas Kebocoran

--D33 = 3 - kompartemen-status, untuk seluruh panjang kapal
--D22 = 2 - kompartemen-status, untuk seluruh panjang kapal
--D21 = 2 - komp-status, sebagian 1- komp-status untuk komp yang ditentukan (mis: kamar mesin).
--D20 = 2 - komp-status, tanpa kerusakan pada komp yang ditentukan (mis: kamar mesin)
--D11 = 1 - kompartemen - status, untuk seluruh panjang kapal
--D10 = 1 - kompartemen - status, tanpa kerusakan pada kompartemen yang ditentukan (misalnya : kamar mesin)
--P72 = Index subdivisi yang disyaratkan 72% (contoh)
Berkenaan dengan itu, kapal yang sesuai untuk berbagai penggunaan dapat diberi beberapa tanda seperti penandaan untuk stabilitas kebocorannya.

3. Notasi yang Ditambahkan pada Tanda Kelas

3.1 Daerah Pelayaran

Kapal yang dibangun sesuai dengan Peraturan Konstruksi untuk daerah Pelayaran Samudera tidak terbatas, tidak diberi tanda Notasi daerah pelayaran. Kapal yang dibangun sesuai dengan Peraturan Konstruksi untuk daerah pelayaran yang dibatasi, akan diberi Notasi seperti pada Tabel 2.5 yang ditambahkan pada Tanda Kelas.

Tabel 2.5 Notasi Daerah Pelayaran Terbatas

Notasi	Pembatasan Daerah Pelayaran
P (Pelayaran Samudera Terbatas)	Daerah pelayaran ini secara umum, adalah pelayaran samudera terbatas, dengan syarat jarak terdekat ke pelabuhan perlindungan dan jarak dari pantai tidak melebihi 200 mil laut, atau pelayaran di perairan Asia Tenggara serta pelayaran di laut tertutup seperti Laut Tengah, Laut Hitam, Laut Karibia dan laut lain yang sama kondisinya.
L (Pelayaran Lokal)	Daerah pelayaran ini secara umum adalah pelayaran sepanjang pantai, dengan syarat jarak terdekat ke pelabuhan perlindungan dan jarak dari pantai tidak melebihi 50 mil laut, serta untuk pelayaran dalam laut tertutup, seperti perairan Kepulauan Riau.
T (Pelayaran Tenang)	Daerah pelayaran ini terbatas pada perairan tenang, teluk, pelabuhan, atau perairan yang sejenis dimana tidak terdapat ombak yang besar
D (Pelayaran Pedalaman)	Daerah pelayaran ini berlaku untuk kapal yang hanya digunakan di perairan pedalaman. Perairan pedalaman meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - semua perairan pedalaman di Indonesia - perairan lain yang sama kondisinya.
Dipatuhinya batas yang ditetapkan secara umum oleh Peraturan Pemerintah adalah prasyarat untuk berlakunya Kelas.	
Atas permintaan, BKI dapat menyetujui perluasan daerah pelayaran untuk suatu periode tertentu dan/atau dengan batasan-batasan tertentu. Hal tersebut harus didokumentasikan.	

3.2 Notasi Lambung dan Perlengkapan

Kapal dengan jenis, rancangan atau konstruksi khusus, atau dirancang untuk mengangkut muatan tertentu, akan memperoleh Notasi yang sesuai, yang ditambahkan pada Tanda Kelasnya, seperti ditunjukkan pada tabel berikut :

3.2.1 Kapal muatan kering

Notasi Kelas untuk kapal muatan kering, lihat Tabel 2.6 dan 2.7.

Tabel 2.6 Notasi untuk jenis kapal muatan kering

Notasi	Karakteristik	Dasar Peraturan
CONTAINER SHIP ¹	<p>Kapal yang dikhususkan dengan peralatan pemuatan tetap dalam bentuk kotak pengarah (cell guide) pada sekat serta pondasi tetap peti kemas diatas dasar ganda.</p> <p>Sebagai tambahan, peralatan tetap untuk pemuatan dan pengikatan harus disediakan diatas geladak teratas dan/atau diatas tutup palka.</p> <p>Pengangkutan 'break bulk' diatas dasar ganda diperbolehkan dalam kasus tertentu, diluar pengangkutan muatan curah.</p>	<p><u>Rules for Seagoing Steel Ships</u></p> <p><u>Rules for Container Ships</u></p> <p><u>Rules for Stowage and Lashing of Containers</u></p> <p><u>Guidelines for Global Strength Analysis of Container Ships</u></p> <p><u>Guidelines for the Carriage of Refrigerated Containers on Board Ships</u></p>
GENERAL CARGO SHIP	Kapal yang dibangun untuk mengangkut muatan barang umum	Rules for Seagoing Steel Ships
MULTI-PURPOSE DRY CARGO SHIP ²	Kapal yang dibangun untuk mengangkut muatan umum dan muatan curah	
RO-RO SHIP	<u>Kapal yang dilengkapi dengan pintu rampa muat yang memungkinkan kendaraan dapat masuk dan keluar searah</u>	
CAR CARRIER	Kapal yang diperuntukan mengangkut kendaraan bermotor/mobil	
BULK CARRIER	<p><u>Kapal yang secara umum dibangun dengan geladak tunggal, alas ganda topside tank dan hopper side tank didalam ruang muat dan dimaksudkan utamanya untuk mengangkut muatan kering dalam bentuk curah termasuk pengangkut kombinasi.</u></p> <p><u>Untuk kapal muatan curah dengan panjang \geq 90 meter sesuai IACS Common Structural Rules akan diberikan Notasi CSR (lihat Tabel 2.7)</u></p>	<p><u>Rules for Seagoing Steel Ships</u></p> <p><u>Rules for Hull, Vol.II, Section 23</u></p>
ORE CARRIER	Kapal yang dirancang khusus untuk mengangkut muatan bijih tambang curah dan yang diperkuat berdasarkan Peraturan Konstruksi BKI. Lihat juga Tabel 2.13.	
CEMENT CARRIER	Kapal yang dirancang khusus untuk mengangkut semen dan dilengkapi dengan peralatan bongkar muat muatan yang sesuai.	<u>Rules for Seagoing Steel Ships</u>
<u>LANDING CRAFT</u>	<u>Kapal yang dibangun untuk mengangkut muatan diatas geladak dan dilengkapi dengan pintu rampa.</u>	<u>Rules for Seagoing Steel Ships</u>

Tabel 2.6 Notasi untuk jenis kapal muatan kering (lanjutan)

1	<u>Berlakunya Notasi Kelas tergantung pada penggunaan khusus dari elemen penempatan dan pengikatan peti kemas yang telah disetujui oleh BKI dan/atau diuji sesuai dengan Peraturan BKI, disamping tergantung juga pada persetujuan gambar penempatan peti kemas dan pengikatannya termasuk daftar komponen.</u>
2	<u>Ketentuan IMO resolusi MSC.277(85) diterapkan untuk kapal yang sesekali membawa muatan kering dalam bentuk curah, yang peletakan lunas atau konstruksi yang setara pada atau setelah 1 Juli 2010.</u>
<p>Resolusi ini secara umum tidak wajib. Tetapi bila negara bendera mempertimbangkan peraturan ini sebagai kewajiban, maka semua ketentuan harus diterapkan tanpa memperhatikan lagi panjang kapal. Ketentuan berikut harus diterapkan jika negara bendera mempertimbangkan peraturan bukan sebagai kewajiban:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Multi Purpose Dry Cargo Ships dengan panjang kurang dari 150 m</u> Secara umum semua ketentuan yang diberikan untuk MPVs with L < 150 m harus diterapkan. Pemilik kapal boleh menolak menerapkan resolusi MSC.277(85). - <u>Multi Purpose Dry Cargo Ships dengan panjang 150 m keatas</u> Direkomendasikan untuk menerapkan semua ketentuan yang diberikan untuk MPV's dengan panjang L ≥ 150 m. Petunjuk lebih lanjut akan diberikan berdasarkan permintaan. 	

Tabel 2.7 Jenis Notasi Terkait untuk Kapal Muatan Kering

Notasi	Karakteristik	Dasar Peraturan
OPEN TOP 1	Kapal peti kemas yang tidak menggunakan penutup paika yang dilengkapi dengan fasilitas yang sesuai.	Lihat Tabel 2.5
EQUIPPED FOR CARRIAGE OF CONTAINERS 1	Untuk General Cargo Ship yang sesekali digunakan untuk mengangkut peti kemas atau sebagian muatannya adalah peti kemas, dan dilengkapi fasilitas yang sesuai.	
EQUIPPED FOR CARRIAGE OF RO-RO CARGO	Untuk "Multi Purpose Dry Cargo Ships" yang dilengkapi untuk mengangkut trailer dan kendaraan bermotor dengan tangki bahan bakar kosong dan untuk itu dilengkapi dengan pintu rampa dan bila perlu pintu sisi lambung dan diperkuat sesuai Peraturan	
BC	<u>Notasi untuk "Multi Purpose Dry Cargo Ships" yang sesekali memuat muatan kering dalam bentuk curah. Kapal ini harus memenuhi seluruhnya persyaratan IMO Resolusi MSC.277(85).</u>	
BC-XII	Notasi untuk kapal muatan curah sesuai dengan definisi pada SOLAS Ch.XII, namun tidak sesuai dengan definisi pada SOLAS Ch.IX.	

Tabel 2.7 Jenis Notasi Terkait untuk Kapal Muatan Kering (lanjutan)

Notasi	Karakteristik	Dasar Peraturan
<u>BC-C</u> ²	Untuk kapal muatan curah yang dirancang untuk mengangkut muatan curah kering dengan berat jenis muatan kurang dari 1,0 t/m ³	Rules for Hull, Volume II, Section 23 IACS Common Structural Rules for Bulk Carriers
BC-B ²	Untuk kapal muatan curah yang dirancang untuk mengangkut muatan curah kering dengan berat jenis muatan 1,0 t/m ³ atau lebih dengan semua ruang muat terisi ditambah kondisi pemuatan BC-C dipenuhi.	
BC-A ²	Untuk kapal muatan curah yang dirancang untuk mengangkut muatan curah kering dengan berat jenis muatan 1,0 t/m ³ atau lebih dengan ruang muat tertentu kosong pada saat sarat maksimum ditambah kondisi pemuatan BC-B dipenuhi.	
{no MP}	Untuk kapal muatan curah dengan Notasi BC-A, BC-B dan BC-C, apabila kapal tidak dirancang untuk bongkar muat pada berbagai pelabuhan yang sesuai dengan kondisi yang ditentukan dalam Peraturan Lambung, Jilid II, Bab 23	
{Maksimum densitas muatan.....t/m ³ }	Untuk kapal muatan curah dengan Notasi BC-A dan BC-B, jika maksimum densitas muatan kurang dari 3,0 t/m ³	
{holds a, b, ... may be empty}	Untuk kapal curah Notasi BC-A	
CSR	Untuk kapal muatan curah yang kontraknya sebagai bangunan baru pada atau setelah 1 April 2006 dengan panjang 90 meter atau lebih dan memenuhi IACS Common Structural Rules	
GRAB [X]	Notasi yang diwajibkan untuk kapal yang memiliki salah satu Notasi Kelas BC-A atau BC-B. Untuk kapal ini dengan persyaratan Notasi GRAB (X) harus memenuhi untuk cengkram kosong dengan bobot X sama dengan/atau lebih dari 20 ton. <u>Untuk semua kapal selain Notasi GRAB(X), ketentuan tersebut adalah pilihan</u>	
<p>¹ Berlakunya Notasi Kelas tergantung pada penggunaan khusus dari elemen penempatan dan pengikatan peti kemas yang telah disetujui oleh BKI dan/atau diuji sesuai dengan Peraturan BKI, disamping tergantung juga pada persetujuan gambar penempatan peti kemas dan pengikatannya termasuk daftar komponen.</p> <p>² Notasi untuk kapal muatan curah yang kontraknya sebagai bangunan baru pada atau setelah 1 Juli 2003 dengan panjang 150 meter atau lebih.</p>		

3.2.2 Kapal tangki muatan cair, muatan khusus dan muatan alternatif minyak dan muatan kering

Kapal dibangun untuk mengangkut muatan cair dan sesuai dengan Peraturan Konstruksi terkait akan diberikan Notasi sesuai Tabel 2.8 dan 2.9.

Tabel 2.8. Jenis Notasi kapal muatan cair dan muatan khusus seperti kombinasi muatan cair dan muatan kering

Notasi	Penerapan/Dasar Peraturan
OIL TANKER	Rules for Seagoing Steel Ships Rules for Hull, Volume II, Section 24 ,
PRODUCT TANKER	
OIL / PRODUCT TANKER	
CHEMICAL TANKER TYPE 1, 2 or 3	Rules for Seagoing Steel Ships Rules for Ships Carrying Dangeous Chemical in Bulk, Volume X. See also Section 4, C.
LIQUEFIED GAS CARRIER	Rules for Seagoing Steel Ships Rules for Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk, Volume IX
ASPHALT TANKER	Rules for Seagoing Steel Ships
SPECIAL TANKER	
EDIBLE OIL TANKER	
WINE TANKER	
FRUIT JUICE CARRIER	
BC / OIL TANKER	
ORE CARRIER / OIL TANKER	Rules for Seagoing Steel Ships IACS Common Structural Rules
ORE CARRIER / PRODUCT TANKER	

Tabel 2.9. Jenis Notasi terkait untuk kapal muatan cair dan muatan khusus

Notasi	Penerapan/Dasar Peraturan
CTC	Untuk kapal Tangki Minyak dengan tangki muat yang sesuai dengan Rules for Corrosion Protection of Crude Oil Cargo Tanks
CSR	Untuk kapal Tangki Minyak dan Produk Minyak dengan panjang L = 150 m dan lebih, yang kontrak pembangunannya pada atau setelah 1 April 2006 dan sesuai dengan IACS Common Structural Rules
SPM, SPM 1, SPM 2, SPM 3	Untuk kapal tangki dengan pelayaran bolak-balik dari 1 dari 4 titik tambat yang berbeda sesuai dengan Peraturan Lambung Jilid II, Bab 24, L.
STL	Untuk kapal tangki dengan pelayaran bolak balik dan dirancang menggunakan sistem pemuatan turret terbenam sesuai dengan Peraturan Lambung Jilid II, Bab 24, L.
VEC	Notasi ini diberikan untuk kapal tangki yang dilengkapi instalasi pengumpul uap muatan untuk membuang bahan organik yang mudah menguap ke daratan selama pemuatan sesuai dengan: <ul style="list-style-type: none"> – Peraturan USCG untuk kapal bendera asing Title 46 CFR Part 39 Vapour Control System atau – IMO MSC/Circ. 585. Standards for Vapour Emission Control Systems.
NLS	Notasi untuk kapal Tangki Minyak sesuai dengan MARPOL Annex II persyaratan untuk sertifikat NLS (Noxious Liquid Substances)
NOT SUITABLE FOR CARGO WITH FLASHPOINT ≤ 60 °C	Rules for Seagoing Steel Ships Rules for Hull, Volume II, Section 24
EQUIPPED FOR CARRIAGE OF CHEMICALS IN BULK	Untuk kapal Supply Vessel yang dilengkapi untuk mengangkut bahan kimia berbahaya atau korosif.

3.2.3 Kapal penumpang

Notasi Kelas kapal penumpang lihat Tabel 2.10.

Tabel 2.10. Notasi yang ditetapkan untuk kapal penumpang

Notasi	Penerapan/Dasar Peraturan
PASSENGER SHIP	Kapal yang memenuhi peraturan konstruksi untuk mengangkut penumpang dan/atau memiliki akomodasi penumpang sesuai persyaratan SOLAS Chapter II-1 dan Chapter II-2. Pengecualian dari persyaratan tersebut diatas dapat diberikan hanya jika ada kerangka opsi yang diberikan dan harus mendapatkan persetujuan Pemerintah yang berwenang.
PASSENGER SHIP N	<u>Kapal yang digunakan dalam pelayaran domestik tunduk pada Peraturan Pemerintah.</u>
FERRY	<u>Kapal yang dikhususkan penyebrangan jarak pendek antara dua atau tiga pelabuhan secara reguler</u>
Kapal Penumpang dapat diberikan Notasi tambahan: - OPEN RO-RO CARGO SPACE - CLOSED RO-RO CARGO SPACE	

3.2.4 Kapal Pelayanan Lepas Pantai

Notasi **OFFSHORE SERVICE VESSEL** akan diberikan pada kapal yang dirancang untuk layanan pendukung instalasi lepas pantai dan dibangun sesuai persyaratan Rules for Offshore Installations. Atas permintaan pemilik, kapal yang mempunyai perlengkapan fungsional seperti persyaratan berikut dapat diberikan Notasi tambahan sesuai tabel 2.11.

Tabel 2.11 Notasi Tambahan untuk Offshore Service Vessels

Notasi Tambahan	Layanan
HNLS	Mengangkut bahan cair berbahaya dan beracun
AH	Penanganan Jangkar
TOW	Tarik
TVS-ST, TVS-U, TVS-C, TVS-R1	<u>Towing vessel approvability scheme ¹</u>
WSV	Stimulasi sumur minyak
FF (x)	Pemadam kebakaran
STAND BY	Siaga untuk penyelamatan
OR	Penanggulangan pencemaran minyak dan pengangkutannya
CR	Penanggulangan pencemaran bahan kimia dan pengangkutannya
SPS	Kegunaan khusus
¹ Persyaratan untuk setiap kategori mengacu pada Guidelines for the Approval of Towing Vessels	

3.2.5 Kapal Kecepatan Tinggi

Kondisi operasi maksimum yang diijinkan dinyatakan dalam bentuk kurva pembatasan kecepatan berdasarkan tinjauan konstruksi dan tinggi gelombang signifikan dinyatakan khusus dalam Sertifikat Kelas.

HSC-PASSENGER A

Notasi untuk kapal (sampai dengan 450 penumpang) yang memenuhi persyaratan kategori A pada Rules For High Speed Craft.

HSC- PASSENGER B

Notasi untuk kapal (sampai dengan 450 penumpang) yang memenuhi persyaratan kategori B pada Rules For High Speed Craft.

HSC-CARGO

Notasi untuk kapal barang yang memenuhi persyaratan kategori kapal barang pada Rules For High Speed Craft.

HSDE

Notasi untuk kapal yang dibangun dengan menggunakan elemen yang ada pada Rules For High Speed Craft namun tidak berdasarkan IMO HSC Code. Rincian mengenai penerapan aturan dicantumkan secara khusus pada Sertifikat Kelas.

Notasi untuk kondisi operasi maksimum yang diijinkan dinyatakan dalam bentuk tinggi gelombang yang signifikan ditambahkan pada Notasi HSC - PASSENGER A, HSC- PASSENGER - B, HSC-CARGO dan HSDE sebagai berikut:

OC 1	Daerah laut tenang	$H_s \leq 0,5$ m
OC 2	Daerah lingkungan moderat	$H_s < 2,5$ m
OC 3	Daerah laut terbuka terbatas	$H_s < 4.0$ m
OC 4	Daerah laut terbuka	$H_s \geq 4,0$ m

H_s = tinggi gelombang signifikan

3.2.6 Lambung Timbul

With Freeboardm.

Lambung kapal diberi ukuran konstruksi berdasarkan sarat yang lebih kecil dari sarat maksimum yang diijinkan menurut Konvensi Garis Muat.

3.2.7 Yachts ≥ 24 metres

Notasi untuk yacht sesuai dengan Rules for Yachts ≥ 24 metres:

SAILING YACHT**MOTOR YACHT****SPECIAL YACHT****MOTOR SAILING SHIP**

Notasi untuk kapal pemandu kapal layar dengan menggunakan mesin sebagai sistem penggerak utama.

3.2.7.1 Kapal dengan panjang 24 m sampai 48 m digunakan untuk komersil atau oleh otoritas

LYDE

Notasi untuk kapal yang dibangun menggunakan elemen yang ada pada Rules for Yacht ≥ 24 meter. Rincian mengenai penerapan aturan dicantumkan secara khusus pada Sertifikat Kelas.

3.2.8 Kapal kegunaan khusus

Kapal jenis lain dan/atau kapal yang telah dirancang khusus, diberi ukuran dan/atau dilengkapi untuk kegunaan tertentu, akan diberi Notasi yang sesuai yang dicantumkan pada Tanda Kelas, lihat Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Notasi untuk jenis kapal khusus atau unit

Notasi	Penerapan/Dasar Peraturan
SPECIAL PURPOSE SHIP	Untuk kapal yang sesuai dengan Peraturan Lambung Jilid II, Bab 28, II
ACTIVE ESCORT TUG	Kapal tunda yang secara aktif menuntun kapal selama pelayaran dan mengarahkan dengan peralatan tali yang terhubung secara permanen pada bagian buritan kapal yang dikawal, lihat Peraturan Lambung Jilid II, Bab 27
TUG	Untuk kapal yang sesuai dengan Peraturan Lambung Jilid II, Bab 27
FISHING VESSEL	Kapal ikan sesuai dengan Rules for Fishing Vessel, kemungkinan dengan Notasi tambahan untuk menunjukkan jenisnya
SUPPLY VESSEL	Untuk kapal yang sesuai dengan Peraturan Lambung Jilid II, Bab 34
WORK SHIP	
OIL RECOVERY VESSEL	Untuk kapal yang memenuhi Rules for Oil Recovery Vessels
RESEARCH VESSEL	
RESCUE VESSEL	
PILOT BOAT	
PATROL	<u>Notasi untuk kapal patroli sesuai dengan Preliminary Rules for Patrol Boats</u>
BARGE	Untuk kapal yang sesuai dengan Peraturan Lambung Jilid II, Bab 31
HOPPER BARGE	Untuk kapal yang sesuai dengan Peraturan Lambung Jilid II, Bab 32
PONTOON	Untuk kapal yang sesuai dengan Peraturan Lambung Jilid II, Bab 31
DREDGER	Untuk kapal yang sesuai dengan Peraturan Lambung Jilid II, Bab 32
SUCTION DREDGER	
FLOATING CRANE	
SEMI-SUBMERSIBLE	
FLOATING DOCK	<u>Dengan indikasi kapasitas daya angkat [t]</u>
SHIP LIFT	

3.2.9 Mengangkut muatan berbahaya

DG

Notasi untuk kapal yang dilengkapi untuk angkutan muatan berbahaya sesuai dengan Rules for Machinery Installations, Volume III, Section 12 dan SOLAS II-2, Reg.19

DG (HSC Code 7.17)

Notasi yang diberikan dalam Sertifikat Kelas untuk kapal kecepatan tinggi yang dilengkapi untuk angkutan muatan berbahaya sesuai dengan persyaratan Rules for High Speed Craft and the HSC Code 7.17

DBC

Notasi diberikan untuk kapal yang dilengkapi untuk angkutan muatan curah padat sesuai dengan Rules for Machinery Installations, Volume III, Section 12 and the IMSBC Code

INF 1, INF 2, INF 3

Notasi untuk kapal yang dilengkapi untuk mengangkut bahan radioaktif tingkat tinggi sesuai dengan INF Code

3.2.10 Material

Jika kapal dibangun dengan baja kapal biasa (mild steel), maka tidak diberi tanda khusus. Jika material lainnya dipergunakan untuk lambung, maka akan diberi tanda dalam Register dan Sertifikat Kelas yaitu:

HTS (High Tensile Steel)

AL (Aluminum)

FRP (Fibre Reinforced Plastics)

Bahan lain untuk struktur lambung akan dicatat dalam Register.

3.2.11 Desain baru**EXP**

Instalasi mesin kapal atau bagian penting telah dibangun sesuai dengan suatu desain baru, yang belum diperoleh pengalaman penggunaan yang cukup. BKI akan menetapkan interval waktu survey periodik yang disyaratkan untuk pelaksanaannya. Bila pengalaman dalam waktu yang cukup lama telah membuktikan efisiensi konstruksi dengan rancangan tersebut, maka Notasi EXP dapat dihapus.

3.2.12 Analisa konstruksi lambung khusus dan prosedur survey

Notasi pada Tabel 2.13 akan diberikan untuk analisa konstruksi lambung khusus atau penguatannya. Notasi diberikan untuk survey atau prosedur khusus yang tercantum pada Tabel 2.14.

Tabel 2.13 Notasi yang diberikan untuk survey atau prosedur khusus

Notasi	Penerapan/Dasar Peraturan
<u>RSD</u>	Analisa ruang muat dilakukan oleh desainer dan diperiksa BKI.
<u>RSD (F25)</u>	Persetujuan umur lelah kapal berdasarkan $6,25 \times 10^7$ beban berulang spektrum gelombang Atlantik Utara yang dilakukan oleh BKI
<u>RSD (F30)</u>	Persetujuan umur lelah kapal berdasarkan $7,5 \times 10^7$ beban berulang spektrum gelombang Atlantik Utara yang dilakukan oleh BKI
<u>RSD (ACM)</u>	Penambahan batas korosi sesuai daftar rincian pada berkas teknik. Analisa dilakukan oleh BKI.
<u>RSD (qFE)</u>	Analisa elemen hingga secara menyeluruh yang dilakukan sesuai dengan BKI Guidelines Global Strength Analysis of Container Ships

Tabel 2.13 Notasi yang diberikan untuk survey atau prosedur khusus (lanjutan)

Notasi	Penerapan/Dasar Peraturan
STRENGTHENED FOR HEAVY CARGO	Notasi untuk kapal yang diberi penguatan sesuai dengan rekomendasi dalam Peraturan Konstruksi BKI, kecuali kapal yang memenuhi persyaratan Notasi Bulk Carrier atau Ore Carrier, lihat Tabel 2.5.
G	Notasi untuk kapal dengan alas dalam dan/atau ambang palka dan sekat memanjang yang diperkuat untuk penggunaan alat cengkeram sesuai dengan Peraturan Konstruksi Lambung, Jilid II, Bab 23, B.4.3.2.
COLL	Konstruksi sisi lambung diperkuat secara khusus untuk menahan dampak tubrukan sesuai dengan Peraturan Konstruksi BKI. Indeks tambahan pada Notasi (misalnya: COLL 2) menunjukkan tingkat penguatan tambahan.
¹ Persetujuan umur lelah kapal dilakukan untuk semua sudut bukaan palka di semua tingkatan geladak, pembujur dan sambungan las tumpul pada pelat geladak dan pelat kulit sisi (jika ada).	

Table 2.14. Notasi yang diberikan untuk survey atau prosedur khusus

Notasi	Penerapan/Dasar Peraturan
IW	Lambung kapal dilengkapi dengan perlengkapan khusus Survey dalam air sesuai Peraturan Lambung, Jilid II, Bab 37. Lihat juga Bab 3, C.1.7.
ESP (Enhanced Survey Programme)	Lambung kapal dan instalasi perpipaan didaerah muatan akan disurvey menurut program survey yang diperluas. Notasi tambahan untuk semua Kapal Tangki Minyak, Kapal Tangki Produk, dan Kapal Tangki Kimia ≥ 500 GRT/GT. Kapal Curah 500 GRT/GT terkena aturan ini jika kapal secara umum dibangun dengan geladak tunggal, dasar ganda, tangki hoper tangki atas dan dengan konstruksi kulit sisi tunggal atau ganda sepanjang ruang muat dan digunakan terutama untuk mengangkut muatan kering dalam bentuk curah.
ERS (Emergency Response Service)	Notasi untuk kapal dengan geometri kapal dan data konstruksi dibuat dalam sebuah database yang disediakan sebagai bantuan yang diperlukan untuk membatasi kerusakan yang lebih luas dengan dibantu program komputer khusus.
HLP (Hull Lifecycle Programme)	Notasi untuk kapal bilamana data struktur lambung yang diperlukan untuk pelaksanaan pengukuran ketebalan dengan suatu program ada dalam sebuah database yang digunakan untuk menentukan toleransi korosi yang dibolehkan pada seluruh elemen konstruksi lambung kapal. Hasil survey akan dimasukkan dalam database untuk analisa dan evaluasi selanjutnya berdasarkan pada hasil perhitungan.
<u>BWM (D1)</u>	<u>Untuk kapal yang memenuhi Guidelines on Ballast Water Management for the performance standard D1 (usually achieved by means of ballast water exchange) or D2 (usually achieved by means of ballast water treatment).</u>
<u>BWM (D2)</u>	

3.2.13 Rancangan anjungan kapal laut

Anjungan dirancang sesuai dengan Rules for Bridge Design on Seagoing Ships, One Man Console

NAV-O

Kawasan Samudera

NAV-OC

Kawasan Samudera dan Pantai

3.2.14 Perlengkapan dan sistem khusus

Sistem khusus (misalnya sistem penggerak) atau perlengkapan yang dikelaskan mengacu pada Notasi yang ditambahkan pada Tanda Kelas seperti:

AHCTS

Kapal yang dilengkapi dengan sistem kekedapan tutup palka tambahan yang disetujui.

EQUIPPED WITH BOW RUDDER

EC (Equipment Certified)

Karakteristik peralatan dan/atau perlengkapan dibuat setelah disetujui sesuai Peraturan Konstruksi dan dibawah pengawasan BKI.

Hal ini tidak berlaku untuk perlengkapan jangkar yang sudah tercakup dalam Klasifikasi, atau untuk peralatan seperti elemen pengikatan petikemas yang sesuai butir A.2.4 diatas yang juga termasuk dalam cakupan Klasifikasi.

3.3 Notasi Instalasi Mesin dan sistemnya

3.3.1 Pemantauan kondisi poros baling-baling pada stern tube

CM-PS

Bila poros baling-baling bekerja pada stern tube dengan pelumasan minyak, dapat dimungkinkan untuk memperpanjang interval waktu pencabutan poros, jika persyaratan sesuai BKI Rules for Machinery Installations, Volume III, Section 4, D.5.6 dipenuhi.

3.3.2 Otomasi

Instalasi mesin yang memenuhi Peraturan BKI, untuk sistem otomasi dan/atau sistem kendali jarak jauh akan mendapat Notasi seperti pada Tabel 2.15 dibelakang Tanda Kelasnya (tidak berlaku bila kapal telah diberi Notasi Kelas Kapal Kecepatan Tinggi/HSC). Notasi lain dimungkinkan dengan penjelasan yang lebih rinci.

Tabel 2.15 Notasi untuk instalasi mesin dengan sistem otomasi dan/atau kendali jarak jauh

Notasi	Karakteristik	Dasar Peraturan
OT	Instalasi mesin dilengkapi dengan perlengkapan untuk kamar mesin yang tidak dijaga, sehingga tidak disyaratkan pengoperasian dan/atau perawatan untuk periode paling kurang 24 jam	Rules for Automation, Volume VII
OT-nh	Periode waktu dimana penjagaan dan perawatan peralatan tidak disyaratkan kurang dari 24 jam, dengan tanda nh menunjukkan bahwa kamar mesin boleh tanpa penjagaan selama n jam	
OT-S	Instalasi mesin dioperasikan dengan penjagaan tetap di ruang kendali mesin (kendali terpusat), dan dilengkapi dengan sistem kendali jarak jauh dari anjungan untuk mesin penggerak utama atau pengaturan untuk olah gerak dari ruang kendali mesin.	
OT-F	Kapal ikan: instalasi dilengkapi dengan sistem kendali jarak jauh dari anjungan untuk instalasi propulsi utama	Rules for Fishing Vessels

3.3.3 Sistem penggerak dan kemudi redundant (berlebih)

Kapal yang mempunyai sistem penggerak dan kemudi redundant yang memenuhi persyaratan BKI untuk sistem tersebut akan memperoleh salah satu tanda pada Tabel 2.16 ditambahkan dibelakang Tanda Kelasnya.

Tabel 2.16 Notasi untuk sistem penggerak dan kemudi redundant

Notasi	Karakteristik	Dasar Peraturan
RP1x%	Kapal mempunyai paling sedikit dua propulsi yang berdiri sendiri atau yang dapat dipisahkan satu dengan lainnya. Hal ini berlaku juga untuk sistem bantu yang diperlukan untuk pengoperasian propulsi. Tidak disyaratkan adanya cadangan baling-baling, poros baling-baling, gigi reduksi dan sistem kemudi.	Rules for Redundant Propulsion and Steering Systems
RP2x%	Kapal yang mempunyai paling sedikit dua sistem propulsi dan dua sistem kemudi, yang masing-masing berdiri sendiri atau yang dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya. Hal ini berlaku juga untuk sistem bantu yang diperlukan untuk pengoperasian sistem propulsi dan/atau sistem kemudi.	
RP3x%	Kapal yang mempunyai paling sedikit dua sistem propulsi dan dua sistem kemudi, yang masing-masing berdiri sendiri atau yang dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya dan dipasang di ruang yang terpisah. Hal ini berlaku juga untuk sistem bantu yang diperlukan untuk pengoperasian sistem propulsi dan/atau sistem kemudi. Indeks tambahan x % menunjukkan prosentase dari daya propulsi utama kapal yang disediakan oleh sistem propulsi redundant.	

3.3.4 Sistem Pengatur Posisi Dinamis (Dynamic Positioning Systems)

Notasi Kelas yang disyaratkan untuk daerah dimana kapal tersebut beroperasi harus disetujui antara pemilik kapal dengan pencarter berdasarkan pada analisa konsekuensi kehilangan posisi, lihat Tabel 2.17.

Tabel 2.17 Notasi yang diberikan untuk sistem pendinginan muatan dan instalasinya

Notasi	Karakteristik	Dasar Peraturan
DP 0	Kehilangan posisi mungkin terjadi (hanya fungsinya)	Rules for Dynamic Positioning Systems
DP 1	Kehilangan posisi mungkin terjadi, sesuai IMO Class 1 (non redundant)	
DP 2	Tidak kehilangan posisi pada kejadian kerusakan tunggal pada komponen aktif sesuai IMO Class 2 (redundant)	
DP 3	Tidak kehilangan posisi pada kejadian kerusakan tunggal pada komponen aktif sesuai IMO Class 3 (instalasi redundant pada kompartemen terpisah)	
Catatan: Untuk DP 2 dan DP 3 dokumen konsep redundant (rancangan dasar FMEA) dengan rancangan kegagalan terburuk harus dikirim pada kesempatan pertama.		

3.3.5 Instalasi pencairan kembali (kapal tangki gas)

SMPG

Notasi yang dicantumkan pada Tanda Kelas untuk instalasi mesin kapal pengangkut gas cair dan dilengkapi dengan sistem untuk pendinginan muatannya menurut Peraturan Konstruksi BKI.

3.3.6 Muatan yang didinginkan

Notasi kapal yang dilengkapi dengan sistem dan instalasi untuk membawa muatan yang didinginkan seperti dalam Tabel 2.18.

3.3.7 Inert gas systems Sistem Gas Inert

INERT

Kapal dilengkapi dengan sistem gas inert yang memenuhi Peraturan Konstruksi BKI, atau dengan sistem yang diakui setara dalam rancangannya.

3.3.8 Pemadam kebakaran

Kapal yang dilengkapi dengan perlengkapan yang memenuhi Guidelines for Equipment on Fire Fighting Ships, tergantung dari ukuran dan kegunaan peralatan yang dipasang, mempunyai salah satu dari Notasi seperti pada Tabel 2.19 yang dicantumkan dibelakang Notasi Kelas untuk instalasi mesinnya.

3.3.9 Standar Lingkungan EP

Notasi untuk kapal yang seluruhnya memenuhi persyaratan Guidelines for the Environmental Service Systems.

3.3.10 Kapal Pelayanan Lepas Pantai

Untuk kapal dengan jenis notasi OFFSHORE SERVICE VESSEL (lihat 3.3.4) persyaratan Rules for Machinery Installations, Volume III, Sections 1 to 4 harus diterapkan. Bila Notasi Lambung ditambahkan dengan tambahan Kapal Layanan Lepas pantai (lihat Tabel 2.10), persyaratan yang sesuai untuk Notasi tambahan ini diterangkan dalam Rules for Machinery, Volume III, Sections 5 hingga 17 diterapkan sejauh seperti yang ditetapkan. Untuk Kapal Layanan Lepas pantai dengan kemampuan fungsional tambahan yang dicantumkan di belakang Notasi Kelas seperti pada Tabel 2.20 :

Tabel 2.18 Notasi yang diberikan untuk sistem pendinginan muatan dan instalasinya

Notasi	Karakteristik	Dasar Peraturan
CRS ¹	Baik lambung maupun instalasi mesin, sistem pendinginan muatan seluruhnya memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi atau peraturan lain yang dianggap setara.	Rules for Refrigerating Installations, Volume VIII
RIC 1	Baik lambung maupun instalasi mesin, instalasi pendinginan muatan seluruhnya memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi atau peraturan lain yang dianggap setara.	Rules for Fishing Vessels
CA	Instalasi muatan yang didinginkan dengan dilengkapi pengaturan / pendinginan udara yang dikontrol. Hal ini diberikan untuk menjamin bahwa sistem dilengkapi penghasil gas yang dipasang permanen pada instalasi pendingin.	Rules for Refrigerating Installations, Volume VIII
CA mob	Instalasi muatan yang didinginkan dengan dilengkapi pengaturan / pendinginan udara yang dikontrol, dilengkapi sistem penghasil gas jinjing diatas kapal jika diperlukan.	
RCP x/y	(Refrigerated Container Stowage Positions) Notasi Kelas untuk kapal yang dilengkapi dengan fasilitas untuk mengangkut petikemas berpendingin. Notasi Kelas RCP terdiri dari dua angka. Angka pertama x menunjukkan total jumlah petikemas berpendingin diatas geladak dan didalam ruang muat dalam FEU (Forty-foot Equivalent Units). Angka kedua y menunjukkan prosentase petikemas yang mengangkut buah-buahan/ muatan dingin pada kapal yang disertifikasi. Perincian mengenai ukuran petikemas, posisi penempatan dan kondisi khusus yang ditetapkan akan dicatat dalam Register, jika diperlukan.	Guidelines for the Carriage of Refrigerated Containers on Board Ships
¹ Notasi CRS atau RIC akan diberikan bila sistem pendingin muatan atau instalasinya tidak sepenuhnya sesuai dengan persyaratan Peraturan, tetapi fungsi keselamatan dan kelaik-lautan terpenuhi dengan mempertimbangkan daerah berlayar.		

Tabel 2.19 Notasi diberikan untuk perlengkapan pemadam kebakaran

Notasi	Karakteristik	Dasar Peraturan
FF1	Perlengkapan untuk pemadam kebakaran pada tahap awal kebakaran dan melaksanakan operasi penyelamatan ditempat yang terdekat pada instalasi yang mengalami kebakaran	Guidelines for Equipment on Fire Fighting Ships
FF2	Perlengkapan untuk memadamkan kebakaran besar dan untuk mendinginkan bagian-bagian instalasi yang mengalami kebakaran	
FF3	Seperti halnya FF2, tetapi dengan kapasitas pemadaman lebih besar dan perlengkapan pemadam kebakaran lebih lengkap	
FF1/2 or FF1/3	Perlengkapan seperti halnya FF2 atau FF3 dan dilengkapi dengan perlengkapan tambahan untuk operasi penyelamatan sesuai dengan FF1	

Tabel 2.20 Notasi tambahan untuk instalasi mesin dan sistem pada kapal Layanan Lepas pantai

Notasi Tambahan	Layanan
CRANE	Dilengkapi dengan peralatan angkat tertentu
POSMOOR	Positional mooring
DSV 1	Penunjang penyelaman dengan wetbell dan/ atau keranjang
DSV 2	Penunjang penyelaman dengan diving bell
UES 1	Penunjang untuk perlengkapan bawah air dengan berat sampai 5 ton.
UES 2	Penunjang untuk perlengkapan bawah air dengan berat sampai 20 ton.
UES 3	Penunjang untuk perlengkapan bawah air dengan berat sampai 80 ton.
UES 4	Penunjang untuk perlengkapan bawah air dengan berat lebih dari 80 ton.
HELIW	Dilengkapi dengan geladak pendaratan helikopter
HELIL	Dilengkapi dengan geladak pendaratan helikopter
HELIL(SRF)	Dilengkapi dengan geladak pendaratan helikopter dan fasilitas pengisian bahan bakar
ICEOPS	Dilengkapi dengan instalasi mesin dan sistem yang sesuai untuk operasional pada suhu sangat rendah

3.3.11 Desain baru

EXP

Lihat 3.2.11

D. Klasifikasi Kapal Bangunan Baru

1. Permohonan Klasifikasi

1.1 Permohonan Klasifikasi diserahkan kepada BKI oleh galangan atau pemilik kapal. Permohonan harus diberikan oleh pemohon yang berdasarkan kontrak pembangunan berkewajiban memenuhi Peraturan.

1.2 Bila permohonan untuk produksi komponen diberikan kepada subkontraktor, maka BKI harus diberitahu tentang subkontraktor tersebut, begitu pula lingkup produksinya. Pemohon bertanggung jawab untuk pemenuhan persyaratan Peraturan oleh subkontraktor.

1.3 Bila dalam permohonan menginginkan bahwa data kapal yang telah disetujui oleh BKI (untuk bangunan baru sebelumnya) akan digunakan untuk pengelasan, maka hal tersebut harus dinyatakan dengan jelas dalam Permohonan Klasifikasi. Perubahan yang terjadi pada Peraturan Konstruksi harus diperhatikan, lihat A.1.1.

2. Pemeriksaan Data Konstruksi

2.1 Data untuk pemeriksaan (gambar konstruksi, pembuktian dengan perhitungan, rincian untuk material dan lainnya) harus diserahkan kepada BKI dalam rangkap 3 (tiga)³ pada kesempatan pertama sebelum pembangunan dimulai sebagaimana dirinci dalam Peraturan Konstruksi.

Data yang diserahkan harus dalam Bahasa Indonesia atau Inggris yang berisi semua rincian yang disyaratkan untuk pemeriksaan sesuai dengan Peraturan Konstruksi. BKI berhak meminta data dan informasi tambahan untuk diserahkan.

³ Untuk kapal berbendera Indonesia dalam rangkap 4 (empat), satu rangkap untuk Pemerintah Indonesia

2.2 Data dan gambar-gambar yang harus diserahkan untuk pengesahan, akan diperiksa oleh BKI. Bila memenuhi, data dan gambar tersebut akan diberi tanda pengesahan dan dikembalikan satu rangkap.

2.3 Setiap penyimpangan dari gambar dan dokumen yang telah disahkan oleh BKI, harus disahkan kembali sebelum pekerjaan dimulai.

3. Pengawasan Pembangunan dan Percobaan

3.1 Umum

3.1.1 BKI akan menilai fasilitas produksi dan prosedur dari galangan atau pabrik lainnya untuk memastikan apakah memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi. Pada umumnya, persetujuan yang didasarkan pada penilaian tersebut merupakan persyaratan penerimaan produk yang memerlukan pengujian.

3.1.2 Material, komponen, peralatan dan instalasi yang dikenakan pemeriksaan harus memenuhi persyaratan Peraturan yang sesuai dan harus diperiksa dan/atau diawasi pembuatannya oleh Surveyor BKI, kecuali telah memiliki persetujuan khusus oleh BKI.

Instalasi baru dari material yang mengandung asbestos, seperti material yang digunakan untuk struktur lambung, permesinan, instalasi dan perlengkapan listrik, tidak diijinkan untuk semua kapal baru dan kapal sudah jadi.

3.1.3 Untuk setiap pemeriksaan, perjanjian harus direncanakan waktunya dengan Kantor Cabang BKI.

3.1.4 Agar dapat menjalankan tugasnya dengan baik, Surveyor harus diberi akses memasuki kapal dan bengkel, dimana bagian yang memerlukan persetujuan dibuat, dirakit atau diuji. Untuk pelaksanaan pengujian yang disyaratkan, galangan atau pabrik pembuat harus membantu Surveyor dengan menyediakan tenaga staf dan peralatan yang diperlukan untuk pengujian tersebut.

3.2 Pengawasan pembangunan

Selama tahapan pembangunan kapal atau instalasi, BKI akan memastikan berdasarkan survey dan pemeriksaan bahwa:

- bagian lambung dan instalasi mesin dan/atau perlengkapan khusus yang memerlukan persetujuan telah dibuat sesuai dengan gambar dan data yang telah disetujui,
- semua pengujian dan percobaan sesuai ketentuan Peraturan Konstruksi telah dilaksanakan dengan memuaskan,
- mutu pengerjaan sesuai dengan standar teknik yang mutakhir dan/atau persyaratan Peraturan
- bagian yang dilas dilaksanakan oleh juru las yang berkualifikasi dan telah diuji,
- Sertifikat Uji untuk komponen yang memerlukan persetujuan telah diserahkan (pabrik pembuat harus menjamin bahwa setiap bagian dan bahan yang memerlukan persetujuan hanya akan diserahkan dan dipasang, bila Sertifikat Uji yang sesuai telah diterbitkan, lihat 4.1.),
- bila tidak ada Sertifikat Uji individual yang dipersyaratkan, maka perlengkapan dan peralatan dengan uji jenis digunakan sesuai dengan persyaratan peraturan.

3.3 Pengujian di pabrik pembuat

Sejauh dapat dilaksanakan, permesinan dan perlengkapan akan dikenakan uji unjuk kerja di pabrik pembuat dengan cakupan sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Konstruksi. Ini berlaku juga untuk permesinan yang dibuat secara seri dalam jumlah banyak. Bila permesinan, perlengkapan atau instalasi listrik adalah dari rancangan baru atau belum mempunyai cukup pembuktian efisiensinya pada kondisi kerja yang sesungguhnya di kapal, maka BKI dapat mensyaratkan pelaksanaan percobaan pada kondisi kerja yang lebih berat.

Untuk instalasi pendingin, lihat 3.5.

3.4. Percobaan di kapal

Pada saat kapal dan/atau sistem/perlengkapan yang dikelaskan selesai dibangun, lambung, instalasi mesin dan listrik harus dikenakan percobaan operasional yang disaksikan oleh Surveyor, sebelum dan selama pelayaran percobaan. Percobaan ini meliputi, antara lain:

- uji kekedapan, uji operasional dan uji beban dari tangki, tutup palka, pintu lambung, rampa dan lain-lain,
- uji operasional dan/atau uji beban mesin dan instalasi (sistem propulsi, instalasi listrik, mesin kemudi, perlengkapan jangkar, dll.) yang penting untuk pengoperasian yang aman.
- Pada saat akhir survey, pemeriksaan harus dilaksanakan untuk memastikan bahwa setiap kekurangan yang ditemukan, misalnya selama percobaan berlayar, telah diperbaiki.

Untuk yacht/watercraft kecil, lihat G.

3.5 Instalasi pendingin

3.5.1 Mesin pendingin harus dikenakan uji operasional di pabrik pembuat.

3.5.2 Pemasangan instalasi pendingin diawasi oleh Surveyor untuk memeriksa mutu pengerjaan dan melaksanakan pengujian kekedapan dan uji operasional yang telah ditentukan.

3.5.3 Setelah selesai pemasangan seluruh instalasi mesin pendingin harus dikenakan percobaan operasional sesuai dengan persyaratan Peraturan Kontruksi.

3.5.4 Untuk instalasi pendingin yang berbeda dalam desain dari instalasi yang umum digunakan, BKI berhak mensyaratkan uji tambahan, menjadwalkan tanggal survey khusus dan membuat catatan khusus dalam Sertifikat Instalasi Pendingin dan Register.

4. Laporan, Sertifikat

4.1 Pengujian bahan, komponen, mesin dan sebagainya, yang dilaksanakan di tempat kerja subkontraktor harus disertifikasi oleh Surveyor dan/atau Kantor Cabang BKI.

4.2 Sesudah kapal atau instalasi selesai dibangun, Surveyor akan menyiapkan laporan pembangunan kapal, yang akan menjadi dasar untuk BKI dalam menerbitkan Sertifikat Kelas, lihat A.3.

E. Penerimaan Kelas Bangunan Sudah Jadi (Kelas Yang Diakui)

1. Permohonan, Data

1.1 Permohonan

1.1.1 Permohonan untuk Klasifikasi kapal atau perlengkapan khusus yang dibangun tidak dibawah pengawasan dan tidak mengacu pada Peraturan BKI, harus diajukan secara tertulis kepada BKI. Permohonan Klasifikasi dilengkapi dengan lampiran data seperti pada butir 1.2. dan 1.3 Untuk yacht/watercraft kecil, lihat G.

1.1.2 Status dan periode Kelas sebelumnya, demikian pula setiap rekomendasi dari Badan Klasifikasi sebelumnya harus diinformasikan kepada BKI.

1.2 Data Lambung dan Mesin⁴

Data dan/atau gambar berikut yang harus diserahkan:

- Rencana Umum

⁴ BKI dapat mensyaratkan informasi tambahan tergantung tipe kapal dan / atau sesuai persyaratan Negara Bendera

- Rencana kapasitas
- Kurva Hydrostatik
- Petunjuk Pemuatan, jika dibutuhkan.
- Penampang Melintang
- Rencana Konstruksi
- Geladak
- Rencana Kulit
- Sekat – Sekat
- Kemudi dan Tongkat Kemudi
- Penutup Palka
- Rencana Kamar Mesin
- Poros baling – baling dan Sistem Poros baling – baling
- Baling- Baling
- Mesin Induk, sistem roda gigi dan Kopling, (pabrik pembuat model dsb)
- Untuk kapal dengan Tenaga Uap, Ketel Utama, Super Hiter, Economiser (pabrik pembuat model, dsb) dan Pipa Uap
- Diagram Pipa Bilga dan Pipa Balas
- Diagram Pengkabelan.
- Susunan dan Sistem Perpipaan Mesin Kemudi dan Pabrik pembuat Mesin Kemudi dan Informasi Model
- Perhitungan getaran puntir untuk kapal di bawah 2 tahun perhitungan getaran puntir harus dimasukkan.
- Persyaratan tambahan untuk kapal dengan notasi ice class: Rencana flexible couplings dan/atau peralatan torque limiting shafting disepanjang poros baling-baling (atau pabrik pembuat, model and rating information) harus dimasukkan.
- Persyaratan tambahan untuk kapal tangki minyak: Penataan pompa ujung depan dan ujung belakang dan drainage of cofferdams dan ruang pompa harus dimasukkan.
- Persyaratan tambahan untuk kapal ro-ro: Operating and Maintenance Manual
- Rencana tambahan berikut untuk notasi unattended machinery space:
 - Daftar Instrumen dan Alarm.
 - Sistem Peringatan Kebakaran
 - Daftar Fungsi Keselamatan Otomatis(yaitu slowdowns, shutdowns dll)
 - Rencana Pengujian Fungsi

2. Pelaksanaan Penerimaan Kelas

2.1 Gambar dan data lain yang berhubungan dengan Klasifikasi diperiksa kesesuaiannya dengan Peraturan Konstruksi dan/atau peraturan lain yang setara.

2.2 Untuk Penerimaan Kelas, lingkup survey untuk lambung dan instalasi mesin khususnya untuk perlengkapan khusus akan ditentukan oleh BKI tergantung pada umur dan tipe kapal. Jika hasil survey memuaskan, Kelas BKI akan berlaku efektif sejak tanggal selesai survey yang dimaksud.

2.3 Jika kapal dan/atau perlengkapan khususnya mempunyai Kelas dari Badan Klasifikasi lain yang diakui dan jika telah dilengkapi cukup bukti mengenai status Kelas, BKI dapat memberikan dispensasi dalam hal pemeriksaan gambar dan perhitungannya.

Dalam hal ini, periode Kelas tetap seperti yang diberikan oleh Badan Klasifikasi terdahulu.

2.4 Kapal tidak akan diterima Kelas jika gambar dan perhitungan yang diperlukan tidak diserahkan kepada BKI.

2.5 Jika kapal memenuhi persyaratan BKI, Sertifikat Kelas akan diterbitkan berdasarkan Laporan Surveyor mengenai kondisi kapal. Jika kapal dan/atau perlengkapannya telah dikelaskan pada BKI, maka diberlakukan Peraturan dan /atau prosedur seperti yang diterapkan pada kapal dan/atau perlengkapan khusus yang dibangun di bawah pengawasan BKI.

F. Permohonan Kelas untuk Kapal Bangunan Sudah Jadi Lainnya.

1. Permohonan, Data

1.1 Permohonan

1.1.1 Permohonan untuk Klasifikasi kapal atau perlengkapan khusus yang dibangun tidak dibawah pengawasan dan tidak mengacu pada Peraturan BKI, harus diajukan secara tertulis kepada BKI. Permohonan Klasifikasi dilengkapi dengan lampiran data seperti pada butir 1.2. dan 1.3

1.1.2 Status dan periode Kelas sebelumnya, demikian pula setiap rekomendasi dari Badan Klasifikasi sebelumnya harus diinformasikan kepada BKI.

1.2 Data Lambung dan Mesin⁴

Data dan/atau gambar berikut yang harus diserahkan:

- data tentang tipe dan ukuran utama dari kapal, tahun pembangunan, galangan pembangun, lambung timbul, dokumen stabilitas dan rincian perlengkapan jangkar,
- data utama, tenaga dan tipe, tahun pembuatan dan pabrik pembuat mesin utama dan mesin bantu penting untuk pengoperasian yang aman, instalasi listrik, sistem gas inert, sistem otomasi/kendali jarak jauh, susunan alat pengaman, mesin kemudi dan mesin jangkar,
- gambar rencana umum, rancangan kapasitas tangki, hidrostatis dan diagram carena (cross curve), petunjuk muat bila disyaratkan, penampang tengah kapal, potongan memanjang dan melintang, sekat kedap air, bukaan kulit, pondasi mesin dan ketel, linggi buritan dan haluan, daun & tongkat kemudi, dan tutup palka,
- tata letak instalasi mesin, poros antara, poros dorong dan poros baling-baling, baling-baling, mesin utama, sistem kopling dan gigi penggerak, bejana udara start, ketel utama & bantu dan sistem penyalan bahan bakar, turbin, pemanas lanjut dan ekonomiser (atau informasi pabrik pembuat, model dan tingkatannya)
- sistem pipa uap dan pipa pengisi, sistem pendingin dan minyak pelumas, sistem bilga dan balas, sistem bahan bakar dan udara start, sistem pipa udara dan duqa, susunan instalasi listrik dan diagram jaringan listrik,
- tata letak sistem kemudi dan sistem pipanya termasuk informasi tentang model dan pabrik pembuat mesin kemudi,
- perhitungan getaran torsional sistem poros berikut perlengkapannya untuk kapal yang berumur kurang dari 2 tahun
- untuk kapal dengan Notasi Kelas Es: gambar-gambar kopling fleksibel dan/atau peralatan pembatas torsi dalam sistem poros baling-baling (atau informasi pabrik pembuat, model dan tingkatannya)
- untuk kamar mesin yang tanpa penjagaan, Notasi (OT): daftar alarm dan instrumen, sistem alarm kebakaran, daftar fungsi pengaman otomatis (contoh: posisi putaran rendah, posisi mesin mati, dll.), rancangan uji fungsi,
- untuk kapal tangki : sekat tangki, fasilitas bongkar muat, sistem ventilasi tangki muat dan alat pengaman, susunan pompa didepan dan dibelakang kapal, pengeringan di ruang koferdam dan ruang pompa,
- untuk kapal dengan tangki tersendiri yang dindingnya tidak merupakan bagian dari pelat kulit

kapal: gambar dari tangki tersebut, susunan alat pengaman, termasuk sistem bongkar muatnya.

- untuk tipe kapal yang berkaitan dengan perlengkapan dan peralatan, dokumen harus ditetapkan kasus per kasus.

1.3 Data perlengkapan khusus (instalasi pendingin, sistem penyelaman)⁴

Permohonan Klasifikasi untuk perlengkapan khusus (instalasi pendingin, sistem penyelaman) harus disertai dengan data/keterangan, sebagaimana tercantum dalam Peraturan Konstruksi. Hasil pengujian pada kondisi kerja harus diserahkan, apabila percobaan operasional belum dilaksanakan secara optimal, maka percobaan itu harus dilakukan.

2. Pelaksanaan Penerimaan Kelas

2.1 Penerimaan kelas dilaksanakan menurut persyaratan survey pembaruan kelas IV

2.2 Gambar dan data lain yang berhubungan dengan Klasifikasi diperiksa kesesuaiannya dengan Peraturan Konstruksi dan/atau peraturan lain yang setara.

2.2 Untuk Penerimaan Kelas, lingkup survey untuk lambung dan instalasi mesin khususnya untuk perlengkapan khusus akan ditentukan oleh BKI tergantung pada umur dan tipe kapal. Jika hasil survey memuaskan, Kelas BKI akan berlaku efektif sejak tanggal selesai survey yang dimaksud.

2.4 Kapal tidak akan diterima Kelas jika gambar dan perhitungan yang diperlukan tidak diserahkan kepada BKI.

2.5 Jika kapal memenuhi persyaratan BKI, Sertifikat Kelas akan diterbitkan berdasarkan Laporan Surveyor mengenai kondisi kapal. Jika kapal dan/atau perengkapannya telah dikelaskan pada BKI, maka diberlakukan Peraturan dan /atau prosedur seperti yang diterapkan pada kapal dan/atau perlengkapan khusus yang dibangun di bawah pengawasan BKI.

G Klasifikasi Yachts dan Watercraft kecil dengan panjang mulai 6 sampai 24 meter

1. Persyaratan umum

1.1 Watercraft yang dibuat dan dilengkapi sesuai Rules for Yachts and Boats up to 24 m akan diberi Tanda Kelas sesuai permintaan.

1.2 Persyaratan umum butir A s.d. E berlaku, sejauh dapat diterapkan pada jenis kapal ini, kecuali disebutkan lain.

1.3 Klasifikasi meliputi lambung, mesin, termasuk instalasi listrik, perlengkapan lambung, penutup, dan jika diperlukan tali-temali, sebagaimana dijelaskan dalam Peraturan.

Komponen dan peralatan yang tidak diatur dalam Peraturan tidak dikenakan pemeriksaan dalam lingkup klasifikasi. Pemohon bertanggung jawab untuk memenuhi setiap Regulasi pemerintah bendera yang berlaku.

1.4 BKI dapat juga mengkelaskan kapal yang dibuat dari bahan yang tidak ada Peraturan khususnya, tapi harus dilengkapi sertifikat uji.

1.5 Kapal untuk olahraga dan sejenisnya, yang sebagian atau seluruhnya untuk melayani tujuan komersial, dapat dikenakan Peraturan tambahan yang harus dilaksanakan selain Peraturan Konstruksi.

1.6 Watercraft yang dibangun secara seri dan dibawah pengawasan BKI dapat diterima Kelas jika permohonan Klasifikasi dibuat sebelum pekerjaan konstruksi dimulai dengan ketentuan survey dan percobaan tidak ada yang gagal, lihat Rules for Yachts and Boats up to 24 m, Annex A.

2. Tanda Kelas dan Notasi

2.1 Tanda Kelas

2.1.1 Lambung

Tanda Kelas lambung adalah:

✕ A100 I

Jika lambung dibangun dibawah pengawasan BKI, dengan Notasi tambahan seperti butir 2.2.

Selain itu, butir C.2 harus diterapkan.

2.1.2 Mesin

Untuk water craft dengan total tenaga mesin penggerak lebih 300 kW, Tanda Kelas mesin adalah:

✕ SM Y

Jika mesin dibuat dibawah pengawasan BKI.

Untuk watercraft dengan tenaga mesin penggerak sampai dengan 300 kW, setiap hasil survey instalasi mesin akan dimasukkan dalam Sertifikat Lambung.

2.2 Notasi yang ditambahkan pada Tanda Kelas

2.2.1 Daerah pelayaran

Ukuran dari elemen konstruksi lambung memenuhi untuk daerah pelayaran tak terbatas I.

Watercraft yang memenuhi persyaratan Peraturan Konstruksi untuk daerah pelayaran terbatas akan diberi Notasi tambahan pada Tanda Kelas yang menunjukkan daerah pelayaran (II, III, IV, V).

Notasi mungkin dapat diberikan berdasarkan pada kondisi laut masing-masing daerah pelayaran (misalnya statistik laut yang resmi).

I
Pelayaran tak terbatas dari garis pantai, di mana kapal sepenuhnya dapat mengatasi situasi darurat dengan peralatannya sendiri selama kurun waktu yang lama tanpa bantuan dari luar.

II
Pelayaran sepanjang garis pantai, tetapi tidak melebihi jarak 200 mil laut, diukur dari daratan utama dan/atau pulau terdekat namun tidak melebihi 400 mil laut dari daratan utama⁵ dan/atau dari pulau lainnya.

III
Pelayaran sepanjang garis pantai, tetapi tidak melebihi jarak 20 mil laut, diukur dari daratan utama dan/atau pulau terdekat namun tidak melebihi 40 mil laut dari daratan utama⁵ dan/atau dari pulau lainnya.

IV
Pelayaran siang sekitar pelabuhan sepanjang garis pantai dalam daerah yang relatif terlindungi, tetapi tidak melebihi jarak 3 mil laut, diukur dari daratan utama dan/atau pulau terdekat namun tidak melebihi 6 mil laut dari daratan utama⁵ dan/atau dari pulau lainnya.

V
Pelayaran pedalaman dan danau. Juga termasuk pelayaran dilaut, namun terbatas pada daerah dangkal an / atau wilayah laut yang tidak melebihi 0,75 mil laut, diukur dari pantai dan atau daratan utama⁵.

⁵ Pantai yang diukur pada rata-rata tinggi air

2.2.2 Penentuan jenis dan penggunaan

2.2.2.1 Sebagai tambahan dari Tanda Kelas, watercraft akan diberi Notasi tambahan, yang menggambarkan jenis dan penggunaannya, seperti yang ditunjukkan sebagai berikut.

2.2.2.2 Kapal untuk olahraga

MOTOR SAILER

MOTOR YACHT

SPECIAL MOTOR YACHT

RACING MOTOR YACHT

Catatan

Istilah "special" berlaku untuk kapal yacht yang bentuk/ukuran tidak biasa dan dengan peralatan teknis khusus, jika ada. BKI berhak menentukan Peraturan yang dapat diberlakukan dan bagaimana diinterpretasikan.

2.2.2.3 Yacht untuk penggunaan komersil

TRAINING MOTOR YACHT

CHARTER MOTOR YACHT

Notasi ini dapat diterapkan jika elemen konstruksi utama memenuhi Peraturan Konstruksi untuk jenis kapal pada butir 2.2.2.4 dibawah.

2.2.2.4 Kapal digunakan untuk komersil atau oleh pihak yang berwenang

Kapal memenuhi Rules for Yacht and Boat up to 24 m dapat ditambahkan Notasi pada Tanda Kelas :

FISHING VESSEL

Lihat juga Tabel 2.12

PATROL BOAT

WORK BOAT

YDE

Notasi untuk kapal yang dibangun dengan penggunaan elemen dari Rules for Yachts and Boats up to 24 m. Rincian mengenai penerapan aturan disebutkan dalam Sertifikat Kelas.

3. Persetujuan dan survey bangunan baru

3.1 Mengenai permohonan klasifikasi dan data yang harus diserahkan, sesuai butir D. Dokumen harus diserahkan untuk persetujuan termasuk juga gambar dan perhitungan dari tali-temali.

3.2 Kualifikasi Workshop

3.2.1 Mengenai proses pembuatan bahan metal dan instalasi mesin serta komponen, Rules for Material Volume V dan Rules for Welding Volume VI, berlaku, lihat juga butir D.3.1.1.

3.2.2. Mengenai fasilitas, kendali mutu, prosedur produksi dan keahlian personil, workshop untuk produksi kapal keperluan olahraga dari FRP dan bahan khusus non-metal lainnya harus layak untuk pekerjaan tersebut. Kesesuaian ini akan disertifikasi dengan persetujuan workshop yang relevan. Secara umum Rules for Material, Volume V berlaku.

3.3 Pengawasan konstruksi lihat D.3.2

3.4 Percobaan

Kapal yang selesai dibangun, semua perlengkapan lambung, instalasi permesinan dan listrik dan peralatan layar akan diuji operasi dalam percobaan berlayar yang dihadiri oleh Surveyor.

3.5 Penandaan

Watercraft yang dibangun sesuai Peraturan Konstruksi akan diberi penandaan yang permanen sepanjang kondisi struktur tidak mengalami perubahan. Tanda hanya berlaku dalam hubungan dengan Sertifikat Kelas bersangkutan.

Validasi Kelas lihat butir B.

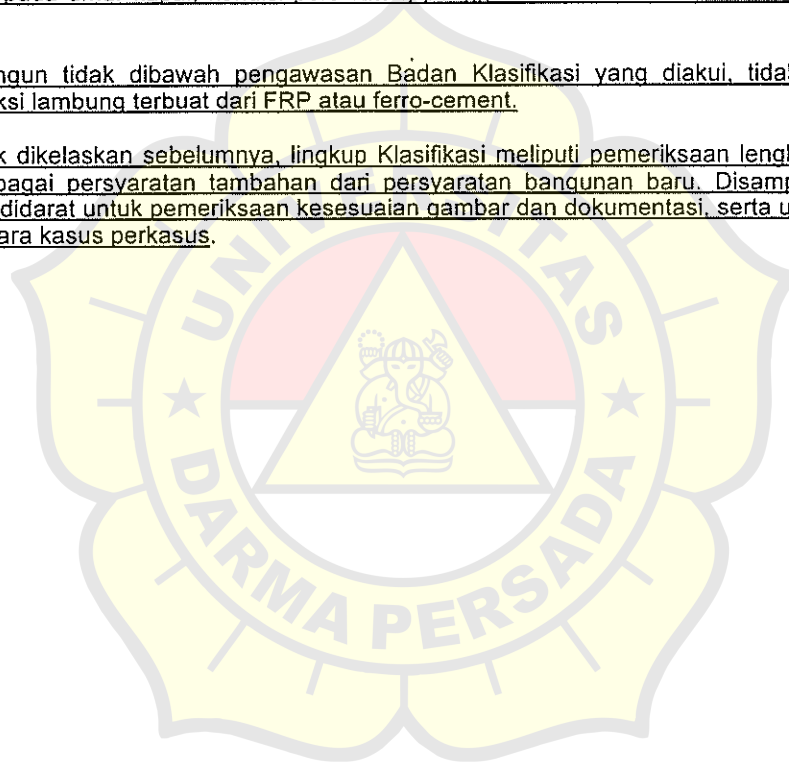
4. Penerimaan Kelas

4.1 Ketentuan dalam butir E berlaku, sepanjang dapat diterapkan, dengan tambahan berikut harus diperhatikan.

4.2 Kapal yang dibangun dibawah pengawasan Badan Klasifikasi yang diakui harus dilaksanakan pemeriksaan diatas dok. Instalasi mesin dan listrik harus dilaksanakan uji fungsi. BKI akan menetapkan lingkup survey, tergantung pada umur kapal, kondisi perawatan, penggunaan dan informasi dari dokumen yang diterima.

4.3 Kapal yang dibangun tidak dibawah pengawasan Badan Klasifikasi yang diakui, tidak dapat diterima Kelas, jika konstruksi lambung terbuat dari FRP atau ferro-cement.

Untuk kapal lain yang tidak dikelaskan sebelumnya, lingkup Klasifikasi meliputi pemeriksaan lengkap dari seluruh gambar teknik sebagai persyaratan tambahan dari persyaratan bangunan baru. Disamping itu, survey harus dilaksanakan didarat untuk pemeriksaan kesesuaian gambar dan dokumentasi, serta uji fungsi / percobaan ditetapkan secara kasus perkasus.



Bab 3

Survey – Persyaratan Umum

A. Informasi Umum

1. Survey Mempertahankan Kelas

1.1 Dalam rangka mempertahankan kelas, survey periodik dan survey khusus lambung, instalasi mesin termasuk instalasi listrik dan setiap perlengkapan khusus yang dikelaskan, seperti tersebut di bawah ini harus dilaksanakan. Lihat juga Bab 2, B dan Bab 4 (Survey Kapal Tipe Khusus).

Survey lainnya yang dilaksanakan oleh BKI sesuai butir 4 di bawah ini.

1.2 Survey yang disyaratkan untuk mem-pertahankan Kelas, misalnya dalam hal perbaikan atau modifikasi, pada tiap bagian kapal yang terkena persyaratan Klasifikasi, harus mendapat persetujuan BKI pada kesempatan pertama, agar dapat mengambil langkah penilaian dan pengawasan yang disyaratkan.

1.3 Surveyor harus diberikan kebebasan setiap saat untuk ke kapal dan/atau bengkel, untuk dapat melaksanakan tugasnya. Lihat juga Bab 2, D.3.1.4.

Sehubungan dengan ini, semua bagian yang akan disurvey harus dalam keadaan bebas, bersih dan harus dalam keadaan bebas dari gas, bila dianggap perlu oleh Surveyor.

Sertifikat Kelas dan data lainnya yang berkaitan dengan Klasifikasi harus ditunjukkan kepada Surveyor, jika diminta.

1.4 Survey yang dilakukan selama pelayaran dapat disetujui dan diperhitungkan pada survey periodik yang jatuh tempo (misalnya: Pemeriksaan ruang muat berukuran besar dengan menggunakan sekoci). Persyaratan, prosedur dan kondisi khusus yang akan dihadapi (misalnya : cuaca) akan ditentukan secara kasus per kasus. Keputusan perihal dapat tidaknya survey dilaksanakan hanya boleh ditetapkan dengan persetujuan Surveyor.

1.5 BKI akan memberitahu pemilik atau operator tentang status dari Kelas, yang menunjukkan survey terakhir yang diakui dan tanggal jatuh tempo berikutnya. Tetapi bagaimanapun dalam hal tidak tersedianya informasi yang demikian, maka operator tetap berkewajiban atas terlaksananya survey sesuai dengan yang disyaratkan dalam Peraturan ini.

1.6 BKI dapat menyetujui pengujian dan prosedur analisa sebagai tambahan atau pengganti yang setara dari survey konvensional dan pemeriksaan, seperti dengan membuka komponen. Lihat juga B.1.3.7.

1.7 BKI mempunyai hak untuk memperluas lingkup survey dan/atau pemeriksaan karena alasan tertentu, misalnya sebagai akibat pengalaman khusus yang diperoleh sewaktu kapal beroperasi atau untuk melaksanakan survey dengan 2 (dua) orang Surveyor, bila perlu.

1.8 BKI mempunyai hak untuk meminta pelaksanaan survey diantara batas waktu jatuh tempo survey periodik, bila hal ini dianggap perlu. Lihat B.2.

1.9 Jika kapal harus diperiksa di pelabuhan yang tidak dapat dijangkau oleh Surveyor BKI, (juga dalam hal kejadian force majeure atau konflik bersenjata) maka hal ini harus diberitahukan kepada Kantor Pusat BKI. Berdasarkan pemeriksaan fakta maka akan ditentukan prosedur selanjutnya.

Dalam kondisi luar biasa dan dengan persetujuan Kantor Pusat BKI, dimungkinkan untuk menggunakan tenaga ahli dari luar, namun laporannya harus diperiksa oleh BKI, yang akan memutuskan apakah kapal masih perlu disurvey ulang atau tidak.

2. Pemilihan Surveyor

Pada prinsipnya Surveyor yang bertugas, dipilih oleh BKI. Bagaimanapun juga operator kapal dan/atau instalasi yang dikelaskan dapat dengan bebas meragukan suatu temuan dan keputusan survey untuk dapat diperiksa oleh Surveyor BKI lainnya atas permintaan operator.

3. Dokumentasi, Konfirmasi Kelas

3.1 Catatan dari setiap survey, termasuk persyaratan khusus untuk mempertahankan Kelas akan dicatat pada Sertifikat Klasifikasi terkait. Dengan membubuhkan tanda tangannya pada sertifikat dan dokumen lainnya, Surveyor hanya menyatakan apa yang dilihatnya dan diperiksanya sendiri pada saat survey dilaksanakan.

3.2 Laporan yang dibuat Surveyor akan diperiksa di Kantor Pusat BKI. Jika tidak ada keberatan, konfirmasi kelas yang dikukuhkan surveyor di sertipikat akan memperoleh validitas/kebenaran akhir.

3.3 Di dalam survey status, akan diinformasikan tanggal jatuh tempo Survey Pembaruan Kelas, Tahunan, Antara, Pembaruan Kelas Bersambung, Pengedokan dan Poros Baling-Baling, Katup pengaman dari gas buang economizer dapat diuji oleh KKM dan hasilnya dicatat di log book, yang ditempatkan di kapal.

3.4 Konfirmasi Kelas yang diberikan oleh Surveyor sehubungan dengan jenis survey yang tersebut dalam laporan dan berlaku dengan syarat hasil pemeriksaan laporan oleh Kantor Pusat tidak menghasilkan suatu keberatan. Lihat 3.2.

3.5 Atas permintaan, Kelas dapat dikonfirmasi secara tertulis dengan Sertifikat terpisah. Bagaimanapun Sertifikat tersebut hanya berlaku jika dikeluarkan oleh BKI Pusat atau jika, dalam hal khusus, Kantor Pusat dapat melimpahkan kewenangannya ke kantor cabang untuk melaksanakan hal tersebut.

3.6 Bilamana cacat hanya diperbaiki sementara, atau bilamana Surveyor tidak menganggap perlu diadakan perbaikan segera atau penggantian, Kelas kapal dapat dipertahankan untuk waktu terbatas dengan mencantulkannya di dalam Sertifikat Kelas. Pembatalan pembatasan tersebut harus juga dinyatakan di dalam Sertifikat Kelas, lihat juga Bab 2.B.2.4.

4. Survey sesuai dengan Peraturan Negara Bendera

4.1 Bilamana survey disyaratkan berdasarkan konvensi internasional dan hukum / ordonansi Pemerintah dari Negara Bendera, BKI akan melaksanakannya berdasarkan permintaan, atau atas instruksi resmi untuk bertindak atas nama Pemerintah bersangkutan berdasarkan peraturan masing-masing; hal ini meliputi survey :

- International Convention on Load Lines (ICLL 1966)
- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74)
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78)
- IMO Codes, seperti Chemical dan Gas Tankers
- Konvensi terkait dengan International Labour Organization (ILO).

Bilamana memungkinkan survey tersebut di atas akan dilaksanakan secara bersamaan dengan survey Kelas.

4.2 Atas permintaan, BKI juga melaksanakan survey dan pemeriksaan lainnya yang ditetapkan oleh peraturan dan persyaratan tambahan dari Negara Bendera. Survey tersebut harus mengacu pada perjanjian yang dibuat untuk setiap kasus dan/atau sesuai dengan ketentuan Negara yang bersangkutan.

4.3 Semua kegiatan sebagaimana diuraikan dalam 4.1 dan 4.2 dan bilamana sesuai, penerbitan Sertifikat terkait harus juga mengacu kepada persyaratan umum dalam Bab 1.

4.4 Jika karena beberapa alasan Kelas kapal telah habis masa berlakunya atau telah dicabut oleh BKI, maka semua Sertifikat Statutoria yang diterbitkan oleh BKI secara otomatis tidak berlaku lagi. Jika kemudian

kelas diperbarui atau diterima kembali, maka masa berlaku Sertifikat tersebut akan dihidupkan kembali sesuai dengan masa berlaku semula, dengan syarat semua survey yang telah jatuh tempo harus dilaksanakan.

5. Pemasok Jasa Eksternal

Petugas atau perusahaan yang terlibat dalam kegiatan yang menyangkut Klasifikasi dan Statutoria harus mendapat persetujuan dari BKI.

6. Kalibrasi Alat Pengukuran

Pemeriksaan, peralatan pengukuran dan pengujian yang digunakan di bengkel, galangan kapal dan di atas kapal, yang menjadi dasar bagi Surveyor mengambil keputusan yang mempengaruhi tugas Klasifikasi atau Statutoria, harus sesuai dengan jasa yang dilaksanakan. Perusahaan secara individu harus mengidentifikasi dan mengkalibrasi setiap unit peralatan tersebut sesuai standard nasional atau internasional yang diakui.¹

B. Survey Mempertahankan Kelas, Definisi, Tanggal Jatuh Tempo

1. Survey Periodik

1.1 Survey Tahunan (Kapal laut)

1.1.1 Untuk kapal laut, Survey Tahunan dilaksanakan untuk lambung dan instalasi mesin, termasuk instalasi listrik, perlengkapan jangkar dan bila ada perlengkapan khusus yang dikelaskan, pada interval 12 bulan, terhitung dari tanggal dimulai periode Kelas, lihat C.1.1.

1.1.2 Periode survey (rentang waktu)

Survey harus dilaksanakan dalam rentang waktu 3 bulan sebelum hingga 3 bulan sesudah tanggal periode Kelas berlaku setiap tahun. Rentang waktu ini juga berlaku untuk Survey Tahunan bagi kapal dengan Notasi HSC-PASSENGER-A atau HSC-PASSENGER-B.

Untuk kapal dengan akomodasi lebih dari 12 (dua belas) penumpang, Survey Tahunan harus dilaksanakan tidak lewat dari tanggal jatuh tempo.

1.2 Survey Antara

Survey Tahunan yang diperluas ditetapkan sebagai Survey Antara, lihat C.1.2 dan D.2.2.

Jatuh tempo Survey Antara, secara nominal 2,5 tahun sejak awal berlakunya Kelas dan setiap Pembaruan Kelas dan untuk kapal laut dilaksanakan baik pada saat atau antara Survey Tahunan kedua atau ketiga.

Instalasi Pendingin lihat D.

Kapal tipe khusus lihat Bab 4.

1.3 Survey Pembaruan Kelas

1.3.1 Survey Pembaruan Kelas untuk lambung, instalasi mesin termasuk instalasi listrik, dan perlengkapan khusus yang dikelaskan, pada interval yang tercantum pada Tanda kelas lambung. Lihat C.1.3 dan Bab 4, Survey kapal tipe khusus.

Untuk menghindari tercabutnya Kelas, dalam hal yang khusus, perpanjangan periode Kelas maksimum selama 3 bulan, dapat diberikan BKI atas dasar permohonan.

1.3.2 Survei Pembaruan Kelas dapat dimulai pada Survei Tahunan ke-4 dan akan berlangsung untuk diselesaikan sampai pada akhir periode kelas. Ketika Pembaruan Kelas dimulai sebelum Survei tahunan ke-

¹ Perihal persyaratan, lihat UR Z19 dari IACS

4. keseluruhan survei harus diselesaikan dalam 15 bulan jika pekerjaan tersebut akan dikreditkan ke Pembaharuan Kelas.

Pengkreditan bersamaan untuk survey antara dan pembaharuan kelas untuk survey dan pengukuran tebal ruang tidak dapat diterima

1.3.3 Survey periodik dan pemeriksaan sistem propulsi dan instalasi mesin seperti tertulis pada 1.4 dan 1.5, merupakan bagian integral dari survey yang disyaratkan untuk Pembaruan Kelas, kecuali ditentukan lain berikutnya.

1.3.4 Pembaruan Kelas lambung diberi nomor urut I, II, III dan seterusnya. Lingkup Pembaruan Kelas IV dan selanjutnya berpedoman pada Pembaruan Kelas III. Mengenai lingkupnya lihat C.1.3.2. Rapat perencanaan survey harus diadakan sebelum survey dilaksanakan. Lihat juga C.2.1.2.

1.3.5 Periode kelas yang baru akan dimulai pada :

- pada tanggal berakhirnya Sertifikat sebelumnya, jika Survey Pembaruan Kelas selesai dalam waktu 3 bulan sebelum tanggal tersebut. Hal ini juga diberlakukan untuk perpanjangan Kelas yang diberikan paling lama 3 bulan,
- pada tanggal Survey Pembaruan Kelas diselesaikan, apabila survey selesai lebih dari 3 bulan sebelum berakhirnya periode Kelas sebelumnya.

1.3.6 Survey Pembaruan Kelas Bersambung

1.3.6.1 Atas permintaan pemilik, survey yang disyaratkan untuk Pembaruan Kelas dapat dibagi menurut jadwal yang disetujui, sedemikian agar dapat menjangkau seluruh periode Kelas sehingga kurang lebih 20% dari seluruh persyaratan survey yang disyaratkan untuk Pembaruan Kelas dapat diselesaikan setiap tahunnya.

Hal ini berarti bahwa semua lokasi / bagian yang terkena persyaratan survey seperti yang ditentukan oleh Kantor Pusat BKI harus diperiksa sekurang-kurangnya sekali dalam periode Kelas, kecuali interval yang lebih pendek ditentukan pada bagian lain. Jangka waktu antara dua survey yang berurutan dari tiap bagian yang disurvei tidak boleh lebih dari 5 tahun.

Untuk kapal yang berusia lebih dari 10 tahun, tangki balas harus diperiksa internal dua kali setiap periode Kelas lima tahun, yaitu sekali saat Survey Antara dan sekali saat Survey Pembaruan Kelas Bersambung (lambung).

Survey Pembaruan Kelas Bersambung (lambung) diatas dok dapat dilaksanakan pada setiap saat dalam periode Kelas lima-tahun jika semua persyaratan 1.6 juga telah diselesaikan.

Pengecualian untuk lambung kapal tangki minyak / produk, kapal tangki kimia dan kapal curah dengan Notasi Kelas ESP. Lihat Bab 4, A.4.1.5, C.4.1.6 dan E.4.1.3. Untuk kapal barang muatan kering lihat C.3.7.5.

1.3.6.2 Pembaruan Kelas Bersambung dapat diminta secara terpisah untuk lambung, instalasi mesin dan perlengkapan khusus.

1.3.6.3 Untuk jangka waktu periode Kelas dan jatuh tempo survey berlaku persyaratan yang tercantum pada 1.3.1 dan 1.3.5.

1.3.6.4 Pada akhir dari periode Kelas, untuk maksud Pembaruan Kelas, pada saat akhir survey sekurang-kurangnya dalam lingkup Survey Tahunan harus dilaksanakan, selama Surveyor yakin bahwa semua bagian yang harus diperiksa telah disurvei secara keseluruhan, dengan hasil memuaskan. Jika ada alasan khusus, Surveyor dapat memeriksa ulang bagian yang dianggap perlu.

1.3.6.5 Kapal yang disurvei dengan sistem Pembaruan Kelas Bersambung tidak dikecualikan dari persyaratan survey periodik lainnya (seperti Survey Tahunan dan Survey Antara) yang ditetapkan.

1.3.7 Survey berdasarkan sistem perawatan terencana

1.3.7.1 Atas permintaan pemilik, sistem Pembaruan Kelas Bersambung yang optimal, dapat disetujui seperti digariskan di bawah ini untuk kapal dimana permesinannya dirawat sesuai dengan program perawatan secara komputerisasi yang sudah disetujui.

1.3.7.2 Pemilik akan memperkenalkan suatu sistem perawatan pencegahan (Sistem Perawatan Terencana) yang terdiri dari sekurang-kurangnya lingkup survey / sistem seperti yang tercakup oleh sistem Pembaruan Kelas Bersambung normal.

1.3.7.3 Sistem perawatan harus disetujui oleh BKI, dimana pemilik harus menyerahkan dokumen berikut, dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris :

- gambaran rinci dari sistem, yang menunjukkan alur informasi,
- daftar komponen/sistem yang tercakup dalam sistem Pembaruan Kelas Bersambung yang optimal (daftar inventaris),
- gambaran jangka waktu untuk setiap tindakan perawatan secara umum,
- daftar jangka waktu perawatan dan umur yang diharapkan dari komponen penting untuk operasi mesin induk dan mesin bantu, dengan mempertimbangkan rekomendasi pabrik pembuat dan persyaratan operasional yang spesifik,
- daftar instruksi (Prosedur Perawatan) yang melatarbelakangi konsep perawatan.
- dokumentasi perawatan (laporan yang berisi informasi operasional yang penting, kondisi komponen, lampiran penggantian, tindakan yang dilaksanakan)
- dokumentasi tentang strategi perawatan yang dilaksanakan sebelum pengajuan permohonan

1.3.7.4 Dalam lingkup survey di atas kapal, Surveyor BKI harus memberikan konfirmasi bahwa:

- sistem perawatan yang sedang dijalankan sesuai dengan dokumen yang disetujui,
- sistem perawatan yang sedang dijalankan dengan memperhatikan, tanpa syarat, kondisi kerja tertentu,
- dokumen perawatan memungkinkan pengambilan kesimpulan tentang kondisi konstruksi dan operasional mesin,
- personil yang bertugas dalam pengoperasian mesin berkualifikasi cukup dan memiliki ijazah yang diperlukan.

1.3.8 Survey yang didasarkan pada Sistem Pemantauan Kondisi

Instalasi permesinan atau instalasi teknis, yang menjadi bagian dari suatu Sistem Pemantauan Kondisi, dimungkinkan disurvei bersamaan dengan persyaratan dan prasyarat yang dijabarkan dalam Guidelines for Machinery Condition Monitoring. Prasyarat untuk Rancangan Survey khusus Pemantauan Kondisi (Condition Monitoring-CM) adalah adanya suatu Sistem Perawatan Terencana (Planned Maintenance System-PMS) yang terkomputerisasi. Unsur-unsur dari PMS harus memperhatikan komponen permesinan atau bagian-bagiannya yang tercakup dalam Pemantauan Kondisi harus mendapatkan persetujuan oleh BKI sesuai pada B.1.3.7.

CM-System (Sistem Pemantauan Kondisi) tidak terbatas pada peralatan yang digunakan untuk menentukan kondisi permesinan, tetapi juga meliputi prosedur dan jadwal untuk pengumpulan dan analisa data.

Jika dari informasi CM, Surveyor mendapatkan bukti bahwa permesinan, atau bagian-bagiannya, berada dalam kondisi yang dapat diterima, Surveyor dapat memperbolehkan permesinan atau bagian-bagiannya tidak dibuka sebagai pengganti pemeriksaan langsung. Item lain dalam instalasi atau permesinan yang tidak tercakup oleh Rancangan Survey CM harus disurvei dan dilaksanakan dengan cara konvensional.

1.3.9 Survey Perpanjangan Kelas

Lihat 1.3.1

1.4 Survey periodik poros baling-baling dan tube shaft, baling-baling, baling-baling bebas putar dan sistem lainnya.

Untuk mempertahankan kelas, survey periodik dan pengujian pada poros baling-baling dan tube shaft, baling-baling, baling-baling bebas putar dan sistem lainnya dari kapal harus dilaksanakan. Lingkup survey dan pengujian harus dilaksanakan sesuai C.1.4., seperti dibawah ini.

1.4.1 Poros baling-baling dan tube shaft

Survey berikut dapat diterapkan:

- survey normal
- survey modifikasi
- survey parsial

1.4.1.1 Survey Normal

Poros baling-baling dan tube shaft harus dicabut secukupnya agar memungkinkan pemeriksaan secara menyeluruh dalam interval di bawah ini, kecuali ada cara lain untuk memastikan kondisi poros.

1.4.1.1.1 Apabila poros baling-baling dan tube shaft dilengkapi lapisan pelindung menerus atau paking pendedap minyak yang disetujui, atau dibuat dari bahan nirkarat, interval survey adalah:

- 3 tahun untuk susunan poros tunggal
- 4 tahun untuk susunan poros jamak

Interval waktu pencabutan dapat ditingkatkan menjadi:

- 5 tahun untuk susunan poros tunggal
- 5 tahun untuk susunan poros jamak

apabila memenuhi salah satu dari tiga hal berikut:

- jika
 - detail desain telah disetujui
 - baling-baling dipasang pada tirus poros dengan pasak
 - poros dilindungi terhadap pengaruh air laut
 - pada setiap survey dilaksanakan pengujian tak rusak dengan menggunakan metode deteksi keretakan yang telah disetujui pada ujung belakang bagian silindris poros (dari ujung belakang selubung poros, kalau ada) dan sekitar sepertiga panjang tirus dari bagian ujung yang lebih besar, atau
- jika
 - detail desain telah disetujui
 - baling-baling terpasang ke kopling pejal pada ujung belakang poros
 - poros dan kelengkapannya terlindungi terhadap korosi
 - bila pemeriksaan secara visual pada lengkungan bagian belakang kopling pejal tidak memuaskan, harus dilaksanakan pengujian tak rusak pada daerah tersebut, atau
- jika
 - detail desain telah disetujui
 - baling-baling terpasang tanpa pasak pada tirus poros

- poros dilindungi dari air laut
- pengujian tak rusak dilaksanakan pada setiap survey dengan metode deteksi keretakan yang disetujui pada bagian depan tirus belakang.

Dalam kasus lainnya interval waktu normal survey 2,5 tahun dengan jangka waktu diperkenankan ± 6 bulan.

1.4.1.1.2 Poros baling-baling dan tube shaft harus dicabut secukupnya untuk dilaksanakan pemeriksaan menyeluruh. Lebih jelasnya lihat C.1.4.1.1.1.

Untuk susunan poros baling-baling dengan pelumasan minyak, poros tidak perlu dicabut pada saat Survey Normal, bila semua bagian yang tidak terlindungi pada daerah belakang poros seperti yang dijelaskan dalam 1.4.1.1.1 diperiksa dengan metode tak rusak yang disetujui,

- Jika
 - ruang main dan keausan bantalan
 - catatan analisa minyak pelumas, konsumsi minyak pelumas dan temperatur bantalan
 - daerah poros yang terlihat

diperiksa dan kedapatan dalam kondisi memuaskan. Pengujian deteksi retak pada lengkungan kopling belakang dapat ditiadakan jika kopling pejal dipasang pada ujung poros, lihat juga 1.4.1.1.1

Kontrol minyak pelumas dan temperatur bantalan harus dilaksanakan sesuai 1.4.1.2.2. Secara rinci lihat C.1.4.1.1.2. Bilamana terdapat keraguan perihal temuan di atas, poros harus dicabut secukupnya agar dapat diadakan pemeriksaan menyeluruh.

1.4.1.2 Survey modifikasi

1.4.1.2.1 Untuk susunan poros tunggal dan poros jamak, survey modifikasi dapat disetujui sebagai pengganti survey normal pada interval survey 5 tahunan, bilamana:

- detail desain telah disetujui
- poros dilengkapi bantalan dengan pelumasan minyak dan perapat minyak.
- poros dan kelengkapannya terlindungi dari korosi
- pemasangan perapat minyak baru mungkin dapat dilakukan tanpa mencabut baling-baling (kecuali dalam kasus baling-baling dengan pasak).

dan dengan catatan ruang main bantalan belakang masih memenuhi ketentuan, minyak pelumas dan susunan perapat minyak terbukti efektif pada tiga kasus dibawah ini:

- bilamana baling-baling dipasang dengan pasak pada tirus poros dan telah dilaksanakan tindakan pencegahan yang memadai terhadap keretakan, atau
- bilamana baling-baling dipasang pada kopling pejal di ujung poros, atau
- bilamana baling-baling dipasang tanpa pasak pada tirus poros

Interval waktu maksimum antara dua survey normal berturut-turut tidak melebihi 10 tahun.

1.4.1.2.2 Poros harus dicabut secukupnya agar pemeriksaan terhadap daerah persinggungan bantalan belakang poros dapat dilakukan. Untuk rincian selanjutnya lihat C.1.4.1.2.1

Pencabutan poros untuk memeriksa daerah persinggungan bantalan belakang poros tidak perlu dilakukan bilamana analisa minyak pelumas dilakukan secara teratur pada interval tidak lebih dari 6 bulan, dan konsumsi minyak pelumas dan temperatur bantalan dicatat dan masih dalam batasan yang diijinkan. Dokumentasi analisa minyak pelumas harus tersedia di kapal dan harus diperiksa. Tiap analisa harus memasukkan parameter minimum:

- kandungan air
- kandungan klorida
- kandungan partikel logam bantalan

– usia pakai minyak pelumas (resistansi terhadap oksidasi)

Contoh minyak pelumas harus diambil saat kapal beroperasi. Untuk rincian lebih lanjut lihat C.1.4.1.2.2.

Notasi Kelas **CM-PS** diasumsikan memenuhi persyaratan ini.

Bilamana ada keraguan dalam hasil pemeriksaan tersebut di atas, poros harus dicabut secukupnya untuk memungkinkan pemeriksaan sesuai dengan C.1.4.1.2.1

1.4.1.3 Survey parsial

1.4.1.3.1 Atas permintaan pemilik, dimana survey modifikasi terhadap poros diterapkan dan umur kelelahan perapat diharapkan lebih panjang dengan adanya kombinasi yang sesuai antara material dan tekanan yang dikontrol pada daerah perapat.

Pertimbangan mungkin dapat diberikan untuk memperpanjang interval 5 tahunan antara survey normal, bila survey parsial dilaksanakan.

Interval antara survey normal sama sekali tidak boleh melebihi 1,5 kali interval jatuh tempo.

1.4.1.3.2 Survey parsial terdiri dari pemeriksaan perapat minyak pelumas dan ruang main bantalan.

Untuk baling-baling menggunakan pasak maka baling-baling harus dilepas untuk memeriksa bagian depan tirus poros dan pengujian tak rusak dengan metode deteksi retak yang disetujui harus dilakukan. Untuk rincian selanjutnya lihat C.1.4.1.3.

1.4.2 Baling-baling

Selama survey normal atau survey modifikasi poros baling-baling dan tube shaft, baling-baling serta tuas kendali jarak jauh dan kendali setempat pada baling-baling dengan kisar terkendali (CPP) harus disurvey berdasarkan penilaian Surveyor, tergantung pada hasil pemeriksaan.

1.4.3 Baling-baling bebas putar

Baling-baling bebas putar harus diperiksa dalam kondisi dilepas dalam interval 2,5 tahun dengan jendela waktu ± 6 bulan.

1.4.4 Sistem lain

Sistem lain sebagai penggerak utama, seperti kemudi sekaligus baling-baling pengarah, sistem propulsi pod, unit pompa jet, dll., interval surveynya sama seperti poros baling-baling dan tube shaft.

1.5 Survey periodik dan pengujian masing-masing bagian mesin

1.5.1 Survey periodik masing-masing bagian mesin atau instalasi tersebut di bawah ini harus dilakukan sebagai tambahan terhadap bagian yang dijelaskan dalam 1.3 dan C.1.3.3 untuk mempertahankan kelas.

1.5.2 Instalasi ketel uap

1.5.2.1 Ketel uap harus dikenakan pemeriksaan dan pengujian berikut pada interval yang teratur². Terminologi 'ketel uap' mencakup ketel gas buang dan pembangkit air hangat dan air panas (kecuali kalau hal tersebut dipanaskan oleh uap atau air).

1.5.2.2 Pemeriksaan eksternal

Ketel uap harus dikenakan pemeriksaan eksternal pada interval satu tahun sesuai dengan program pemeriksaan BKI.

Untuk pemeriksaan eksternal jendela waktu ± 3 bulan.

² Untuk instalasi ketel uap pada kapal yang berlayar, dimana BKI diberikan wewenang untuk melaksanakan pemeriksaan statutory, maka untuk peraturan tambahan dari Negara tempat kapal tersebut didaftarkan, harus diperhatikan

1.5.2.3 Pemeriksaan internal

Ketel uap harus dikenakan pemeriksaan internal sekurang-kurangnya dua kali setiap periode Kelas. Interval maksimum antara dua pemeriksaan internal sama sekali tidak boleh melampaui 3 tahun. Untuk kapal yang hanya memiliki satu ketel utama, pemeriksaan internal harus dilaksanakan setiap 2,5 tahun sampai dengan 10 tahun setelah pemakaian baru dan setiap tahun sesudahnya. Instalasi ketel dengan hanya satu ketel utama dan satu ketel bantu yang memiliki daya cukup untuk mengoperasikan instalasi propulsi dalam keadaan darurat (take-home boiler), diperhitungkan sebagai instalasi ketel uap jamak.

1.5.2.4 Perpanjangan pemeriksaan internal ketel sampai dengan 3 bulan setelah jatuh tempo dapat diberikan dalam kondisi khusus. Perpanjangan dapat diberikan oleh BKI setelah dilakukan pemeriksaan sebagai berikut dengan hasil memuaskan:

- pemeriksaan eksternal ketel
- uji fungsi katup pengaman ketel
- uji fungsi peralatan proteksi ketel
- kaji ulang terhadap semua catatan sejak survey ketel terakhir a.l.:
 - dokumentasi operasional
 - dokumentasi perawatan
 - perbaikan-perbaikan yang dilakukan
 - catatan analisa air

1.5.3. Instalasi pemanas minyak

1.5.3.1 Pemeriksaan eksternal

Instalasi pemanas minyak harus dikenakan pemeriksaan eksternal sekali dalam setahun. Pembuktian ketahanan minyak pemanas untuk penggunaan secara terus menerus harus dilaksanakan oleh lembaga uji yang berwenang setiap tahun. Lihat C.1.5.3.

Untuk pemeriksaan eksternal memiliki jendela waktu ± 3 bulan.

1.5.3.2 Pemeriksaan internal

Pemeriksaan internal, termasuk pengujian kedekatan dari seluruh instalasi, harus dilaksanakan pada interval 5 tahun, terhitung sejak mulai dioperasikan dan dapat dilaksanakan bersamaan dengan Survey Pembaruan Kelas.

1.5.4. Pipa uap

1.5.4.1 Pipa uap harus diperiksa secara teratur setiap 5 tahun, dapat dilaksanakan bersamaan dengan Survey Pembaruan Kelas. Dimulai dari Survey Pembaruan Kelas II, pipa uap harus di-periksa seperti pemeriksaan internal dan dapat disarankan, juga untuk pemeriksaan eksternal, menggunakan metode pengujian tak rusak, dimana dianggap perlu. Lihat C.1.5.4.

1.5.4.2 Pipa uap dengan temperatur kerja melebihi 500°C harus diperiksa untuk pemuaian paling lambat interval 5 tahun, dihitung mulai Survey Pembaruan Kelas II.

1.5.5 Bejana tekan

1.5.5.1 Bejana tekan yang harus diperiksa sesuai Peraturan Konstruksi BKI, harus diperiksa internal dan eksternal setiap 5 tahun, sebaiknya dilaksanakan bersamaan dengan Survey Pembaruan Kelas.

1.5.5.2 Bejana tekan dimana hasil perkalian antara tekanan [bar] dan volume [l] jika $p \times V \leq 200$ harus disurvei pada kesempatan pemeriksaan yang berhubungan dengan sistem pipa.

1.5.5.3 Pengujian periodik tabung CO₂ dan tabung gas lainnya yang digunakan untuk pemadam kebakaran harus dilaksanakan pada interval tidak melebihi 10 tahun, sebagai berikut:

Paling sedikit 10% tabung gas yang tersedia harus diperiksa internal dan uji hidrostatis. Bila satu atau lebih tabung gas rusak maka 50% dari tabung gas yang tersedia harus diperiksa internal dan diuji hidrostatis. Kalau tabung gas berikutnya juga ditemukan gagal, semua tabung harus diuji. Dalam keadaan apapun, setiap tabung gas yang gagal uji harus diganti baru.

Kontainer halon dari sistem pemadam kebakaran tetap jenis halon dikecualikan dari persyaratan ini.

Terlepas dari hal tersebut diatas pada kesempatan pengisian ulang tabung CO₂, kontainer Halon dan tabung gas lainnya harus diuji, bila tanggal pengujian terakhir 10 tahun atau lebih.

1.5.5.4 Kontainer bulk storage CO₂ bertekanan rendah harus diperiksa internal apabila isinya telah dikeluarkan dan tabungnya berumur di atas 5 tahun, namun tidak perlu lebih dari sekali dalam 5 tahun.

1.5.5.5 Dalam hal bejana untuk bahan pemadam kebakaran berupa serbuk, uji tekan periodik dapat diiadakan, dengan syarat hasil pemeriksaan internal tidak menunjukkan adanya penyimpangan.

1.5.5.6 Bejana tekan pada sistem kontrol hidrolik atau pneumatik harus diperiksa selama perawatan dan perbaikan pada sistem; bejana udara dimana hasil perkalian antara tekanan dan volume [$p \times l$] ≥ 1000 (p dalam bar, l dalam liter) harus dikenakan pemeriksaan pada interval sekurang-kurangnya sekali dalam setiap periode kelas dan/atau pada interval tidak melebihi 5 tahun.

1.5.5.7 Interval antara survey sebagaimana tersebut di atas dapat dikurangi, tergantung pada hasil pemeriksaan.

1.5.6 Perlengkapan otomasi

Untuk konfirmasi Notasi Kelas, instalasi mesin yang diberi Notasi "OT"; "OT-nh"; "OT-S" harus diperiksa sesuai dengan Program Survey BKI bersamaan dengan Survey Tahunan, Survey Antara dan Survey Pembaruan Kelas.

1.5.7 Sistem gas inert

Instalasi gas inert daerah tangki muat pada kapal tangki harus diperiksa setiap tahun termasuk kemampuan operasionalnya.

Kapal tangki dengan Notasi Kelas **INERT** harus disurvey sesuai dengan program survey dengan interval nominal 2,5 tahun, dianjurkan pada setiap kesempatan Survey Pembaruan Kelas dan Survey Antara. Lihat Bab 4, A s/d D.

1.6 Survey Alas

1.6.1 Secara umum, Survey Alas dilaksanakan di atas dok. Survey pengedokan digunakan untuk keperluan pemeriksaan periodik terhadap kondisi lambung di bawah air (Survey alas), bukaan dan perlengkapan penutupan pada pelat kulit yang berhubungan dengan instalasi mesin, dan komponen bagian luar dari sistem kemudi dan propulsi, lihat C.1.4 dan C.1.6.

1.6.2 Untuk kapal laut dengan Tanda Kelas A100 harus melaksanakan sedikitnya dua kali pemeriksaan alas kapal bagian luar dan bagian yang terkait dalam setiap 5 tahun periode Survey Pembaruan Kelas. Salah satu pemeriksaan alas harus dilaksanakan dalam hubungannya dengan Survey Pembaruan Kelas. Dalam kondisi khusus³, perpanjangan pemeriksaan alas kapal dapat diberikan lebih dari 3 bulan dari tanggal jatuh tempo bertepatan dengan perpanjangan kelas. Dalam semua kasus interval antara dua pemeriksaan alas tersebut tidak boleh melebihi 36 bulan.

1.6.3 Kapal laut dengan Tanda Kelas selain A100 harus dikenakan Survey Pengedokan dalam interval 18 bulan.

1.6.4 Kapal laut mengangkut dan/atau memiliki akomodasi untuk lebih dari 12 penumpang harus dikenakan survey pengedokan pada interval 1 tahun.

³ "Kondisi Khusus", misalnya tidak tersedianya fasilitas pengedokan, fasilitas perbaikan, material penting, perlengkapan atau suku cadang, atau keterlambatan yang disebabkan karena menghindari kondisi cuaca buruk

1.6.5 Diharapkan juga bahwa untuk setiap survey alas tambahan yang dilakukan selain survey alas yang ditentukan oleh persyaratan klasifikasi, Surveyor agar diberitahu untuk melakukan pemeriksaan.

1.6.6 Survey dapat dilaksanakan pada kesempatan jadwal Survey Antara, lihat 1.2 dan untuk kapal pada butir 1.6.4, pada kesempatan Survey Tahunan.

1.6.7 Jika survey alas akan dikreditkan untuk Survey Pembaruan Kelas, maka semua pemeriksaan lambung dan instalasi mesin yang dipersyaratkan untuk pelaksanaan Survey Pembaruan Kelas dan pengedokan harus juga dilaksanakan.

Survey alas untuk pembaruan kelas dapat dilaksanakan sampai dengan 15 bulan sebelum pembaruan kelas lengkap.

1.7 Survey bawah air (Kapal laut)

1.7.1 Untuk kapal dengan Notasi Kelas IW, survey bawah air yang dilaksanakan dengan bantuan perusahaan penyelaman yang disetujui dapat diakui sebagai pengganti untuk setiap Survey Pengedokan periodik pertama. Lihat C.1.7.

Notasi kelas IW hanya dapat diberikan untuk kapal samudera dengan tanda kelas pengawasan konstruksi ✕, ✕, (✕)

1.7.2 Survey bawah air digunakan untuk memperoleh informasi yang normalnya didapat dari survey pengedokan. Pertimbangan khusus diberikan untuk memastikan ruang main bantalan kemudi dan ruang main bantalan poros belakang dengan pelumasan minyak berdasarkan pada riwayat operasi kapal, pengujian diatas kapal dan laporan pengujian contoh minyak pelumas. Pertimbangan ini harus dimasukkan dalam usulan untuk Survey bawah air yang harus diserahkan sebelum pelaksanaan survey sehingga pengaturan yang tepat dapat disetujui oleh BKI.

1.7.3 Atas permintaan pemilik, Survey bawah air sebagai pengganti setiap Survey Pengedokan periodik pertama, hanya dapat dilaksanakan pada kapal tanpa Notasi Kelas IW, asalkan persyaratan teknis dipenuhi dan dengan bantuan perusahaan penyelaman yang diakui. Persetujuan akhir akan diberikan oleh kantor pusat BKI.

Atas permintaan pemilik, survey di bawah air sebagai pengganti setiap Survey Alas berkala pertama mungkin hanya dilakukan untuk kapal tanpa notasi kelas IW untuk kapal samudera dengan tanda kelas A100 dengan tanda pengawasan konstruksi ✕, ✕, (✕)

1.7.4 Pertimbangan khusus harus diberikan untuk kapal berumur 15 tahun atau lebih sebelum persetujuan diberikan untuk melaksanakan survey bawah air sebagai pengganti survey pengedokan.

Untuk kapal dengan survey ESP, lihat Bab 4, A.3.1.2, C.3.1.2 dan E.3.1.2

2. Survey Non-periodik

2.1 Survey kerusakan dan perbaikan

Survey kerusakan dan survey perbaikan dilaksanakan bila lambung kapal, instalasi mesin dan listrik dan/atau beberapa perlengkapan khusus yang dikelaskan mengalami kerusakan, yang mungkin mempengaruhi berlakunya Kelas, atau apabila kerusakan diperkirakan dapat terjadi akibat kecelakaan atau kejadian lain. Lihat C.4 dan Bab 2, B.2.

2.2 Perbaikan dan perawatan selama pelayaran

Bila perbaikan lambung, mesin dan perlengkapan, yang mempengaruhi atau mungkin mempengaruhi Klasifikasi, dilakukan oleh anak buah kapal dalam pelayaran, maka hal tersebut harus direncanakan terlebih dahulu. Prosedur perbaikan lengkap termasuk usulan perbaikan yang diajukan dan perlunya kehadiran Surveyor selama pelayaran, harus diserahkan dan disetujui BKI sebelumnya. Kelalaian untuk memberitahu BKI sebelum per-baikannya, dapat menyebabkan penangguhan kelas kapal.

Hal tersebut di atas tidak dimaksudkan untuk mencakup perawatan dan pemeriksaan lengkap lambung, mesin dan perlengkapan sesuai dengan prosedur yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat dan praktek kelautan yang sudah lazim yang tidak memerlukan persetujuan BKI, namun demikian setiap perbaikan sebagai hasil dari perawatan dan pemeriksaan lengkap tersebut yang mempengaruhi atau mungkin mempengaruhi Kelas harus dicatat dalam buku harian kapal dan ditunjukkan kepada Surveyor yang hadir, untuk digunakan dalam menentukan persyaratan survey selanjutnya.

2.3 Survey perombakan

Dalam hal perombakan lambung atau mesin kapal, survey harus dilaksanakan sesuai dengan data terkait yang telah disetujui, sama halnya dengan bangunan baru. Lihat Bab 2, B.3.

2.4 Survey khusus

BKI berhak mensyaratkan pelaksanaan Survey Khusus diluar dari survey periodik yang ada. Survey tersebut diperlukan untuk pemeriksaan kondisi teknik kapal dan dipahami merupakan bagian dari Sistem Jaminan Mutu BKI.

3. Perlengkapan khusus

Survey periodik dan pemeriksaan perlengkapan khusus yang dicakup oleh Kelas, seperti instalasi pemadam kebakaran, sistem insinerator (pembakar sampah kapal) atau sistem desalinasi air laut, harus dilaksanakan sesuai dengan masing-masing program yang telah ditetapkan atau yang akan ditetapkan oleh BKI untuk perlengkapan khusus tersebut dari tipe kapal tertentu.

Untuk instalasi pendingin: lihat D.

Untuk peralatan bongkar muat: lihat "Regulations for the Construction and Survey of Lifting Appliances".

4. Tindakan Keselamatan Tambahan

4.1 Untuk semua kapal, kekuatan palka kecil dan peralatan pengamanannya yang terpasang di geladak haluan yang terbuka, harus memenuhi persyaratan tambahan⁴ untuk struktur tersebut.

Persyaratan kekuatan untuk menahan pengaruh hempasan laut terhadap bagian seperti pipa udara dan ventilasi dan perlengkapan penutupnya, dan pengamanan windlass jangkar yang terletak pada seperempat panjang depan kapal, harus memenuhi persyaratan tambahan⁵ untuk kelengkapan dan perlengkapan di geladak haluan.

4.2 Persyaratan tambahan yang berlaku untuk alat pendeteksi ketinggian air yang dipasang di kapal barang dengan palka tunggal, lihat C.3.8.

C. Pelaksanaan dan Lingkup Survey

1. Survey Periodik

1.1 Survey Tahunan

1.1.1 Umum

1.1.1.1 Kecuali bila survey pengedokan jatuh tempo, maka Survey Tahunan sesuai B.1.1 dapat dilaksanakan dengan kapal dalam keadaan terapung.

1.1.1.2 Hal berikut dibawah ini berlaku untuk kapal laut secara umum. Untuk tipe kapal khusus Bab 4 harus diperhatikan.

1.1.1.3 Untuk kapal mengangkut dan/atau memiliki akomodasi lebih dari 12 penumpang, Survey Tahunan harus selalu mencakup Survey Pengedokan. Jika diminta oleh pemilik, persetujuan pemberian ijin untuk

⁴ Persyaratan tambahan lihat IACS UR S26

⁵ Persyaratan tambahan lihat IACS UR S27

mengganti dengan Survey Bawah air harus berdasarkan persetujuan Pemerintah Negara Bendera dan Kantor Pusat BKI dan izin ini hanya berlaku untuk satu kali penggantian, lihat B.1.6.4.

1.1.2 Lambung, perlengkapan

1.1.2.1 Bagian konstruksi utama lambung harus dikenakan pemeriksaan visual secara umum, sejauh bisa dicapai, pada kesempatan Survey Tahunan. Ruang muat dan kamar mesin harus disurvei secara acak, tergantung tipe kapal, umur dan kondisi kapal. Kapal harus disurvei dalam kondisi tanpa muatan apabila memungkinkan. Apabila diduga adanya kerusakan yang mempengaruhi kelas kapal, Surveyor berhak melakukan pemeriksaan lebih lanjut. Daerah yang dicurigai, lihat 3.5.2

1.1.2.2 Lubang masuk, tutup dan ambang palka, pintu sekat, rampa, pintu visor haluan, pintu haluan, pintu samping dan pintu buritan, dan lain lain, pada setiap kapal harus disurvei pada setiap kesempatan yang ada, tetapi sekurang-kurangnya setahun sekali, terhadap kekedapannya dan kemampuan operasional dari semua peralatan penutup.

Sebagai tambahan terhadap survey menyeluruh, bagian-bagian konstruksi visor dan pintu berikut harus diperiksa secara seksama:

- semua engsel dan silinder hidrolis terkait pada lokasi pengamanannya
- semua bagian pengaman dari alat pengunci dan penahan.

Pintu haluan, pintu samping dan pintu buritan dengan bukaan bersih kurang dari 12 m² harus diperiksa sesuai petunjuk Surveyor terhadap kemampuan operasionalnya dan kondisi teknisnya baik. Geladak kendaraan harus di survey dalam hubungannya dengan keselamatan operasional, kondisi teknis dan pencegahan kecelakaan.

Catatan pemeriksaan pintu pendukung dan perangkat pengaman yang dilakukan oleh kru kapal pada interval bulanan atau insiden yang dapat mengakibatkan kerusakan, termasuk cuaca buruk atau kontak di area pintu sisi. Setiap kerusakan yang tercatat selama pemeriksaan tersebut harus dilaporkan ke BKI.

1.1.2.3 Sistem kemudi dan perlengkapan jangkar harus diperiksa untuk kerusakan yang terlihat. Untuk kemampuan operasi lihat 1.1.3.

1.1.2.4 Jika bagian dari daerah ruang muat dibongkar dengan alat cengkram, bagian ini harus di survey, survey dapat diperluas lebih lanjut berdasarkan penilaian Surveyor.

1.1.2.5 Pada kapal yang dilengkapi peralatan untuk angkutan peti kemas, Survey Tahunan harus mencakup pemeriksaan acak dari:

- kondisi dan asal/identitas dari bagian pengikat/pengunci (mudah dilepas) sesuai dokumen di kapal (gambar penempatan peti kemas yang telah disetujui)
- kondisi penyangga peti kemas yang dilas ke bagian konstruksi kapal atau tutup palka.

1.1.2.6 Untuk tangki balas, dalam hal ada kerusakan korosi substansial⁶, Survey Tahunan dapat disyaratkan, lihat 1.2.2.

1.1.2.7 Kapal penumpang: sebagai tambahan pada Survey Tahunan yang dipersyaratkan untuk semua kapal laut dan survey yang harus dilaksanakan selama di atas dok, semua penutup di atas geladak cuaca, sekat kedap air, termasuk semua penutup dari semua visor haluan, pintu haluan, pintu samping dan pintu buritan, pintu kebakaran dan penutup yang sejenis, jalan keluar darurat dan *cross-flooding arrangements* harus diperiksa setiap tahun terhadap kondisi umum dan kemampuan operasionalnya.

1.1.2.8 Untuk kapal Ro-Ro (termasuk kapal Ro-Ro Penumpang), lingkup survey berikut disyaratkan:

1.1.2.8.1 Survey meliputi pemeriksaan untuk memverifikasi sejauh memungkinkan, bahwa pintu haluan, pintu dalam, pintu lambung samping dan pintu buritan dalam kondisi baik.

⁶ "Korosi substansial" adalah batasan korosi sedemikian sehingga pola korosi menunjukkan keausan melebihi 75% dari batas yang diperbolehkan tetapi masih dalam batas yang dapat diterima.

1.1.2.8.2 Harus dipastikan bahwa tidak ada perubahan pada pintu haluan, pintu dalam, pintu lambung samping dan pintu buritan yang tidak disetujui sejak survey terakhir.

1.1.2.8.3 Dokumen: Apabila Operating and Maintenance Manual (OMM) disyaratkan maka harus diverifikasi bahwa dokumen yang sudah disetujui ada di kapal dan setiap perubahan sudah masuk di dalamnya. Harus diverifikasi bahwa prosedur pengoperasian untuk penutupan dan pengamanan pintu tersedia di kapal dan terpampang di tempat yang sesuai. Surveyor harus memeriksa OMM dengan perhatian khusus pada daftar inspeksi dan isinya sebagai dasar pelaksanaan survey

1.1.2.8.4 Pemeriksaan struktur: Pintu haluan, pintu dalam, pintu lambung samping dan pintu buritan harus di periksa dengan perhatian khusus pada:

- Penataan struktur pintu meliputi pelat, penegar tambahan, struktur utama, lengan pengait dan pengelasannya;
- Struktur kulit di sekitar bukaan pintu-pintu beserta peralatan pengaman, penyangga dan pengunci termasuk pelat kulit, penegar tambahan, struktur utama dan pengelasannya;
- Engsel dan bantalan, bantalan dorong;
- Penyangga lambung dan penyangga sisi pintu untuk peralatan pengamanan, penyangga dan penguncian;
- Survey jarak dekat (Close-Up Survey) terhadap peralatan pengamanan, penyangga dan penguncian termasuk pengelasannya, mengacu pada Tabel 3.1. Apabila ditemukan keretakan, pengujian dengan NDT harus dilaksanakan di sekitar daerah tersebut dan untuk item-item yang sejenis yang dianggap perlu oleh surveyor.

Tabel 3.1

Persyaratan Minimal Survey Jarak Dekat Untuk Pintu, Peralatan Penguncian, Pengamanan dan Penyangga Beserta Kelengkapannya

Berikut ini adalah daftar peralatan dan kelengkapan beserta pengelasan terkait yang harus dilaksanakan survey jarak dekat oleh surveyor:

- Pin pengaman silinder, siku-siku penyangga, back-up brackets (apabila ada) dan sambungan pengelasannya;
- Pin engsel, siku penyangga, back-up brackets (apabila ada) dan sambungan pengelasannya;
- Kait pengunci, pin pengaman, siku penyangga, back-up brackets (apabila ada) dan sambungan pengelasannya;
- Pin Pengunci, siku penyangga, back-up brackets (apabila ada) dan sambungan pengelasannya;
- Locating and stopper devices termasuk sambungan pengelasannya.

1.1.2.8.5 Pengukuran ruang main (clearance):

Ruang main engsel, bantalan dan bantalan dorong harus diambil, jika tidak disyaratkan untuk pelepasan. Apabila uji fungsi tidak memuaskan, pelepasan dapat diminta untuk mengukur ruang main. Apabila dilakukan pelepasan, pemeriksaan visual pin engsel dan bantalan beserta NDT pin engsel harus dilaksanakan. Ruang main peralatan pengamanan, penyanggaan dan penguncian harus diukur, dimana terindikasi di dalam OMM.

1.1.2.8.6 Susunan perapat: Pemeriksaan material paking/karet paking dan batang penekan atau channel, termasuk pengelasannya harus dilakukan.

1.1.2.8.7 Susunan drainase: Pemeriksaan susunan drainase termasuk sumuran bilga dan pipa drainase harus dilaksanakan jika ada. Pengujian sistem bilga antara pintu dalam dan pintu luar harus dilaksanakan.

1.1.2.8.8 Uji fungsi pintu: Pengujian untuk pengoperasian yang memuaskan pada pintu haluan, pintu dalam, pintu lambung samping dan pintu buritan selama membuka dan menutup secara penuh harus dilaksanakan sejauh dapat diterapkan, termasuk:

- Pengoperasian yang tepat dari lengan engsel dan engsel;
- Penataan tepat dari bantalan dorong;
- Peralatan penguncian pintu pada kondisi pintu membuka.
- Peralatan pengaman, penyangga dan penguncian;
- Urutan yang tepat dari sistem interlock untuk sistem buka/tutup dan peralatan pengaman dan penguncian
- Penguncian mekanis dari peralatan pengaman.
- Penguncian yang tepat dari peralatan pengaman hidrolik pada saat terjadi kehilangan cairan hidrolik sesuai dengan prosedur yang tersedia dalam OMM;
- Tanda yang benar posisi buka/tutup dari pintu dan peralatan pengaman/penguncian di anjungan dan stasiun kontrol yang lain.
- Pemisahan peralatan pengaman hidrolik / peralatan penguncian dari sistem hidrolik yang lain;
- Kepastian bahwa panel operasi tidak dapat diakses oleh personel tak berwenang
- Verifikasi bahwa terdapat papan pengumuman yang memberikan instruksi yang menyatakan bahwa semua peralatan pengaman harus tertutup dan terkunci sebelum meninggalkan pelabuhan terpasang pada setiap panel operasi dan dilengkapi dengan lampu indikator.
- Pemeriksaan perlengkapan listrik untuk buka, tutup dan pengaman pintu.

1.1.2.8.9 Uji fungsi sistim indikator: Pengecekan operasi yang baik dari sistim indikator apabila ada harus dilaksanakan sejauh dapat diterapkan, meliputi:

- Ketepatan indikasi yang terlihat dan alarm yang bisa didengar yang berada di panel anjungan navigasi, sesuai fungsi yang dipilih "pelabuhan/berlayar" dan pada panel operasi;
- Uji fungsi lampu pada kedua panel;
- Verifikasi bahwa lampu indikator di kedua panel tidak akan bisa dimatikan.
- Verifikasi kegagalan kinerja keselamatan, sesuai dengan prosedur yang ada pada OMM;
- Konfirmasi bahwa pasokan tenaga untuk sistim indikator diberikan oleh sumber darurat atau pemasok tenaga aman yang lain dan bersifat independen terhadap pemasok tenaga untuk pengoperasian pintu.
- Kesesuaian kondisi sensor dan proteksi terhadap air, pembentukan es dan kerusakan mekanik.

1.1.2.8.10 Pengujian sistem deteksi kebocoran air: Apabila terpasang, sistem deteksi kebocoran air harus diuji termasuk alarm yang terdengar yang berada di panel anjungan navigasi dan pada panel di ruang kendali mesin, sesuai dengan prosedur yang ada di OMM.

1.1.2.8.11 Uji sistim monitor pengawas: Apabila terpasang, sistem monitor pengawas harus diuji termasuk indikasi yang sesuai yang berada di monitor anjungan navigasi dan monitor di ruang kendali mesin.

1.1.2.8.12 Uji kedap: Uji semprot atau yang sepadan harus dilaksanakan. Apabila dalam pemeriksaan secara visual dan uji fungsi menunjukkan hasil yang memuaskan, uji kekedapan pada pintu lambung pada kapal barang Ro-Ro tidak disyaratkan kecuali dianggap perlu oleh surveyor.

1.1.2.8.13 NDT dan pengukuran tebal: Jika dianggap perlu oleh surveyor, NDT dan pengukuran tebal dapat diminta setelah pemeriksaan secara visual dan uji fungsi

1.1.3 Instalasi mesin

Instalasi mesin, termasuk peralatan listrik harus dilaksanakan survey dan uji fungsi tersebut di bawah ini:

- pemeriksaan umum terhadap ruang mesin dan ruang ketel dengan perhatian khusus pada sistem propulsi, permesinan bantu, sumber api dan ledakan serta pemeriksaan jalan keluar darurat bebas hambatan,
- pemeriksaan eksternal ketel, bejana tekan berikut peralatan dan alat pengamannya,
- pemeriksaan dan pengujian dari kendali jarak jauh, peralatan penutup cepat/peralatan penghentian dari pompa, katup, ventilator dan lain lain,
- pengujian secara acak dari peralatan kendali jarak jauh dan peralatan otomasi,
- pemeriksaan dan pengujian sistem kemudi utama dan bantu termasuk perlengkapan dan sistem kendalinya,
- pengujian dari semua sistem komunikasi antara anjungan ke kamar mesin, anjungan ke ruang ketel dan anjungan ke ruang mesin kemudi,
- pengujian sistem bilga, termasuk mekanisme kendali jarak jauh dan peralatan monitor tinggi permukaan air bilga,
- pemeriksaan sistem pasokan tenaga utama dan darurat, termasuk perangkat pembagi dan instalasi listrik lainnya,
- survey instalasi kedap ledak,
- pengujian instalasi yang dipasang permanen berdasarkan pertimbangan Surveyor, misalnya instalasi pendingin bahan makanan, penyejuk udara, mesin pembakaran sampah, dll.
- Untuk Notasi Kelas **CM-PS** sistem minyak pelumas stern tube harus disurvei, pengambilan sampel minyak pelumas, evaluasi temperatur bantalan stern tube dan evaluasi konsumsi minyak pelumas demikian juga hasil dari pengukuran yang disyaratkan sesuai catatan file **CM-PS** harus diperiksa dan dikonfirmasi dengan form catatan file yang relevan.

1.1.4 Sistem pemadam kebakaran dan alarm kebakaran

Hal berikut harus diperiksa dan diuji:

- sistem pemadam kebakaran utama, termasuk selang dan nosel
- sistem pemadam kebakaran gas
- sistem pemadam kebakaran bubuk kering
- sistem pemadam kebakaran busa
- sistem percik termasuk sistem pemercik kabut air
- sistem penyiram (drencher system)
- sistem pemadam kebakaran tetap lainnya
- pemadam kebakaran jinjing, pemadam kebakaran dorong, termasuk unit applicator busa jinjing
- sistem pemadam kebakaran utama, berikut selang dan nosel paling sedikit 20 %
- semua sistem pemadam kebakaran tetap
- sistem semprot air untuk mendinginkan muatan
- sistem pemadam kebakaran bergerak termasuk unit applicator busa jinjing
- sistem alarm dan deteksi kebakaran
- penyetop darurat untuk kipas ventilasi, kipas udara tekan ketel, pompa pemindah bahan bakar, pemurni bahan bakar, pompa minyak pemanas
- katup tutup cepat bahan bakar
- penutup kebakaran (peredam kebakaran/ fire dampers, jendela cahaya kamar mesin, dll)
- baju tahan api dan perlengkapannya
- sistem pemadam kebakaran untuk kapal dengan tanda kelas FF1, FF2 atau FF3.

1.1.4.1 Persyaratan Tambahan

1.1.4.1.1 Sistem pemadam kebakaran tetap

Sistem pemadam kebakaran tetap seperti sistem pemadam gas, busa, bubuk kering, percikan air atau sistem pemadam kebakaran kabut harus dirawat oleh tenaga ahli yang diakui setiap 2 tahun. Sistem percikan air yang dipasok dari sistem pemadam kebakaran utama dan katup isolasi (*isolating valve*) serta nosel-nosel dapat diabaikan dari persyaratan ini dan dapat dijadikan bagian skema perawatan dikapal (misalnya gudang cat).

Pada kesempatan pemeriksaan ini seluruh perlengkapan selang CO₂ harus diperiksa visual. Semua perlengkapan selang CO₂ yang terbuat dari karet sintesis harus diganti dengan perlengkapan selang CO₂ yang disetujui dengan umur tidak lebih dari 10 tahun dari tanggal pembuatan.

1.1.4.1.2 Bejana tekan

Bejana tekan dari sistem pemadam kebakaran gas tetap harus dikenakan pengecekan isi setiap 2 tahun. Pengecekan ini dapat dilaksanakan oleh ABK dan hasilnya harus dicatat dan dimasukkan dalam buku harian kapal.

Jika gas CO₂ berkurang lebih dari 10 % atau gas halon lebih dari 5 %, maka bejana harus diisi kembali.

Untuk Pengujian periodik lihat B.1.5.5.3.

1.1.4.1.3 Sistem pemadam kebakaran busa

Konsentrat busa untuk sistem pemadam kebakaran busa tetap, harus diperiksa paling lambat 3 tahun sesudah pengisiannya ke dalam sistem dan selanjutnya setiap tahun. Pemeriksaan harus dilaksanakan oleh pabrik pembuat atau laboratorium independen. Laporan harus ditunjukkan kepada Surveyor. Sertifikat pabrik pembuat yang menyatakan kandungan konsentrat busa harus ada di kapal untuk referensi Surveyor.

1.1.4.1.4 Unit aplikator busa jinjing

Konsentrat busa untuk aplikator busa jinjing harus diganti baru pada setiap pembaruan kelas.

1.1.4.1.5 Pemadam kebakaran jinjing dan dorong

Pemadam kebakaran jinjing dan pemadam kebakaran dorong diwajibkan dilaksanakan pemeriksaan periodik sesuai dengan instruksi pabrik pembuat dan harus dirawat dalam jangka waktu tidak lebih dari satu tahun.

Pemeriksaan dan perawatan hanya boleh dilakukan oleh atau dibawah pengawasan personil yang memiliki kemampuan dan harus mengikuti petunjuk pemeriksaan sesuai Tabel 9.1.3 IMO Resolution A.951(23). Setiap pemadam kebakaran harus dilengkapi dengan label yang menunjukkan tanggal pemeriksaan, nama dan tanda tangan dari petugas yang berkompeten.

Sekurang-kurangnya satu pemadam kebakaran jinjing dari setiap tipe dalam tahun pembuatan yang sama harus diuji fungsi (*semprot*) sebagai bagian dari latihan pemadam kebakaran setiap interval 5 tahun. Alat Pemadam kebakaran yang telah digunakan harus dilengkapi dengan tanda visual yang menunjukkan telah digunakan. Petunjuk pengisian ulang untuk alat pemadam kebakaran harus disediakan oleh pabrik pembuat dan harus tersedia untuk penggunaan di kapal

Semua pemadam kebakaran jinjing berikut *propellant cartridges* (jika ada), harus diuji tekan (hidrolik) sesuai standar yang diakui atau petunjuk pabrik pembuat dalam interval tidak lebih 10 tahun.

Catatan hasil pemeriksaan alat pemadam kebakaran yang menunjukkan tanggal pemeriksaan, jenis perawatan yang dilaksanakan dan ada tidaknya pelaksanaan uji tekan, harus disimpan di kapal.

Catatan

Peraturan yang lebih luas dari Negara Bendera berkenaan dengan interval dan pelaksanaan pemeriksaan harus diperhatikan.

Pemeriksaan harus dilaksanakan oleh BKI jika mendapatkan wewenang dari negara bendera.

1.1.5 Panel kontrol anjungan

Pada kesempatan Survey Tahunan atau pada saat survey tahunan dari peralatan keselamatan di atas kapal dengan Notasi kelas NAV-O atau NAV-OC, uji coba operasional dari perlengkapan terkait harus dilaksanakan.

1.2 Survey Antara

1.2.1 Umum

1.2.1.1 Survey Antara harus dilaksanakan sesuai Survey Tahunan yang diperluas. Persyaratan tersebut dibawah ini harus diperhatikan sebagai perluasannya.

1.2.1.2 Persyaratan yang tercantum di bawah ini berlaku umum untuk kapal laut. Bab 4, untuk tipe kapal khusus agar diperhatikan.

1.2.2 Tangki balas

12.2.1 Untuk kapal yang berumur 5 tahun sampai dengan 10 tahun, tangki balas air laut yang dipilih, harus diperiksa untuk kerusakan korosi dan/atau kerusakan pada lapisan pelindung. Tergantung dari hasil survey, dan khususnya dalam hal lapisan pelindung keras (hard coating) dalam kondisi buruk, jika diaplikasikan lapisan pelindung lunak (soft coating) atau semi keras (semi hard coating), atau jika ketika dibangun, tangki tidak diaplikasikan lapisan pelindung keras, maka survey harus diperluas dengan tambahan tangki lain yang sejenis.

1.2.2.2 Jika lapisan pelindung keras tangki balas, kecuali tangki alas ganda dalam kondisi buruk (poor)⁷, tetapi tidak diperbarui, jika diberi lapisan pelindung lunak⁸ atau semi keras (semi hard coating) atau jika ketika dibangun, tangki tidak diterapkan lapisan pelindung keras, atau jika ditemukan karat dan cacat lainnya, maka untuk mempertahankan kelas tangki-tangki tersebut harus diperiksa setiap tahun, dan bila perlu harus diukur ketebalan.

Juga dalam hal tangki alas ganda, pada Survey Tahunan dapat disyaratkan untuk dilaksanakan.

Lapisan semi-keras di dalam tangki balas, jika telah diterapkan, tidak akan diterima lagi setelah Survey Pembaruan Kelas berikutnya atau Survey Antara yang dimulai pada atau setelah 1 Juli 2010, yang mana jatuh tempo terlebih dahulu, tanpa mengabaikan pemeriksaan internal tahunan tangki balas, seperti yang disyaratkan dalam 1.2.2.2

1.2.2.3 Untuk kapal berumur 10 tahun atau lebih, pada Survey Antara, seluruh tangki balas harus diperiksa untuk mengetahui kerusakan bagian konstruksi lambung dan lapisan pelindung keras, bila dapat dilaksanakan, prosedur seperti tercantum pada 1.2.2.2 harus diikuti.

1.2.2.4 Jika dalam pemeriksaan tidak terlihat kerusakan struktur, pemeriksaan boleh dibatasi dengan hanya memverifikasi bahwa sistem per-lindungan korosi masih berjalan efisien.

1.2.2.5 Apabila lapisan pelindung keras harus diganti semuanya atau sebagian, maka perbaikan yang dilakukan harus menggunakan lapisan pelindung yang diakui. Seluruh prosedur kerja termasuk penyiapan permukaannya harus didokumentasikan.

1.2.3 Ruang muat

Tergantung pada umur kapal dan muatan yang diangkut, maka ruang muat yang dipilih harus diperiksa secara teliti sesuai dengan petunjuk Surveyor untuk memastikan kondisi dari semua bagian konstruksi yang penting.

⁷ Kondisi Buruk (poor): kerusakan lapisan pelindung lebih dari 20% luas permukaan, atau terdapat kerak besi dengan luas 10% atau lebih, dari luas permukaan yang diamati

⁸ Lapisan pelindung lunak berarti: lapisan tanpa pelarut dengan dasar lemak wol, lemak, minyak mineral dan / atau lilin yang tetap lunak sehingga terkikis bila tersentuh.

Pemeriksaan internal untuk cargo spaces terpilih terhadap kapal yang tidak mengangkut muatan kering saja atau type kapal tersebut di Bab 4 dalam hal umur kapal lebih dari 10 tahun.

1.2.4 Visor haluan dan pintu haluan dan pintu buritan

Bagian konstruksi yang diperiksa secara seksama sesuai C.1.1.2.2, sebagai tambahan, harus diuji retak. Pada dasarnya, uji retak meliputi :

- sambungan utama las pada kedua daerah pertemuannya pada lambung, maupun visor dan/ atau pintu,
- daerah bertegangan tinggi pada pusat rotasi engsel, sesuai keputusan Surveyor,
- daerah bertegangan tinggi pada peralatan pengunci dan penahan, sesuai keputusan Surveyor,
- perbaikan pengelasan.

Untuk mendeteksi keretakan, digunakan metode dye penetrant atau metode Magnetic Particle Inspection (MPI), dan dibuatkan laporan pengujian.

Catatan pemeriksaan pintu pendukung dan perangkat pengaman yang dilakukan oleh kru kapal pada setiap bulan atau insiden yang mengakibatkan kerusakan, termasuk cuaca buruk atau kontak di area pintu sisi. Setiap kerusakan yang tercatat selama pemeriksaan tersebut harus dilaporkan ke BKI.

1.2.5 Dudukan elastis rumah geladak

Dudukan elastis rumah geladak harus diperiksa dengan seksama untuk kondisi umum dan kemampuan operasi dari:

- elemen pegas (kemungkinan adanya tegangan awal dari sekrup penyambung),
- isolasi (insulation)
- peralatan pengaman untuk mencegah pergeseran melintang dan vertikal,
- sambungan pipa dan kabel ke lambung kapal

Jika diduga ada kerusakan, maka dudukan yang tidak mudah dicapai harus dilepas dan diperiksa secara rinci.

1.2.6 Instalasi mesin dan listrik

1.2.6.1 Pengukuran berikut harus dilaksanakan dan/atau dapat dibuktikan telah dilaksanakan dengan laporan pengukuran terkini:

- defleksi pipi engkol mesin induk
- defleksi pipi engkol mesin bantu (jika relevan)
- ruang main bantalan dorong aksial dari sistem poros
- ruang main bantalan dorong aksial rotor turbin utama dan bantu
- tahanan isolasi generator dan motor listrik yang penting, termasuk kabel dan perangkat pembagi.

1.2.6.2 Sebagai tambahan, komponen dari sistem berikut harus dikenakan uji operasi:

- generator darurat, termasuk papan hubung darurat
- katup bilga darurat
- bilga, sistem ventilasi dan monitor untuk pengangkutan muatan berbahaya
- fasilitas cerat bejana udara start dan bejana udara kontrol
- uji operasi secara umum instalasi mesin dan instalasi listrik untuk pembuktian kemampuan operasional tanpa batas sesuai permintaan Surveyor.

1.2.6.3 Peralatan otomasi

Peralatan otomasi harus diperiksa sesuai B.1.5.6

1.3 Survey Pembaruan Kelas

1.3.1 Umum

1.3.1.1 Sebagai tambahan pada survey dan pengecekan yang harus dilaksanakan seperti tercantum dalam 1.1 dan 1.2, pada kesempatan pembaruan kelas, ketentuan berikut harus diperhatikan.

1.3.1.2 Persyaratan tersebut dibawah ini berlaku pada kapal laut secara umum. Bab 4 untuk kapal tipe khusus harus diperhatikan.

1.3.1.3 Survey Pembaruan Kelas sesuai ketentuan dilaksanakan pada saat kapal diatas dok atau berada pada slipway; kecuali survey pengedokan telah dilakukan pada periode yang diijinkan (lihat B.1.6.7 dan B.1.6.8). Kapal harus ditempatkan di atas blok dengan ketinggian yang cukup sedemikian hingga pelat lunas, pelat alas dan kemudi dapat diperiksa.

1.3.1.4 Lapisan semi-keras di dalam tangki balas, jika telah diterapkan, tidak akan diterima lagi setelah Survey Pembaruan Kelas berikutnya atau Survey Antara yang dimulai pada atau setelah 1 Juli 2010, yang mana jatuh tempo terlebih dahulu, tanpa mengabaikan pemeriksaan internal tahunan tangki balas, seperti yang disyaratkan dalam 1.2.2.2.

1.3.2 Lambung, perlengkapan

1.3.2.1 Pembaruan Kelas I (Umur kapal sampai dengan 5 tahun)

1.3.2.1.1 Lambung, umum

Atas penilaian Surveyor, pada prinsipnya survey meliputi semua ruangan dan bagian konstruksi lambung, utamanya di daerah yang sesuai pengalaman diketahui mengalami kelelahan dan korosi, seperti ruang muat, tangki, konstruksi palka, visor haluan, pintu haluan, pintu samping dan pintu buritan, pondasi mesin, ujung bangunan atas. Pada dasarnya semua ruangan, seperti ruang muat dan geladak kedua (jika dipasang), ruang pompa, terowongan pipa, duct keel, ruang mesin, ruang kering, koferdam dan ruang kosong harus diperiksa internal, termasuk pelat dan gading-gading, sumur bilga dan drainase, sistem perpipaan, ventilasi, pipa duga, sistem pompa dan drainase.

1.3.2.1.2 Persiapan

Ruang muat, bilga dan tangki harus dikosongkan, dibersihkan dan jika perlu bebas gas, sesuai penilaian Surveyor, sehingga semua bagian konstruksi seperti gading-gading, pelat wrang, senta, pelat kulit, geladak, balok geladak, sekat, alas dalam, dll dapat diperiksa. Tangki untuk bahan bakar / minyak lumas dan air tawar. Lihat 1.3.2.1.3.

Apabila lapisan pelindung lunak atau lapisan pelindung semi keras diaplikasikan, jalan akses yang aman harus disediakan untuk Surveyor untuk memverifikasi keefektifan lapisan pelindung dan konstruksi internal. Apabila jalan akses yang aman tidak dapat disediakan, maka lapisan pelindung lunak atau semi keras boleh dihilangkan, paling tidak sebagian.

Untuk kapal yang tidak memiliki alas ganda, bagian tertentu dari papan alas dalam dari setiap ruangan kedap air pada tiap sisi kapal dapat diminta untuk dibuka tergantung penilaian Surveyor, khususnya dekat lunas dalam tengah dan di daerah pipa bilga dan pipa duga, sehingga konstruksi alas dibawahnya dapat diperiksa.

Untuk kapal yang memiliki alas ganda, papan alas dalam harus dibuka di beberapa tempat atas penilaian Surveyor.

Jika dipandang perlu oleh Surveyor, lapisan semen dan aspal yang rusak harus dihilangkan. Bagian konstruksi baja harus diperiksa sebelum dicat atau disemen atau bahan pelindung lainnya diganti baru.

1.3.2.1.3 Tangki

Semua tangki balas harus diperiksa, bila dapat dilaksanakan, seperti tercantum dalam 1.2.2.2 harus dipenuhi.

Jika dalam pemeriksaan tidak terlihat kerusakan struktur maka pemeriksaan dapat dibatasi hingga verifikasi atas lapisan pelindung masih efisien.

Tangki bahan bakar, minyak lumas dan tangki air tawar tidak perlu dikosongkan, jika kekedapannya dapat dibuktikan dengan pemeriksaan eksternal saat terisi penuh dan tidak ada alasan untuk meragukan kesempurnaan kondisinya. Bagaimanapun, tangki ceruk haluan dan buritan dalam setiap pembaruan kelas harus diperiksa internal, lihat juga Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Persyaratan Minimum Pemeriksaan Internal untuk Konstruksi Tangki Bahan Bakar, Minyak Pelumas dan Air Tawar pada Survey Pembaruan Kelas (Lambung)

Survey Pembaruan Kelas [Ke.] dan umur kapal [tahun]				
Tangki ^{1,2}	I. umur ≤ 5	II. $5 < \text{umur} \leq 10$	III. $10 < \text{umur} \leq 15$	IV. dan seterusnya , umur > 15
Tangki penyimpanan bahan bakar - kamar mesin - daerah muatan	Tidak ada Tidak ada	Tidak ada Satu	Satu Dua ³	Satu Setengah, minimum dua ³
Minyak pelumas	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Satu
Air tawar	Tidak ada	Satu	Semua	Semua
1 Jika dalam pemeriksaan beberapa tangki yang dipilih disepakati untuk diperiksa, maka tangki yang berbeda harus diperiksa, dengan sistem rotasi pada setiap survey pembaruan kelas 2 Tangki ceruk haluan dan buritan harus diperiksa internal pada setiap survey pembaruan kelas 3 Termasuk satu tangki tinggi untuk bahan bakar di daerah sepanjang ruang muat, jika ada.				

1.3.2.1.4 Uji kekedapan

Setiap kompartemen dari alas ganda dan semua tangki, yang dinding sekatnya merupakan bagian dari konstruksi utama kapal, harus diuji tekan. Tangki bahan bakar, tangki minyak lumas dan tangki air tawar dapat diuji dengan pengisian cairan masing-masing.

Tekanan uji yang diterapkan adalah sesuai dengan tinggi air sampai dengan puncak palka kecil untuk tangki muat atau sampai dengan puncak pipa limbah/pipa udara tangki, diambil mana yang lebih tinggi.

Kekedapan dari terowongan pipa di luar alas dalam, dan ruang kosong, dapat diuji dengan tekanan udara. Pengujian untuk tangki lainnya dengan tekanan udara harus dengan persetujuan Surveyor secara kasus per kasus. Tekanan lebihnya tidak boleh melampaui 0,2 bar.

1.3.2.1.5 Pengukuran Tebal

Jika Surveyor mempunyai alasan mencurigai adanya korosi prematur yang tidak dapat diterima, Surveyor dapat mensyaratkan pembersihan karat dari bagian konstruksi dan dilaksanakan pengukuran ketebalan. Lihat 2.

1.3.2.1.6 Kemudi, perlengkapan, bukaan geladak, dll.

Survey pembaruan kelas meliputi juga bagian lain yang penting untuk operasi dan keselamatan kapal, seperti kemudi dan sistem pengemudian, pintu kedap air, sluice valve, pipa udara dan pipa duga termasuk penutupnya, pembebasan gas dan susunan keselamatan dari tangki muat, dewi-dewi sekoci, jendela cahaya, jalan masuk, palka, skaper dan pipa buang berikut katupnya, susunan pelindung kebakaran, tiang agung, jangkar, rantai jangkar dan pipa urlup.

Visor dan pintu, jika ada, harus diperiksa. Lihat 1.2.4.

Dudukan elastis rumah geladak, jika ada, harus diperiksa. Lihat 1.2.5.

Untuk percobaan sistem pengemudian dan kemungkinan kemudi dibuka, lihat 1.1.3 dan 1.6.3.

1.3.2.1.7 Kamar mesin

Konstruksi kamar mesin harus diperiksa. Perhatian khusus harus diberikan pada *tank top*, pelat kulit di daerah *tank top*, braket penghubung gading-gading kulit sisi dengan *tank top*, sekat kamar mesin di daerah *tank top* dan sumur bilga. Bila ada atau diduga ada keausan, maka harus dilaksanakan pengukuran ketebalan.

1.3.2.1.8 Kapal peti kemas

Untuk kapal yang dilengkapi peralatan untuk mengangkut peti kemas, lingkup survey berikut disyaratkan untuk pembaruan kelas:

- pemeriksaan keretakan dan deformasi dari elemen penyangga peti kemas (elemen yang dilas) di pelat alas dalam dan di tutup palka, tiang penyangga yang terpasang di atas geladak, jika ada, dan seluruh tutup palka,
- tutup palka: pemeriksaan kondisi dan kemampuan operasional dari penyangga dan penahannya,
- survey rel pengarah (guide) dan batang penyangga jika terpasang (hubungannya dengan lambung, deformasi),
- pemeriksaan acak dari elemen (loose) stowage & lashing, sesuai dengan sertifikat yang disimpan di kapal.

1.3.2.1.9 Instrumen dan petunjuk pemuatan

Jika diperlukan oleh kapal, pada setiap pembaruan kelas, sistem operasi yang memuaskan dari pemuatan sistem komputer (loading computer system) yang telah disetujui harus diuji dengan dihadiri oleh Surveyor BKI menggunakan kondisi uji yang telah disetujui.

Paling sedikit 3 kondisi uji harus diperiksa, dan hasilnya tidak boleh menyimpang melebihi 5% dari tampilan perhitungan yang telah disetujui.

Berat muatan, balas, bahan bakar dll., harus dibaca tahap demi tahap.

Jika diperlukan oleh kapal, Surveyor harus memeriksa bahwa petunjuk pemuatan (loading manual) yang disetujui berada di kapal.

1.3.2.1.10 Kapal Ro-Ro

Untuk kapal Ro-Ro (termasuk kapal Ro-Ro penumpang), lingkup survey pembaruan kelas yang disyaratkan yaitu:

- Termasuk Survey pembaruan kelas, ditambah persyaratan survey tahunan yang disyaratkan dalam 1.1.2.8.1, pengujian, tes, dan pemeriksaan yang cukup sampai memverifikasi pintu haluan, pintu dalam, pintu lambung samping dan pintu buritan, berada dalam kondisi memuaskan dan dipertimbangkan mampu untuk tetap sesuai dengan persyaratan yang berlaku, dipengaruhi perawatan yang tepat dan operasi sesuai dengan Manual Pemeliharaan dan Operasi (OMM) atau rekomendasi pabrik dan survey berkala yang dilakukan pada tanggal jatuh tempo untuk periode lima tahun hingga survey pembaruan berikutnya.
- Pengujian pintu harus dilengkapi dengan pengukuran tebal dan pengujian untuk memverifikasi pemenuhan terhadap persyaratan yang berlaku sehingga keutuhan struktur dan pintu kedap air tetap efektif. Tujuan pemeriksaan adalah untuk mengidentifikasi korosi, deformasi yang signifikan, patah, rusak atau penurunan struktur lainnya yang mungkin ada.
- Pintu haluan, pintu dalam, pintu lambung samping dan pintu buritan di survei sebagai berikut:
 - Survey sesuai butir 1.1.2.8.4, termasuk survey close-up peralatan pengaman, pendukung dan pengunci dan pengelasan, yang harus dilakukan, lihat tabel 3.1.

- Penujian tak merusak dan pengukuran tebal harus dilakukan terhadap peralatan pengaman, pendukung dan pengunci dan pengelasan, sejauh dianggap perlu oleh surveyor. Setiap kali retak ditemukan, Penujian tak merusak dilakukan area sekitar dan untuk item sejenis yang dianggap perlu oleh surveyor.
- Penipisan tebal maksimum lengan pengait, peralatan pengaman, pendukung dan pengunci tidak lebih dari 15%
- Pemeriksaan efektivitas pengaturan perapat dilalakukan dengan penujian semprot atau yang setara.
- Ruang main engsel, bantalan dan bantalan dorong diperiksa. Kecuali ditentukan lain dalam OMM atau dengan rekomendasi pabrik, pengukuran ruang main pada kapal Ro-Ro mungkin terbatas pada bantalan yang mewakili dimana pelepasan diperlukan untuk mengukur ruang main. Jika pelepasan dilakukan, pemeriksaan visual pin engsel dan bantalan bersama dengan NDT dari pin engsel harus dilakukan.
- Katup anti balik sistim drainase harus dilepas dan diperiksa

1.3.2.2 Pembaruan kelas II (Umur kapal lebih dari 5 s/d 10 tahun)

1.3.2.2.1 Persyaratan pembaruan kelas II identik dengan pembaruan kelas I; bagaimanapun persyaratan tambahan tersebut di bawah ini harus diperhatikan.

1.3.2.2.2 Bagian konstruksi di bawah papan alas dalam dan isolasi harus diperiksa sesuai dengan permintaan Surveyor.

1.3.2.2.3 Pada prinsipnya, semua tangki harus diperiksa internal. Tangki minyak pelumas dan air tawar harus dilaksanakan pemeriksaan secara acak sesuai permintaan Surveyor, lihat juga Tabel 3.2.

Dalam hal tangki balas air laut, prosedur seperti tercantum dalam 1.2.2.2 harus diikuti, jika memungkinkan.

1.3.2.2.4 Rantai jangkar harus direntangkan sedemikian sehingga keausan dan kerusakan dapat diperiksa untuk seluruh panjangnya. Diameter rata rata rantai jangkar sekurangnya ditentukan pada 3 mata rantai setiap segel.

1.3.2.2.5 Untuk pengukuran ketebalan: Lihat 2.

1.3.2.2.6 Apabila lambung dan bagian konstruksi lainnya terbuat dari baja dengan kekuatan luluh (yield strength) 460 N/mm² dan keatas, pengujian ultrasonic tambahan terhadap sambungan las tumpul (butt weld) harus dilaksanakan sesuai dengan ketentuan BKI Supplementary Rules for Application of Steel with Yield Strength of 460 N/mm².

1.3.2.3 Pembaruan kelas III dan seterusnya (Umur kapal lebih 10 tahun)

1.3.2.3.1 Untuk pembaruan kelas III dan seterusnya, persyaratan pada pembaruan kelas II harus dipenuhi; tetapi bagaimanapun, persyaratan tersebut dibawah ini sebagai tambahan harus diperhatikan.

1.3.2.3.2 Papan alas dalam dan isolasi ruang muat harus dibuka, bila perlu, konstruksi alas dan permukaan bagian dalam pelat kulit atau tank top harus bisa dijangkau untuk pemeriksaan. Untuk pembaruan kelas IV dan seterusnya papan alas dalam pada ruang muat harus dibuka seluruhnya dan tank top dibersihkan dengan cermat sehingga dapat menilai kelayakan atas kondisinya.

1.3.2.3.3 Pelapis dinding di bawah jendela pada kulit terluar harus dilepas sesuai dengan yang disyaratkan Surveyor sehingga bagian konstruksi dibelakangnya dapat diperiksa.

1.3.2.3.4 Semua tangki harus diperiksa internal. Tangki bahan bakar, minyak lumas dan tangki air tawar harus diperiksa internal dan diuji dengan tekanan kerja-lebih maksimum, sesuai pertimbangan Surveyor, lihat 1.3.2.1.3 dan Tabel 3.2. Untuk tangki balas, prosedur dalam 1.2.2.2 harus dilaksanakan, apabila memungkinkan.

1.3.2.3.5 Tangki muat dari kapal barang muatan kering harus diuji dengan pengisian air sampai ketinggian paling atas dari ambang palka kecil, atau jika hal ini tidak memungkinkan, gunakan udara tekan (maksimum 0,2 bar tekanan-lebih).

1.3.2.3.6 Daun kemudi harus diperiksa. Hubungannya dengan tongkat kemudi, dan jika terpasang, terhadap pena kemudi dan peralatan pengaman terkait harus diperiksa. Untuk ruang main, lihat 1.6.3.

Sejauh bisa dijangkau, tongkat kemudi harus diperiksa. Jika dianggap perlu sesuai hasil pemeriksaan eksternal, tongkat kemudi harus dicabut. Sejauh bisa dijangkau, di daerah bantalan tongkat kemudi dan pena kemudi harus diperiksa terhadap korosi.

1.3.2.3.7 Berat jangkar harus diperiksa

1.3.3 Instalasi mesin termasuk listrik

1.3.3.1 Umum

Kecuali komponen individual dari instalasi mesin seperti tercantum dalam 1.5, lingkup dari semua Survey Pembaruan Kelas untuk instalasi mesin, termasuk instalasi listrik, adalah identik. Jika diterapkan sistem Survey Pembaruan Kelas Bersambung, maka B.1.3.6 harus diperhatikan.

1.3.3.2 Survey yang mensyaratkan pengedokan

Sewaktu kapal berada di atas dok, katup laut masuk dan katup buang harus diperiksa kondisinya dan harus dibuka dan overhaul sekali dalam suatu periode kelas.

Pendorong haluan dan peralatan pengatur posisi harus dikenakan survey secara umum, dan diuji coba pada saat kapal terapung.

Jika kapal dilengkapi dengan pendingin *scoops*, maka perlengkapan ini tercakup juga dalam survey.

Untuk baling-baling, poros baling-baling dan poros *stern tube*, baling-baling bebas putar: lihat 1.4.

1.3.3.3 Sistem propulsi

1.3.3.3.1 Pemeriksaan sistem propulsi terutama mencakup:

- poros antara dan bantalan, termasuk bantalan dorong
- roda gigi
- kopling mekanis dan fleksibel
- roda gigi pemutar dan
- mesin penggerak utama, lihat 1.3.3.4, 1.3.3.5 dan mesin bantu, lihat 1.3.3.6.

Untuk baling-baling yang digerakkan motor listrik, lihat 1.3.3.8.

1.3.3.3.2 Elemen pegas yang terbuat dari karet dengan atau tanpa lapisan (*plies*) yang menerima beban geser dan karet atau FRP, kopling harus diganti baru jika tidak memenuhi syarat.

1.3.3.4 Mesin penggerak utama

Komponen tersebut dibawah ini harus diperiksa dan bilamana Surveyor menganggap perlu, pemeriksaan dalam kondisi dibuka:

- silinder, tutup silinder, torak, batang torak dan baut, kepala silang, poros engkol dan semua bantalan,
- poros bubungan, dengan sistem penggerak dan bantalannya,
- batang pengikat, rangka, pondasi mesin dan elemen pengikat,

- sistem injeksi, pompa dan kompresor gandeng, supercharger, saluran hisap dan buang, pendingin udara masuk, saringan, peralatan monitor, peralatan kontrol, peralatan pelindung dan pengaman, peralatan start, peralatan pembalik dan olah gerak.

Catatan :

Pada kasus mesin diesel kecepatan sedang, pelepasan dan penggantian metal duduk dan metal jalan dapat ditunda sampai batas umur pemakaian telah dicapai. Persetujuan sela antar overhaul ditentukan oleh BKI Pusat.

1.3.3.5 Turbin penggerak utama

Pada setiap Pembaruan Kelas perilaku getaran dari turbin penggerak utama harus diperiksa, mungkin dengan pemeriksaan teratur selama operasi. Tergantung pada hasil pemeriksaan dan atas permintaan Surveyor, selubung turbin harus dibuka.

Peralatan pengaman turbin harus diuji.

1.3.3.6 Mesin bantu

Untuk semua mesin bantu esensial, lingkup survey identik dengan yang diaplikasikan pada mesin induk. Pengurangan lingkup survey dapat disetujui berdasarkan hasil pemeriksaan dari dokumen perawatan.

1.3.3.7 Permesinan bantu, perlengkapan dan perpipaan

Komponen permesinan berikut, bilamana dianggap perlu oleh Surveyor, harus diperiksa dan diuji dalam kondisi dilepas:

- semua pompa dari sistem esensial
- kompresor udara, termasuk peralatan keamanannya
- separator, saringan dan katup
- pendingin, pemanas awal (lihat 1.5.5)
- mesin pengemudi utama dan bantu
- derek jangkar dan derek lainnya, termasuk penggerakannya
- perpipaan, sambungan pipa, kompensator dan selang
- katup pengeluaran darurat dan sistem perpipaan bilga
- indikator penunjuk pengisian tangki
- instalasi pencegahan masuknya air ke dalam ruang terbuka
- instalasi destilasi air tawar
- sistem pembersih minyak dan sistem pengolah tinja (sewage) dan
- sistem dan komponen tambahan, bila dianggap perlu oleh Surveyor.

1.3.3.8 Instalasi listrik

1.3.3.8.1 Bila kapal digerakkan dengan permesinan listrik, maka motor penggerak, generator penggerak, penguat, khususnya lilitan dari mesin ini, dan sistem ventilasinya harus diperiksa dan diuji. Pengecekan peralatan pembagi listrik untuk kemampuan pengoperasiannya mencakup juga peralatan pelindung, pengaman dan penguncinya. Kabel listrik dan penyambungannya harus di-periksa. Tahanan isolasi semua permesinan listrik dan perlengkapannya harus diuji.

1.3.3.8.2 Dynamic Positioning Systems sesuai Bab 2, C.3.4.5, termasuk sistem kontrol, dilaksanakan uji operasional.

1.3.3.8.3 Perlengkapan listrik, termasuk generator, motor dari permesinan bantu esensial, papan pembagi, termasuk peralatan pelindung dan penguncinya (*interlock*), maupun jaringan kabelnya, harus diperiksa dari luar. Tahanan isolasi harus diukur.

1.3.3.8.4 Instalasi listrik, termasuk permesinan dan perlengkapannya, yang terletak di ruangan dimana ada risiko dari gas mudah terbakar atau akumulasi campuran udara uap, harus diperiksa terhadap adanya perlindungan ledak.

1.3.3.9 Pipa dalam tangki

Pipa yang menembus tangki, harus diperiksa dan, jika diminta oleh Surveyor, dilaksanakan uji hidrolis, jika tangki seperti itu disyaratkan pemeriksaan internal sesuai 1.3.2. Tergantung pada hasil yang diperoleh, pengukuran ketebalan harus dilakukan.

1.3.3.10 Sistem pemadam dan tanda bahaya kebakaran

1.3.3.10.1 Persyaratan umum

Pembuktian harus ditunjukkan kepada Surveyor bahwa semua perlengkapan pemadam kebakaran selalu siap untuk dioperasikan. Detail/pengujian sesuai 1.1.4

Jalan keluar/lorong darurat harus diperiksa. Tabung CO₂ dan botol halon: lihat 1.5.5 dan untuk jatuh temponya, B.1.5.5.

Pada setiap Survey Pembaruan Kelas semua perlengkapan selang CO₂ harus diperiksa secara visual. Semua perlengkapan selang CO₂ yang terbuat dari karet sintetis harus diganti dengan tipe perlengkapan selang CO₂ yang disetujui tidak lebih dari 10 tahun dari tanggal pembuatannya.

1.3.3.10.2 Kapal pemadam kebakaran

Perlengkapan pemadam kebakaran dan keselamatan jiwa di kapal dengan Notasi FF1, FF2 atau FF3 yang melekat pada Tanda Kelas dari instalasi mesinnya harus diperiksa dan diuji.

Perlengkapan penunjuk posisi: lihat 1.3.3.2, 1.3.3.8.

1.3.3.11 Perlengkapan otomasi

Lihat 1.5.6.

1.3.3.12 Muatan berbahaya

Untuk kapal yang mempunyai Notasi Kelas DG perlengkapan untuk angkutan muatan berbahaya, misalnya: pemadam kebakaran khusus, tanda bahaya, ventilasi dan perlengkapan perlindungan ledak harus disurvei sesuai yang disyaratkan.

1.3.3.13 Suku cadang

Suku cadang harus diperiksa untuk kelengkapannya sesuai persyaratan peraturan dan/atau menurut daftar yang disetujui oleh BKI dan disimpan dikapal serta mudah di dapat untuk operasional kapal.

1.3.3.14 Percobaan

Setelah selesai Survey Pembaruan Kelas, Surveyor harus diyakinkan bahwa seluruh instalasi mesin termasuk mesin listrik dan peralatan dan mesin pengemudian, dapat dioperasikan tanpa adanya keterbatasan. Bila ada keraguan, hal tersebut harus dibuktikan dengan percobaan dan/atau uji operasional.

1.4 Survey periodik poros baling – baling dan tube shaft, baling-baling, baling-baling bebas putar dan sistem lain.

Survey periodik dan pengujian poros baling-baling dan tube shaft, baling-baling, baling-baling bebas putar dan sistem lain yang dicantumkan dalam B.1.4 dilaksanakan sebagai berikut:

1.4.1 Poros baling-baling dan tube shaft

1.4.1.1 Survey normal

Persyaratan sesuai penjelasan di B.1.4.1.1. Dibedakan antara:

- survey dengan pencabutan poros
- survey tanpa pencabutan poros

1.4.1.1.1 Survey dengan pencabutan poros

Ruang lingkup survey normal terdiri dari:

- pelepasan baling baling dan pasak, jika terpasang, pemeriksaan visual seluruh bagian poros terutama tirusnya, rumah pasak, daerah permukaan bantalan poros, bantalan, dan ulir pengikat baling baling, atau radius lengkungan kopling, pemeriksaan bidang singgung baling- baling
- pengujian tak rusak dengan metode deteksi keretakan yang diakui pada ujung belakang silindris poros dan sekitar sepertiga panjang tirus dari bagian yang terbesar dan daerah rumah pasak, atau radius lengkung kopling untuk kopling pejal. Uji deteksi retak bagian belakang daerah radius lengkung kopling dapat diabaikan untuk kopling pejal dipasang pada ujung poros, lihat juga B.1.4.1.1.1
- pemeriksaan ruang main bantalan dan/ atau celah (wear down) sebelum dilepas dan setelah poros dipasang kembali dengan mencatat nilai yang diukur.
- overhaul perapat minyak poros sesuai instruksi pabrik pembuat (ring perapat, selubung (liner), dll)

1.4.1.1.2 Survey tanpa mencabut poros

Jika diterapkan persyaratan sesuai B.1.4.1.1.2 maka lingkup survey normal untuk sistem pelumasan minyak tanpa pencabutan poros sebagai berikut:

- pemeriksaan terhadap seluruh bagian poros yang terjangkau termasuk hubungan baling-baling ke poros
- pengujian tak rusak dengan metode deteksi keretakan yang diakui pada ujung silindris poros bagian belakang pada daerah sepertiga panjang tirus dari bagian yang terbesar dan daerah rumah pasak untuk baling-baling dengan pasak, atau bagian depan dari tirus belakang pada baling-baling tanpa pasak, atau radius lengkung bagian belakang kopling untuk baling-baling kopling pejal. Uji deteksi retak bagian belakang daerah radius lengkung kopling dapat diabaikan untuk kopling pejal dipasang pada ujung poros, lihat juga B.1.4.1.1.1.
Daerah yang diperiksa harus terbuka secukupnya, jika perlu dengan menggeser poros baling-baling atau menarik baling baling ke belakang.
- Berturut-turut pemeriksaan ruang main bantalan dan celah (wear down) bantalan belakang
- overhaul perapat minyak poros sesuai instruksi pabrik pembuat (ring perapat, selubung dll)
- pemeriksaan terhadap semua catatan analisa minyak pelumas yang dilaksanakan secara periodik
- pemeriksaan terhadap catatan dari konsumsi minyak pelumas dan temperatur bantalan

Jika ditemukan hal yang meragukan maka poros harus dicabut untuk diperiksa secara menyeluruh.

1.4.1.2 Survey modifikasi

Persyaratan sesuai B.1.4.1.2. dibedakan antara:

- survey dengan membuka daerah singgungan poros bantalan belakang
- survey tanpa membuka daerah singgungan poros bantalan belakang

1.4.1.2.1 Survey dengan membuka daerah singgungan poros bantalan belakang

Lingkup survey modifikasi meliputi sebagai berikut:

- menggeser poros untuk memperlihatkan daerah singgungan poros bantalan belakang
- pemeriksaan bantalan depan sejauh memungkinkan dan seluruh bagian poros yang terjangkau termasuk hubungan antara baling baling dan poros
- pemeriksaan dan overhaul perapat minyak sesuai instruksi pabrik pembuat (ring perapat, selubung (liner), dll)
- pemeriksaan ruang main bantalan dan/ atau celah (wear down) poros dengan mencatat hasil pengukuran
- pemeriksaan analisa dan konsumsi minyak pelumas harus masih dalam batas yang diijinkan
- untuk baling-baling dengan pasak, pelepasan baling-baling dipersyaratkan untuk pengujian tak rusak dengan metode deteksi keretakan yang diakui pada sepertiga panjang tirus dari bagian yang besar dan pemeriksaan bidang singgung baling baling.

Jika ditemukan hal yang meragukan, poros harus digeser lebih jauh berturut-turut hingga tercabut seluruhnya.

1.4.1.2.2 Survey tanpa membuka daerah singgungan poros bantalan belakang

Jika persyaratan B.1.4.1.2.2 diberlakukan, maka lingkup survey modifikasi tanpa membuka daerah singgungan poros bantalan belakang sebagai berikut:

- pemeriksaan dan overhaul perapat minyak poros sesuai instruksi pabrik pembuat (ring perapat, selubung dll)
- pemeriksaan ruang main bantalan dan/ atau celah poros dengan mencatat nilai yang diukur
- untuk baling-baling dengan pasak, pelepasan baling-baling dipersyaratkan untuk pemeriksaan tak rusak dengan metode deteksi keretakan yang diakui pada sepertiga panjang tirus dari bagian yang besar dan pemeriksaan bidang singgung baling baling.

Sebagai tambahan pada survey ini harus mencakup hal-hal sebagai berikut:

- pemeriksaan terhadap semua catatan analisa minyak pelumas yang dilaksanakan secara reguler
- pemeriksaan terhadap catatan dari pemakaian minyak pelumas dan temperatur bantalan

Jika ditemukan hal yang meragukan, poros harus digeser lebih jauh berturut-turut hingga tercabut seluruhnya.

1.4.1.3 Survey parsial

Persyaratan survey parsial lihat B.1.4.1.3. Survey parsial meliputi hal-hal sebagai berikut:

- pemeriksaan perapat minyak terhadap kebocoran
- pemeriksaan ruang main bantalan dan/ atau celah poros dengan catatan nilai yang diukur
- pemeriksaan catatan analisa minyak pelumas
- pemeriksaan catatan konsumsi minyak pelumas dan temperatur bantalan

Sebagai tambahan, dimana baling-baling dipasang dengan poros tirus berpasak:

- pelepasan baling-baling dan pemeriksaan bidang singgung baling-baling
- pemeriksaan tak rusak dengan metode deteksi retak yang disetujui pada bagian silinder ujung belakang poros pada daerah sepertiga panjang tirus dari bagian yang besar dan daerah rumah pasak harus dilaksanakan.

Jika ditemukan hal yang meragukan, poros harus digeser lebih jauh berturut-turut hingga tercabut seluruhnya.

1.4.2 Baling-baling

Baling-baling harus diperiksa secara visual pada kesempatan setiap survey poros baling-baling atau survey tube shaft.

Kerusakan seperti retak, deformasi, akibat kavitasi dll harus dilaporkan dan diperbaiki atas keputusan Surveyor.

Baling-baling kasar terkendali (CPP) harus diperiksa terhadap kebocoran minyak. CPP harus diuji fungsi. Pemeriksaan perawatan sesuai instruksi pabrik pembuat harus dilaksanakan.

1.4.3 Baling-baling bebas putar (*Vane wheels*)

Lingkup survey harus dengan persetujuan BKI Pusat.

1.4.4 Sistem lainnya

Sejauh dapat dilaksanakan, elemen penggerak dan pengontrol *rudder propeller* dan *steering propeller* harus diperiksa melalui bukaan inspeksi. Untuk sistem lain seperti sistem pod propulsion, unit pompa jet, dll lingkup survey harus dengan persetujuan BKI Pusat. Pemeriksaan perawatan sesuai instruksi pabrik pembuat harus dilaksanakan. Uji fungsi harus dilaksanakan.

1.5 Survey periodik dan uji permesinan individu

1.5.1 Survey dan pengujian periodik dari permesinan individu yang ditetapkan dalam B.1.5 harus dilaksanakan sebagaimana tercantum di bawah ini.

1.5.2 Instalasi ketel uap

1.5.2.1 Pemeriksaan eksternal

Pemeriksaan eksternal termasuk uji fungsi peralatan keamanan dan perlindungan dan juga uji katup keamanan harus dilaksanakan setiap tahun.

Kemampuan operasional dan kondisi umum dari ketel uap secara keseluruhan, termasuk katup dan perlengkapannya, pompa, perpipaan, isolasi, pondasi, sistem kontrol dan pengaturan dan juga peralatan perlindungan dan keselamatan harus diperiksa. Juga catatan ketel, dokumentasi pengoperasian dan kualifikasi dari operator ketel uap harus diperiksa.

Untuk ketel gas buang, katup pengaman diuji fungsi oleh Kepala Kamar Mesin pada saat berlayar dalam kurun waktu survey eksternal ketel. Pengujian ini harus dicatat didalam buku harian untuk direview oleh Surveyor sebelum diakui sebagai bagian dari Survey Tahunan instalasi permesinan.

1.5.2.2 Pemeriksaan internal

Bilamana dianggap perlu oleh Surveyor, ketel harus dibersihkan pada sisi yang kena air, gas pembakaran dan gas buang, jika disyaratkan, permukaan bagian luarnya harus dapat dilihat juga, sehingga semua dinding yang mendapat tekanan dapat diperiksa.

Untuk setiap survey ketel, *superheater* dan *economizer* harus diperiksa internal pada sisi air dan sisi uap, begitu juga gas pembakaran dan gas buang. Pengikatan ketel dan katup pengaman harus diperiksa setiap survey dan dibuka jika diperlukan oleh Surveyor.

Pengaturan batas tekanan dan fungsi katup keamanan harus diverifikasi pada saat pemeriksaan internal ketel uap. Untuk ketel gas buang, jika tekanan uap tidak dapat dicapai pada saat di pelabuhan, penyetulan katup keamanan harus dilaksanakan diatas bangku uji. Batas tekanan yang benar harus diverifikasi oleh KKM pada saat berlayar dan harus dicatat dalam buku harian untuk diperiksa oleh BKI.

Pemeriksaan terhadap dokumen berikut yang diambil sejak survey ketel terakhir dilaksanakan sebagai bagian dari survey:

- dokumen pengoperasian
- dokumen perawatan
- pelaksanaan perbaikan
- catatan analisa air

Bilamana rancangan ketel tidak memungkinkan pemeriksaan internal yang memadai, maka uji hidrolis dapat disyaratkan sebagai tambahan. Surveyor berhak meminta pemeriksaan bagian dalam ditambah dengan pengujian tekanan hidrolis, jika diinginkan dengan mempertimbangkan kondisi dari ketel.

Bila terdapat keraguan mengenai tebal dinding ketel yang terpasang, hal ini harus dipastikan dengan metode pengukuran yang diakui. Tekanan kerja maksimum yang di ijinan dimana ketel uap dapat dioperasikan untuk masa mendatang ditetapkan berdasarkan hasil pengukuran tersebut.

Pengujian tekanan hidrolis harus dilaksanakan dengan tekanan uji sebesar 1,5 kali tekanan kerja maksimum yang di ijinan. Jika tekanan kerja maksimum yang diijinkan kurang dari 2 bar, maka tekanan uji harus sebesar paling sedikit 1 bar diatas tekanan kerja maksimum yang di ijinan. Dalam hal apapun tekanan uji tidak boleh lebih dari tekanan uji yang dikenakan pada saat pemeriksaan pembuatan dan pengujian tekanan hidrolis dari ketel setelah dibuat.

Semua sambungan las yang dapat dijangkau harus diperiksa keretakan secara visual. Atas pertimbangan Surveyor pengujian tak rusak dapat disyaratkan sebagai tambahan.

1.5.2.3 Pemeriksaan Khusus

Selain pemeriksaan periodik diatas, sesuai pertimbangan Surveyor dapat disyaratkan pemeriksaan khusus yang meliputi uji tak rusak dan uji hidrolis, misalnya: dalam hal terdapat kerusakan, perbaikan dan perawatan.

1.5.3 Instalasi pemanas minyak

1.5.3.1 Pemeriksaan eksternal

Instalasi pemanas minyak harus dikenakan uji fungsi, saat beroperasi. Secara rinci, item berikut harus diperiksa:

- seluruh instalasi pemanas minyak terhadap kebocoran,
- kondisi isolasi,
- fungsi peralatan indikasi, kontrol dan keselamatan,
- peralatan kendali jarak jauh untuk katup penutupan dan pembuangan,
- monitor kebocoran untuk pemanas,
- alat pemutus darurat (pembakaran minyak, pompa),
- alat pemutus keamanan untuk pembakar minyak,
- penerangan, penerangan darurat dan penandaan.

Laporan uji pengecekan tahunan yang dibuat oleh badan penguji yang diakui harus dijadikan acuan untuk penggunaan lebih lanjut dari minyak panas. Hal ini harus dikonfirmasi dalam laporan.

1.5.3.2 Pemeriksaan internal

Bersamaan pemeriksaan internal permukaan panas dan bila mungkin, ruang pembakaran harus diperiksa erhadap kontaminasi, korosi, deformasi dan kebocoran. Sesuai aturan, uji kekedapan harus dilaksanakan

pada tekanan kerja yang diijinkan. Setelah perbaikan dan penggantian komponen instalasi yang terkena tekanan, uji tekan harus dilaksanakan sebesar 1,5 kali tekanan kerja yang diijinkan.

1.5.4 Pipa uap / kumparan pemanas

1.5.4.1 Pipa uap dengan temperatur uap sampai dengan 350°C dan dengan diameter luar lebih dari 75 mm, harus diperiksa secara acak. Pemeriksaan kondisi bagian dalam dari saluran pipa, khususnya pada lengkungan pipa, atau pemeriksaan tambahan yang lebih detail dapat disyaratkan. Sebagai pengganti pemeriksaan internal, uji hidrolis dapat dilakukan pada tekanan sama dengan 1,5 kali tekanan rancangan, tetapi tidak lebih dari tekanan uji yang tertera pada instalasi ketel bersangkutan.

1.5.4.2 Dalam hal pipa uap dengan temperatur uap melebihi 350°C (paling kurang dua) bagian pipa yang dipilih harus dilepas dari setiap sistem perpipaan, (pipa uap utama dan pipa uap bantu dari setiap kelompok pelayanan) yang mempunyai diameter luar lebih dari 32 mm. Kurang lebih 10% dari sambungan las pada lengkungan, plendes atau cabang silang (T) harus dikenakan pemeriksaan untuk keretakan dengan metode uji tak rusak (NDT) yang diakui.

Sebelum digunakan lagi, baut-baut yang dilepas dari sambungan plendes harus diperiksa kondisi umumnya dan keretakan serta diganti baru, jika diperlukan.

1.5.4.3 Pipa uap yang dirancang untuk tahan terhadap temperatur uap melebihi 500°C dan sistem perpipaan yang dilas harus diperiksa sebagai berikut:

Plendes pipa sesuai dengan 1.5.4.2; bagaimanapun, pemeriksaan untuk keretakan harus mencakup paling kurang 20% dari sambungan pengelasan.

Jika pemeriksaan internal dari sistem pipa yang di las melalui lubang pemeriksaan terlihat tidak memadai atau jika penilaian yang dapat dipercaya tidak memungkinkan biarpun dengan pengujian ultrasonik atau metoda pemeriksaan yang setara, maka boleh jadi perlu pemotongan bagian tertentu dari pipa. Paling kurang 20% sambungan las harus diperiksa untuk keretakan.

Baut yang dilepas dari sambungan plendes, lihat 1.5.4.2 diatas.

1.5.4.4 Kumparan pemanas dalam tangki minyak dan bejana harus dikenakan pengujian tekan 1,5 kali tekanan kerja yang diijinkan.

Cara yang sama diberlakukan untuk kumparan pemanas dalam tangki muatan.

1.5.5 Bejana tekan

1.5.5.1 Sesuai dengan B.1.5.5, bejana tekan harus diperiksa internal dan eksternal.

1.5.5.2 Pengujian tambahan

Bilamana bejana tekan tidak dapat diperiksa dari dalam dan bilamana kondisi tersebut tidak dapat dengan jelas ditentukan selama pemeriksaan, maka metode uji tak rusak (NDT) yang diakui harus diterapkan dan/atau uji tekan hidrolis harus dilaksanakan.

Uji tekan hidrolis harus dilaksanakan pada uji tekanan 1,5 kali tekanan kerja maksimum yang diijinkan. Jika tekanan kerja maksimum yang diijinkan kurang dari 2 bar, maka tekanan uji harus sebesar paling sedikit 1 bar diatas tekanan kerja maksimum yang diijinkan. Bejana tekan yang dibuat berdasarkan standar DIN 4810, menurut standar tersebut, harus diuji 1,3 kali tekanan kerja yang diijinkan. Tekanan uji, dalam hal apapun tidak boleh melebihi tekanan uji awal.

1.5.5.3 Sistem pemadam kebakaran CO₂ tekanan rendah dan tangki halon

Permukaan tangki harus dicek terhadap korosi sesuai petunjuk Surveyor.

Bejana tekan yang diisolasi harus dibuka pada beberapa tempat yang dipilih, sehingga dapat memberi kesan umum tentang kondisi bagian luar bejana.