

## BAB VII

### KESIMPULAN

#### 7.1. Kesimpulan

Dengan selesainya penyusunan tugas merancang ini, maka penulis dapat mengambil kesimpulan yang berhubungan dengan perencanaan kapal Tanker 4.000 DWT sebagai sarana angkutan laut yang dapat menunjang perkembangan ekonomi di Indonesia. Adapun kesimpulan penulis adalah sebagai berikut :

##### 1. Data spesifikasi teknis dari kapal Tanker 4.000 DWT :

- Panjang seluruhnya (Loa) = 85,68 m
- Panjang antara garis tegak (Lpp) = 84 m
- Lebar (B) = 15 m
- Tinggi (H) = 7 m
- Sarat air (T) = 5 m
- Koefisien blok (Cb) = 0,631
- Koefisien prismatic (Cp) = 0,645
- Koefisien garis air (Cw) = 0,742
- Koefisien tengah kapal (Cm) = 0,979
- Displacement (Δ) = 4.074,683 ton
- Volume (∇) = 10.292,832 m<sup>3</sup>
- Jumlah anak buah kapal (ABK) = 30 orang
- Alat penggerak yang digunakan :

Jumlah mesin : 1 ( satu ) buah

Merk : MAN B&W

Type : S26MC

Daya : 2.725 HP/ 2.000 kW

Putaran mesin : 250 rpm

Bore x Stroke : 980 mm x 260 mm

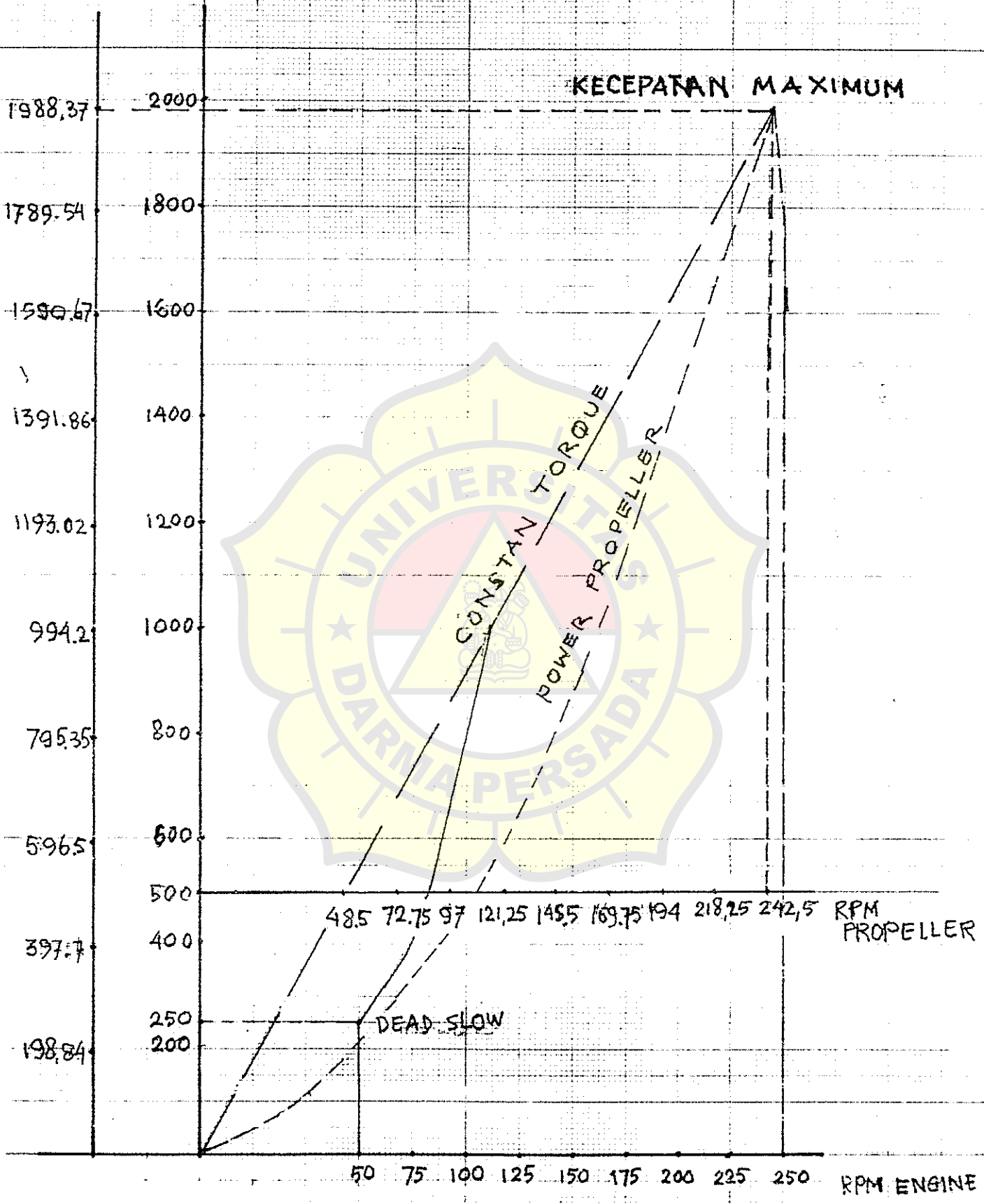
Cycle	: 2 langkah
Jumlah silinder	: 5
Berat	: 34,2 Ton
Dimensi	: 4.057 mm ( L ); 1.880 mm ( W ); 4.825 mm ( H )
SFOC	: 132 gr/ BHP.h.
SLOC	: 1,5 kg/ cyl. 24h.
Diameter propeller	: 3,488 m
Jumlah daun	: 4 ( empat ) buah
Kecepatan dinas	: 14 knot

2. Dalam rancangan, untuk dapat menentukan besarnya daya motor induk sebagai penggerak utama kapal, maka faktor kecepatan, daerah pelayaran serta dimensi dari kapal rancangan mempunyai pengaruh yang sangat besar.
3. Dalam menentukan generator set didasarkan pada pembebanan penggunaan daya yang terbesar yaitu pada saat kapal melakukan manuver sebesar 281,2 kW, dengan menggunakan 3 buah generator masing-masing berkapasitas 160 kW, dimana satu diantaranya berfungsi sebagai generator cadangan atau standby generator, daya yang dibutuhkan dapat terpenuhi.
4. Dalam perancangan kamar mesin, tidak lepas adanya asumsi-asumsi yang diberikan untuk mempermudah dalam perhitungan dengan tidak mengabaikan tanggung jawab secara teknis, ekonomis serta peraturan-peraturan yang ada sehingga hasil perhitungan dapat mendekati keadaan yang sebenarnya.  
Tata letak mesin induk, mesin bantu serta permesinan lainnya diatur se efisien mungkin, hal ini untuk mempermudah dalam hal perawatan dan perbaikan peralatan yang ada di kamar mesin serta tata letaknya sangat berpengaruh.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Aa. Sv Harvald, “ *Resistance and Propulsion of Ship* ”, John Wiley & Sons, Inc. USA, 1983
2. BIRO KLASIFIKASI INDONESIA, Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, jilid II (*Peraturan Konstruksi Lambung*), Jakarta, Mus Karya offset, 1978
3. BIRO KLASIFIKASI INDONESIA, Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, Jilid III (*Peraturan Konstruksi Mesin*), Jakarta, Mus Karya Offset, 1978
4. Det Norske Veritas, *Rules for Classification and Construction of Sea Going Steel Ships*, Oslo, 1971
5. M. Khetagurov, *Marine Auxiliary Machinery and System*, Peace Publishers, Moskow, 1958
6. Sularso, *Pompa dan Kompresor*, cetakan ke tiga, Jakarta, PT Pradnya Paramita, 1978
7. Veitkumasky I. Ys, *Spawocnik po teori Korablya*, Moskow, 1958

W PROPELLER KW ENGINE



REF: HIGH & MEDIUM SPEED ENGINE "HENSCHELL"  
 HAL: 204 - 209

# LAMPIRAN 1

Self-Propelled Transport Ships with an Unlimited Region of Navigation

Charac- teristic X	Anchors			Chain cable for bower anchors		Chain or steel rope for the stream anchor			
	Quan- tity	Total weight, kg	Sicam anchor, kg	Total length of two ca- bles, m	Anchor chain size, mm	Length, m	Anchor chain size, mm	Diameter of steel rope, mm	
									Itower
1	50	2	150	25	100	12	50	—	8.8
2	75	2	200	25	125	13	50	—	8.8
3	100	2	250	50	125	15	50	—	11
4	150	2	300	50	150	16	50	—	11
5	200	2	350	50	175	17	75	—	11
6	250	2	450	75	200	18	75	11	13
7	300	2	500	75	225	19	75	13	13
8	350	2	600	100	250	20	75	14	15.5
9	400	2	700	100	275	21	75	14	15.5
10	450	2	750	125	300	22	100	15	17.5
11	500	2	800	150	300	24	100	15	17.5
12	550	2	900	175	325	25	100	16	17.5
13	600	3	1500	200	350	27	100	17	17.5
14	650	3	1700	225	350	28	100	18	19.5
15	700	3	1900	250	375	29	100	18	20.5
16	750	3	2100	250	375	30	100	19	20.5
17	100	3	2250	250	375	31	125	19	20.5
18	250	3	2400	275	375	32	125	20	22
19	900	3	2700	300	375	33	125	21	24
20	950	3	3000	300	400	31	125	21	24
21	1000	3	3200	350	400	35	125	22	24
22	1100	3	3500	400	400	37	125	23	26
23	1200	3	3750	400	420	38	150	25	26
24	1300	3	4100	450	450	40	150	25	28
25	1400	3	4200	450	450	41	150	25	28
26	1500	3	4500	500	450	42	150	25	28
27	1600	3	4750	500	450	43	150	25	28
28	1700	3	5250	600	450	45	150	28	30
29	1850	3	5500	600	450	46	150	28	30
30	2000	3	5750	700	450	46	150	29	31.5
31	2150	3	6000	700	475	48	175	29	31.5
32	2300	3	6500	800	500	49	175	29	32.5
33	2500	3	6750	800	500	50	175	29	32.5
34	2700	3	7500	900	500	52	175	30	33.5
35	3000	3	8250	1000	500	53	200	31	33.5
36	3300	3	9000	1000	500	55	200	31	33.5
37	3600	3	9750	1250	525	57	200	33	34.5
38	3900	3	10500	1250	550	59	225	33	34.5
39	4200	3	11000	1400	550	61	225	34	37
40	4500	3	11500	1500	550	62	225	35	37
41	4800	3	12900	1650	550	65	225	36	—
42	5100	3	13500	1750	550	67	250	37	—
43	5400	3	14500	1750	575	68	250	37	—
44	5800	3	15000	2000	600	70	250	40	—
45	6200	3	15800	2000	600	72	250	40	—
46	6600	3	16300	2250	600	74	275	43	—
47	7000	3	17600	2250	600	76	275	43	—
48	7400	3	18000	2250	600	77	275	44	—
49	7800	3	19500	2500	600	80	275	46	—
50	8200	3	20700	2700	600	82	275	48	—
51	8600	3	21000	2800	600	83	275	49	—
52	9000	3	22000	3000	600	85	275	50	—
53	9500	3	23500	3000	600	87	275	50	—

# LAMPIRAN 2

## Moorng and Warping Ropes

Characteristic	Towing rope			Warping hawsers									
	Length, m	Circumference of hemp rope, mm	Diameter of steel rope, mm	Total length, m	Number of ropes	Circumference of hemp rope, mm	Diameter of steel rope, mm	Cable wires					
								Total length, m	Number of wires	Circumference of hemp rope, mm	Diameter of steel rope, mm		
50	50	75	—	50	1	65	—	—	—	—	—	—	—
75	50	90	11	50	1	65	—	—	—	—	—	—	—
100	75	90	11	75	1	65	8.5	—	—	—	—	—	—
150	75	100	12	75	1	75	9.5	—	—	—	—	—	—
200	100	100	12	100	2	75	9.5	—	—	—	—	—	—
250	100	125	15	140	2	100	12	—	—	—	—	—	—
300	110	125	15	160	2	100	12	—	—	—	—	—	—
350	110	150	17.5	160	2	100	12	—	—	—	—	—	—
400	135	150	17.5	180	2	125	15	60	1	100	12	—	—
450	135	150	17.5	180	2	125	15	50	1	100	12	—	—
500	135	150	17.5	200	2	125	15	55	1	100	12	—	—
550	135	175	19.5	200	2	125	15	55	1	100	12	—	—
600	135	175	19.5	220	2	150	17.5	90	1	100	12	—	—
650	135	175	19.5	240	2	150	17.5	90	1	100	12	—	—
700	150	200	21.5	240	2	150	17.5	90	1	100	12	—	—
750	150	200	21.5	350	4	150	17.5	90	1	125	15	—	—
800	150	200	21.5	350	4	150	17.5	90	1	125	15	—	—
850	175	200	21.5	360	4	150	17.5	90	1	125	15	—	—
900	175	225	24	360	4	175	19.5	120	2	125	15	—	—
950	175	225	24	360	4	175	19.5	120	2	125	15	—	—
1000	175	225	24	360	4	175	19.5	120	2	150	17.5	—	—
1050	175	225	24	360	4	175	19.5	140	2	150	17.5	—	—
1100	190	250	26	360	4	175	19.5	140	2	150	17.5	—	—
1150	190	250	26	400	4	200	21.5	150	2	150	17.5	—	—
1200	190	275	29	400	4	200	21.5	150	2	150	17.5	—	—
1250	190	275	29	450	4	200	21.5	150	2	150	17.5	—	—
1300	200	300	30	450	4	200	21.5	180	2	150	17.5	—	—
1350	200	300	30	480	4	200	21.5	180	2	150	17.5	—	—
1400	200	325	32.5	540	4	200	21.5	180	2	175	19.5	—	—
1450	200	350	34.5	540	4	200	21.5	180	2	175	19.5	—	—
1500	200	350	34.5	540	4	200	21.5	180	2	175	19.5	—	—
1550	220	350	34.5	540	4	225	24	180	2	175	19.5	—	—
1600	220	350	34.5	640	4	225	24	200	2	175	19.5	—	—
1700	220	350	34.5	600	4	225	24	200	2	200	21.5	—	—
1800	220	350	34.5	640	4	225	24	200	2	200	21.5	—	—
1900	240	375	39	640	4	250	26	200	2	200	21.5	—	—
2000	240	375	39	640	4	250	26	200	2	200	21.5	—	—
2100	240	400	43.5	640	4	250	26	200	2	200	21.5	—	—
2200	240	400	43.5	640	4	250	26	200	2	225	24	—	—
2300	240	425	46.5	720	4	250	26	200	2	225	24	—	—
2400	240	425	46.5	720	4	250	26	200	2	225	24	—	—
2500	240	—	53	720	4	275	28	240	2	225	24	—	—
2600	240	—	53	800	4	275	28	240	2	250	26	—	—
2700	240	—	53	880	4	275	28	240	2	250	26	—	—
2800	240	—	57	960	6	300	30	240	2	250	26	—	—
2900	240	—	57	960	6	300	30	240	2	250	26	—	—
3000	240	—	57	960	6	300	30	240	2	250	26	—	—
3100	240	—	57	960	6	300	30	240	2	250	26	—	—
3200	240	—	57	960	6	300	30	240	2	250	26	—	—
3300	240	—	57	960	6	300	30	240	2	250	26	—	—
3400	240	—	57	960	6	300	30	240	2	250	26	—	—
3500	240	—	57	960	6	300	30	240	2	250	26	—	—
3600	240	—	61.5	960	6	325	32	240	2	250	26	—	—
3700	240	—	61.5	960	6	325	32	240	2	250	26	—	—
3800	240	—	61.5	960	6	325	32	240	2	250	26	—	—
3900	240	—	61.5	960	6	325	32	240	2	250	26	—	—
4000	240	—	61.5	960	6	325	32	240	2	250	26	—	—



# LAMPIRAN 4

## Pumps

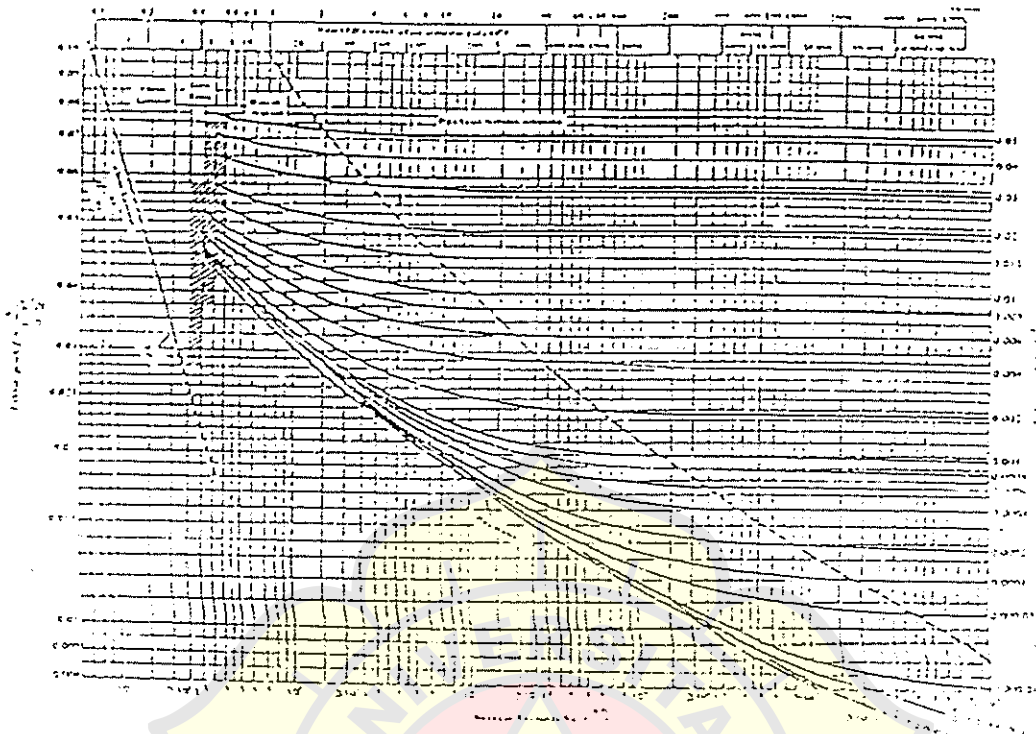
Hose diameter $d_N$ , mm	Hose length $l_N$ , m	Nozzle orifice diameter $d_n$ , mm				Hose diameter $d_N$ , mm	Hose length $l_N$ , m	Nozzle orifice diameter $d_n$ , mm			
		10	13	16	19			10	13	16	19
		Characteristic B						Characteristic B			
50	0	0.121	0.346	0.793	1.577	65	0	0.121	0.346	0.793	1.577
	10	0.119	0.331	0.722	1.320		10	0.1205	0.342	0.776	1.51
	20	0.118	0.318	0.622	1.130		20	0.120	0.339	0.758	1.44
	40	0.114	0.304	0.558	0.882		40	0.1195	0.332	0.726	1.33
	60	0.111	0.274	0.498	0.723		60	0.1185	0.326	0.696	1.23
	80	0.108	0.257	0.442	0.612		80	0.118	0.320	0.669	1.15
	100	0.105	0.241	0.396	0.531		100	0.117	0.314	0.644	1.08

Tank capacity, tons	Inside diameter of pipe and fittings, mm	Tank capacity, tons	Inside diameter of pipe and fittings, mm
Up to 20	60	265 to 360	125
20 to 40	70	360 to 460	140
40 to 75	80	460 to 620	150
75 to 120	90	620 to 800	160
120 to 190	100	800 to 1000	175
190 to 265	110	1000 to 1300	200

Inside diameter of the drainage main, mm	Capacity of each drainage pump, cu m per h	Inside diameter of the drainage main, mm	Capacity of each drainage pump, cu m per h
50	15	133	103
57	19	140	113
64	23	146	124
70	28	152	135
76	34	158	146
82	40	165	158
89	46	171	171
95	53	178	183
103	60	184	197
108	68	190	210
114	76	197	224
120	84	205	240
127	93		



# LAMPIRAN 5



Gambar 6.13 Bagan Moody untuk gesekan pada perinding halus/kasar

## SIFAT-SIFAT ZAT CAIR YANG LAZIM PADA 1 atm DAN 20°C (68°F)

Zat cair	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	$\mu$ , (N·s)/m <sup>2</sup>	$\gamma$ , N/m <sup>3</sup>	$\nu$ , m <sup>2</sup> /s	Modulus ambak, N/m <sup>2</sup>
Amonia	608	2.20 E-4	2.13 E-2	3.10 E-7	
Benzen	881	6.51 E-4	2.88 E-2	1.01 E-4	1.05 E-9
Karbon tetraklorida	1,590	9.67 E-4	2.70 E-2	1.10 E-4	9.65 E-8
Etanol	789	1.20 E-3	2.28 E-2	5.7 E-3	8.96 E+8
Gasolin	680	2.92 E-4	2.16 E-2	5.51 E-4	9.58 E+8
Gliserin	1,260	1.49	6.33 E-2	1.4 E-2	4.34 E+9
Minyak tanah	804	1.92 E-3	2.8 E-2	3.11 E-3	1.43 E+9
Air-raksa	13,550	1.56 E-3	4.84 E-1	1.1 E-3	2.55 E+10
Metanol	791	5.98 E-4	2.25 E-2	1.34 E-4	8.27 E+8
Pelumas SAE 10	917	1.04 E-1	3.6 E-2		1.31 E+9
Pelumas SAE 30	917	2.90 E-1	3.5 E-2		1.38 E+9
Air	998	1.00 E-3	7.28 E-2	2.34 E-3	2.19 E+9
Air laut	1,025	1.07 E-3	7.28 E-2	2.34 E-3	2.28 E+9

† Bersentuhan dengan udara.

# LAMPIRAN 6

## KEKENTALAN DAN KEKENTALAN KINEMATIK DELAPAN FLUIDA PADA 1 ATM DAN 20°C

Fluida	$\mu$ , kg/(m·s)	Nisbah $\mu/\mu(H_2)$	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	$\nu$ , m <sup>2</sup> /s	Nisbah $\nu(Hg)$
Hidrogen	8,8 E-6	1,0	0,084	1,05 E-4	920
Udara	1,8 E-5	2,1	1,20	1,51 E-5	130
Bensin	2,9 E-4	33	689	4,22 E-7	3,7
Air	1,0 E-3	114	998	1,01 E-6	2,7
Etilanol	1,2 E-3	135	789	1,52 E-6	13
Air-raksa	1,5 E-3	170	13.580	1,16 E-7	1,0
Minyak pelumas SAE	0,29	33.000	891	3,25 E-4	2.850
Gliserin	1,5	170.000	1.264	1,18 E-3	10.300

1 kg/m<sup>3</sup> = 0,0299 slug/ft<sup>3</sup>; 1 m<sup>2</sup>/s = 10,76 ft<sup>2</sup>/s.

### CONTOH GRAVITASI JENIS BEBERAPA ZAT CAIR PADA 20°C (68°F)

Zat Cair	Gravitasi Jenis
Bensin	0,66 - 0,69
Alkohol denaturasi	0,80
Minyak tanah	0,80 - 0,84
Minyak mentah	0,80 - 0,92
Minyak kastor	0,97
Air laut	1,025
Karbon tetraklorida	1,594
Asetilena tetrabromida	2,962
Air-raksa	13,546

### BERAT JENIS BEBERAPA FLUIDA YANG LAZIM

Fluida	Berat jenis $\rho$ pada 68°F = 20°C	
	lb/ft <sup>3</sup>	N/m <sup>3</sup>
Udara (pada 1 atm)	0,0752	11,8
Etilanol	49,2	7,733
Minyak pelumas SAE 30	57,3	8,996
Air	62,4	9,790
Air laut	64,0	10,050
Gliserin	78,7	12,360
Karbon tetraklorida	99,1	15,570
Air-raksa	846	133,100

"STANDAR KURUM BERKUALITAS (KURUM) ENCLAVE"

D. B.	H	L	J.	K.	Kapasitas (kg)	Jumlah orang	Berat sekeping (kg)	Berat 0 (kg)	berat perlemb (kg)	Total berat (kg)
5,4	x 2,74	x 1,10	x 1,10	x 2,75	500	50	2205	4500	336	7061
8,84	x 2,74	x 1,10	x 3,75	x 3,60	545	54	1976	4050	336	6382
8,53	x 2,59	x 1,07	x 2,50	x 3,50	500	50	1824	3750	330	5654
8,23	x 2,51	x 1,04	x 1,25	x 3,40	454	45	1646	3376	330	5351
7,92	x 2,44	x 0,99	x 1,00	x 3,25	405	40	473	3000	305	4778
7,62	x 2,36	x 0,96	x 0,75	x 3,15	366	36	1326	2700	305	4331
7,31	x 2,29	x 0,91	x 0,50	x 3,0	324	32	1180	2400	294	3843
7,01	x 2,29	x 0,88	x 0,50	x 2,90	300	30	1067	2250	254	3501 ✓
6,71	x 2,21	x 0,84	x 0,25	x 2,75	236	23	855	1950	229	3154
6,40	x 2,13	x 0,82	x 0,20	x 2,70	238	23	861	1725	229	2812
6,10	x 2,06	x 0,79	x 0,20	x 2,60	210	21	762	1575	203	2549
5,79	x 1,98	x 0,76	x 0,20	x 2,50	182	18	650	1350	178	2178
5,49	x 1,90	x 0,73	x 0,20	x 2,40	162	16	590	1200	152	1942
5,18	x 1,83	x 0,71	x 0,20	x 2,30	143	14	502	1050	152	1710
4,88	x 1,75	x 0,70	x 0,20	x 2,30	127	12	452	900	127	1491

# LAMPIRAN 8

## Tanabe Pneumatic Machinery Co., Ltd.

### Starting Compressor (Water-cooled)

Model No.	Speed (r.p.m.)	25kg/cm <sup>2</sup>			30kg/cm <sup>2</sup>		
		Capacity m <sup>3</sup> /hr (FA)	Power required PS	Motor (kW)	Capacity m <sup>3</sup> /hr (FA)	Power required PS	Motor (kW)
H-63	1,200	65	16.5	15	60	17	15
	1,500	80	20	18.5	75	21	18.5
	1,800	95	25	22	90	25.5	22
H-64	1,200	90	23	18.5	85	24	18.5
	1,500	110	29	25	105	30	25
	1,800	135	36.5	30	130	37.5	30
H-264	1,200	175	45.5	37	170	48	37
	1,500	215	57	45	210	60	50
	1,800	260	70.5	55	255	73.5	60
H-73	1,200	110	28	25	105	29	25
	1,500	135	35	30	130	36	30
	1,800	160	46	37	155	47	37
H-74	1,200	140	35	30	135	36	30
	1,500	175	45	37	170	46	37
	1,800	205	58	45	200	60	50
H-273	1,200	220	55	45	215	56	45
	1,500	275	69	55	270	73	55
	1,800	325	86	65	320	88	70
H-274	1,200	275	70	55	270	73	55
	1,500	340	88	70	335	91	75
	1,800	405	108	85	400	111	90
H-373	1,200	330	83	65	320	87	70
	1,500	410	104	85	400	109	90
	1,800	485	128	100	475	132	110
H-374	1,200	415	105	85	405	110	90
	1,500	515	130	110	505	135	110
	1,800	610	162	125	600	168	132

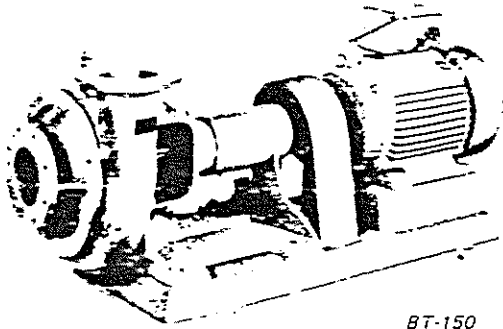
LEGEND: Capacity (free air) referred to inlet condition, measured according to vessel charging test method.

### Emergency Compressor (Vertical 2-stage Air-cooled)

Model No.	Speed (r.p.m.)	15kg/cm <sup>2</sup>		25 ~ 30kg/cm <sup>2</sup>	
		m <sup>3</sup> /hr FA	PS	m <sup>3</sup> /hr FA	PS
LSHC-20B	900	4.7	1.4	4.3	1.6
	1000	5.2	1.5	5.0	1.7
LSHC-30A	900	13.5	4.8	12.8	5.3
	1000	14.3	5.3	13.8	5.8
LSHC-40A	900	20.4	7.2	19.4	8.0
	1000	22.3	7.9	21.2	8.9

Centrifugal Pumps

Horizontal type

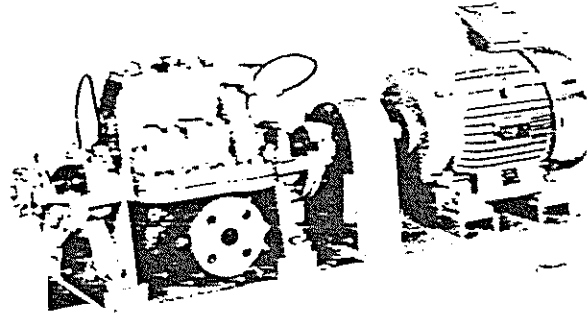


BT-150

BT  
SBH

Applications:  
Cooling water  
Water service  
Fresh water  
Sanitary

Specifications:  
Horizontal single stage  
single suction  
Centrifugal  
Capacity 2-700 m<sup>3</sup>/h  
Head 9-130 m

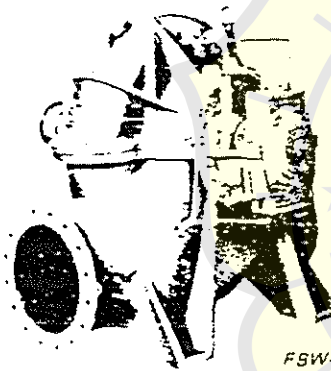


EBH-40

EBH  
EB2H  
EB4H

Applications:  
Boiler feed  
Water service

Specifications:  
Horizontal multi stage  
single suction  
Centrifugal  
Capacity 1-80 m<sup>3</sup>/h  
Head 50-310 m

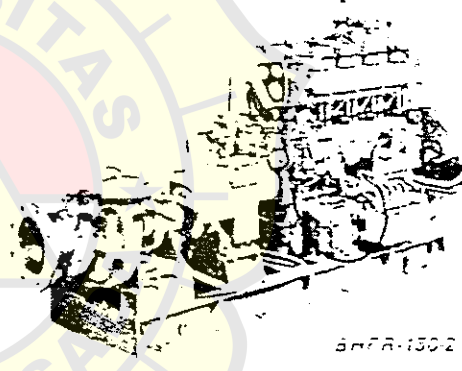


FBW-450

FBW

Applications:  
Cooling water  
Condenser circulating  
Ballast  
Water service

Specifications:  
Horizontal single stage  
double suction  
Centrifugal  
Capacity 200-3,500 m<sup>3</sup>/h  
Head 13-50 m



BHF-150-2

BHF

Applications:  
Fire  
Emergency fire

Specifications:  
Horizontal single stage  
self priming  
Centrifugal  
Capacity 25-200 m<sup>3</sup>/h  
Head 40-90 m

SGH  
SH

Applications:  
Ballast  
Water service  
Fire & general service

Specifications:  
Horizontal single stage  
self priming  
Centrifugal  
Capacity 2-700 m<sup>3</sup>/h  
Head 10-65 m

BBH-L  
BBH-S

Applications:  
Boiler water circulating  
Head transfer  
Liquids circulating

Specifications:  
Horizontal single stage  
single suction  
Centrifugal  
Capacity 2-80 m<sup>3</sup>/h  
Head 15-65 m

FB2H

Applications:  
Fire  
Emergency fire

Specifications:  
Horizontal 2 stage  
single suction  
Centrifugal  
Capacity 100-500 m<sup>3</sup>/h  
Head 50-150 m

EBHU

Applications:  
Fire  
Boiler feed

Specifications:  
Horizontal 2-3 stage  
single suction  
Centrifugal  
Capacity 2-80 m<sup>3</sup>/h  
Head 80-210 m

Marine Pumps

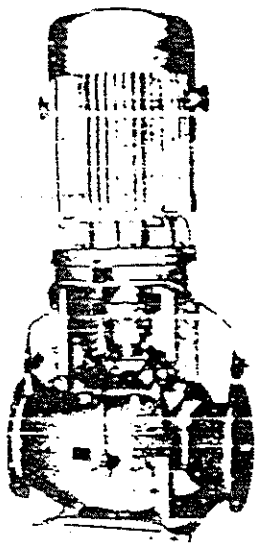
Centrifugal Pumps

Naniwa centrifugal pumps are available as single- or double suction, single- or double volute, vertical- or horizontal installations, single- or multi stages, etc. to ideally suit any specification requirement.

The materials of the principal parts of Naniwa centrifugal pumps are standardized as follows:

- Casing: Bronze for sea water  
Cast iron for fresh water  
Stainless steel for chemicals
- Impeller: Phosphor bronze for sea water and fresh water  
Stainless steel for sea water and chemicals
- Shaft: Stainless steel for sea water and fresh water

Vertical type



FEV  
FEWV

Applications:  
Cooling water  
Water service  
Ballast

Specifications:  
vertical single stage  
double volute  
Centrifugal  
Capacity 30-3,000 m<sup>3</sup>/h  
Head 13-50 m

FEWV 300



TOM

Applications:  
Lubricating oil  
Oil service

Specifications:  
Vertical multistage  
single suction  
Centrifugal  
Capacity 30-1,000 m<sup>3</sup>/h  
Head 2-15 kg/cm<sup>2</sup>

TOM-200

FBV  
FBSV

Applications:  
Cooling water  
Water service  
Fire & general service

Specifications:  
Vertical single stage  
single suction  
Centrifugal  
Capacity 30-500 m<sup>3</sup>/h  
Head 10-75 m

FDDV  
2FDDV

Applications:  
Condensate  
Drain

Specifications:  
Vertical 1-2 stage  
single (double)  
suction  
Centrifugal  
Capacity 2-110 m<sup>3</sup>/h  
Head 50-110 m

FBWV  
FCDV

Applications:  
Cooling water  
Condenser circulating  
Ballast  
Water service

Specifications:  
vertical single stage  
double suction  
Centrifugal  
Capacity 200-15,000 m<sup>3</sup>/h  
Head 5-50 m

FB2V  
FBCV  
FE2V

Applications:  
Fire & general service  
Bilge & ballast  
Water service

Specifications:  
Vertical two stage  
single suction  
Centrifugal  
Capacity 40-800 m<sup>3</sup>/h  
Head 25-170 m

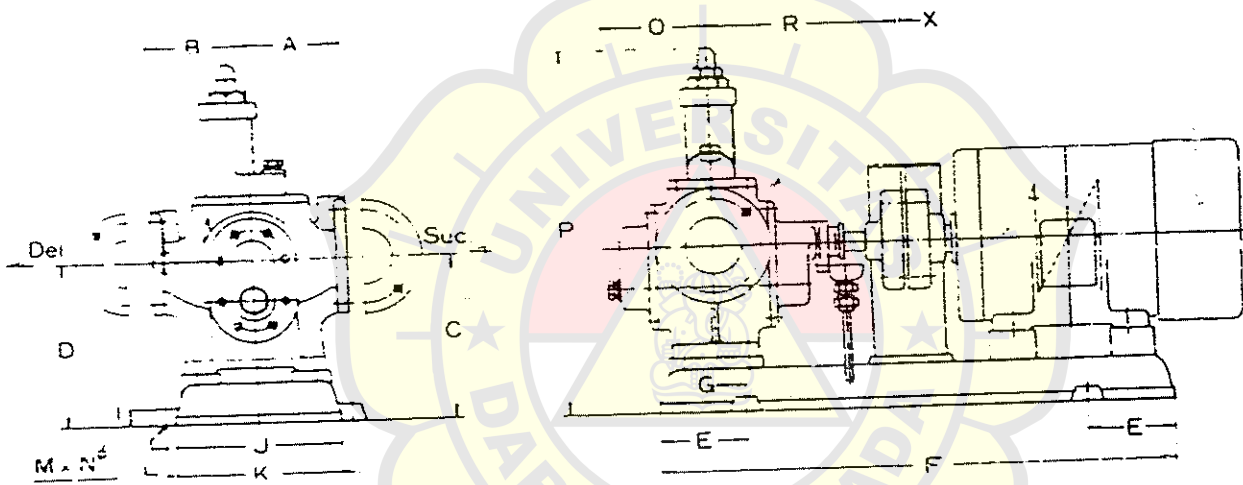
EVPM

Applications:  
Product cargo  
Chemical cargo

Specifications:  
Vertical multi-stage  
single suction  
Centrifugal  
Capacity 50-1,500 m<sup>3</sup>/h  
Head 50-150 m

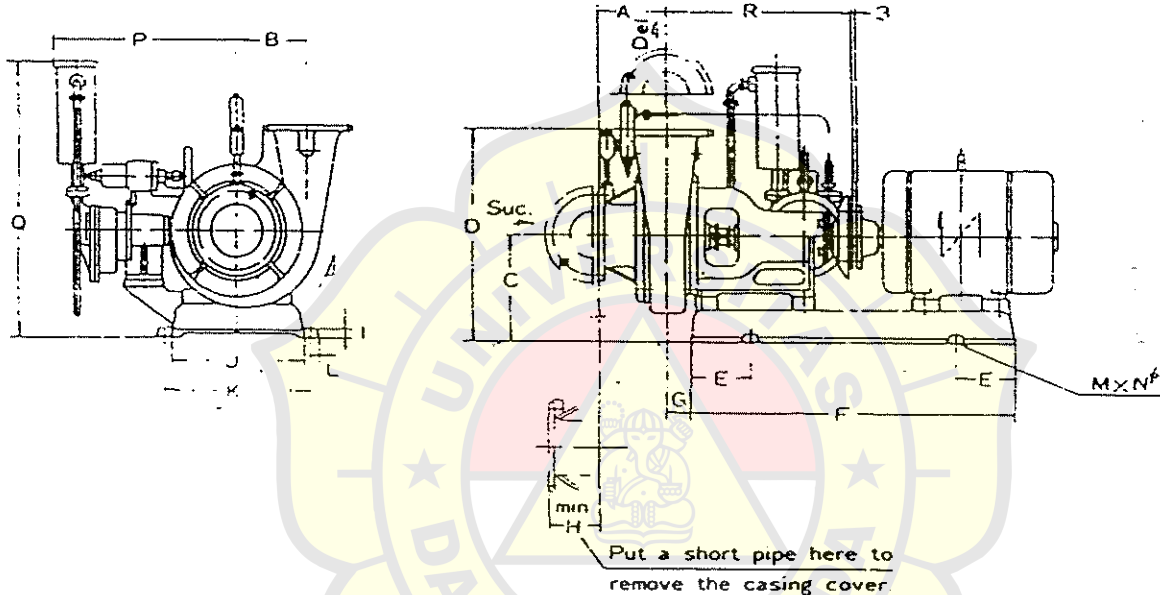
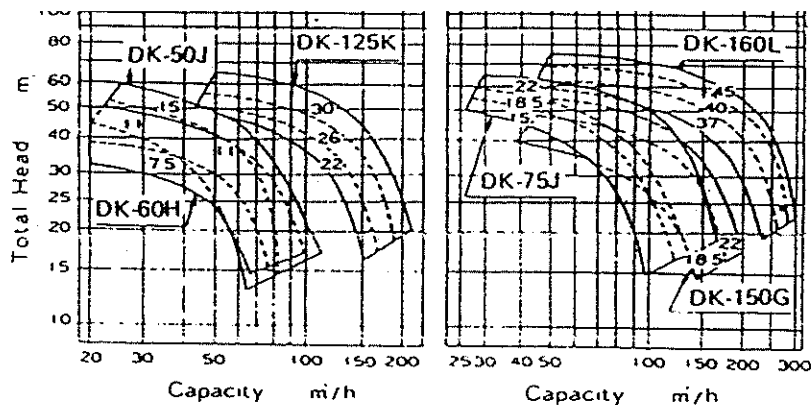
# HORIZONTAL GEAR PUMP

## Type



Dimensions—mm

Code	No. of Rev (r.p.m.)	Motor (kw)	Bore		A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N	O	P	R	X	Pump Weight (kg)
			Suc	Del																		
5B	1200	0.4	25	20	110	110	200	200	50	365	21	20	170	140	15	4	15	55	330	122	3	30
B	1200	0.75	32	25	95	95	195	195	100	500	60	25	260	300	23	4	15	89	380	175	3	47
B	1200	0.75 15	40	32	95	95	195	195	100	500	60	25	260	300	23	4	15	96	395	175	3	50
B	1200	0.75 15	50	40	100	100	210	210	100	550	35	25	260	300	23	4	15	98	412	185	3	55
B	1200	1.5 22	65	50	105	105	225	225	100	600	20	25	280	320	23	4	15	144	470	200	3	70
B	1200	1.5 22	65	50	105	105	225	225	100	600	20	25	280	320	23	4	15	111	470	200	3	72
B	1200	2.2	65	50	105	105	225	225	100	600	20	25	280	320	23	4	15	55	470	200	3	72
B	1200	3.7	65	50	105	105	230	230	130	640	60	25	300	330	25	4	15	63	475	200	3	78
5B	1200	2.2 3.7	80	65	110	110	245	245	150	700	50	25	300	350	23	4	15	122	500	220	3	90
0B	1200	2.2 3.7	80	65	140	140	230	230	125	700	30	25	310	350	23	4	15	137	530	245	3	95
2B	1200	3.7	80	65	140	140	230	230	125	700	30	25	310	350	23	4	15	152	530	250	3	103
5B	1200	5.5	80	65	150	150	260	260	100	750	0 20	25	310	350	23	4	15	165	565	285	3	140
10B	1200	7.5	80	65	150	150	270	270	150	950	65	30	350	390	22	4	19	193	618	315	3	135
10B	1200	5.5	100	80	160	160	270	270	150	800	50	25	310	350	23	4	15	193	618	315	3	135
15B	1200	7.5	100	80	160	160	270	270	200	900	100	25	350	390	23	4	15	193	618	315	3	135
30B	1200	7.5 11	125	100	175	175	320	320	200	1000	80	30	370	420	25	4	19	210	688	357	3	200
40B	1200	7.5 11	150	125	190	190	330	330	200	1050	40 5/8	35	490	540	25	4	23	240	780	387	3	220
50B	1200	11 15	150	125	235	235	390	390	250	1100	90	30	450	500	25	4	19	225	835	385	3	365
65B	1200	15 18.5	150	125	235	235	390	390	200	1150	30	30	500	550	25	4	19	245	840	415	3	370
80C	900	18.5 22	150	125	250	250	460	460	200	1500	0	45	570	620	30	6	23	377	1005	577	3	490
100C	720	22 30	200	175	350	350	370	370	300	1730	-30	35	620	680	28	4	23	523	1395	730	4	550

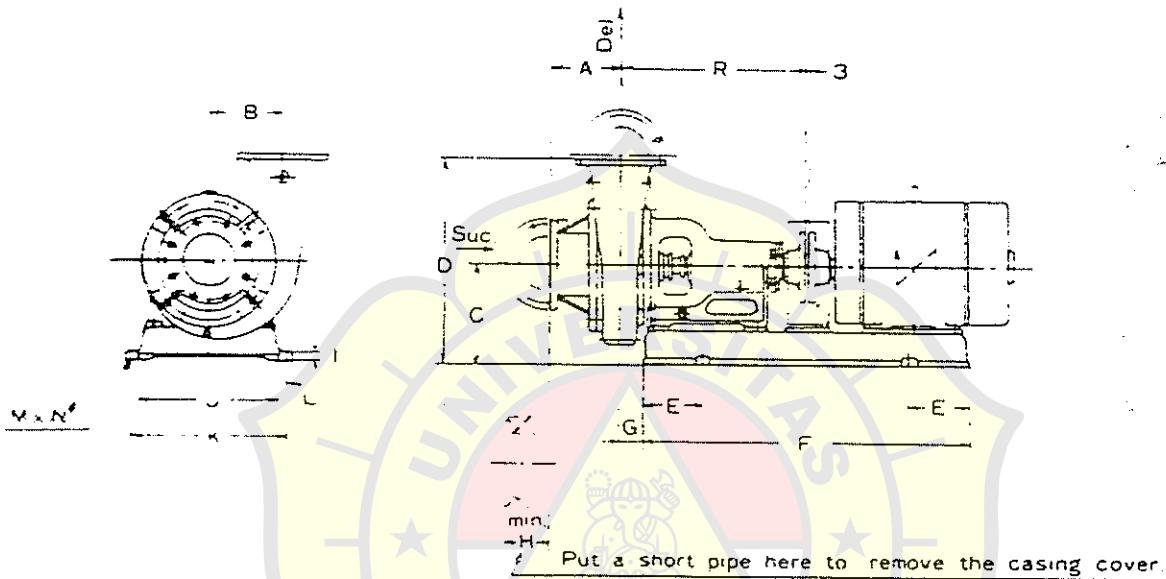
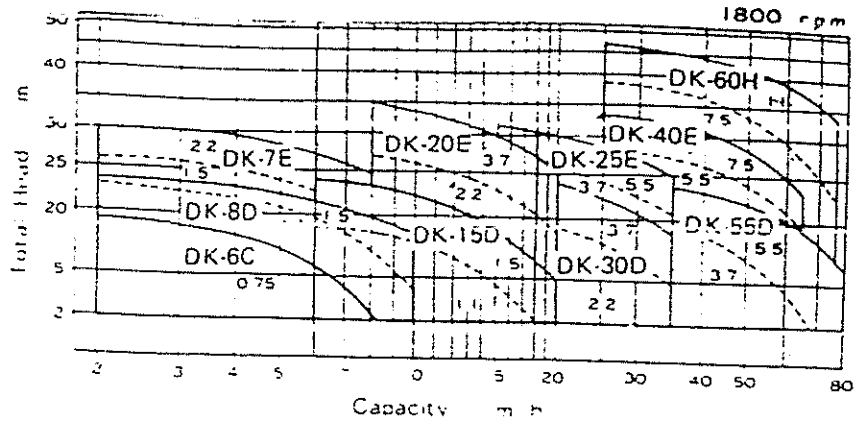


Type	Motor (kw)	Bore Suc.	Del.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q	R	Vacuum Pump	Pump Weight (kg)
50J	11	100	100	140	220	240	520	150	900	30	100	25	360	400	23	4	15	405	705	420	V-18	250
	15			140	220	240	520	150	900	30	100	25	360	400	23	4	15	405	705	420	V-18	250
60H	7.5	100	100	117	177	240	470	150	900	32	100	25	360	400	23	4	15	405	705	422	V-18	240
	11			117	177	240	470	150	900	32	100	25	360	400	23	4	15	405	705	422	V-18	240
	15			156	205	300	590	200	1020	35	120	30	390	430	25	4	23	405	765	480	V-50	270
75J	18.5	125	125	156	205	300	590	200	1020	35	120	30	390	430	25	4	23	405	765	480	V-50	270
	22			156	205	300	590	200	1020	35	120	30	390	430	25	4	23	405	765	480	V-50	270
150G	18.5	150	150	160	200	295	610	200	1050	53	120	30	450	500	25	4	23	420	775	548	V-50	280
	22			160	200	295	610	200	1050	53	120	30	450	500	25	4	23	420	775	548	V-50	280
125K	22	150	150	160	230	303	610	200	1050	60	120	30	450	500	25	4	23	420	775	555	V-50	280
	30			160	230	303	610	200	1100	60	120	30	450	500	25	4	23	420	775	555	V-50	280
160L	37	150	150	159	235	375	695	250	1340	68	100	30	490	550	28	4	23	420	840	760	V-50	430
	45			159	235	375	695	250	1340	68	100	30	490	550	28	4	23	420	840	760	V-50	430



# DK Type

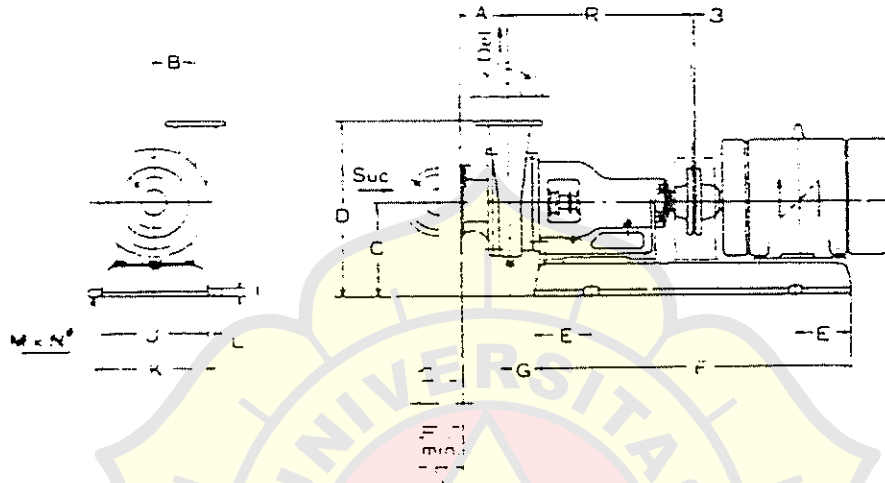
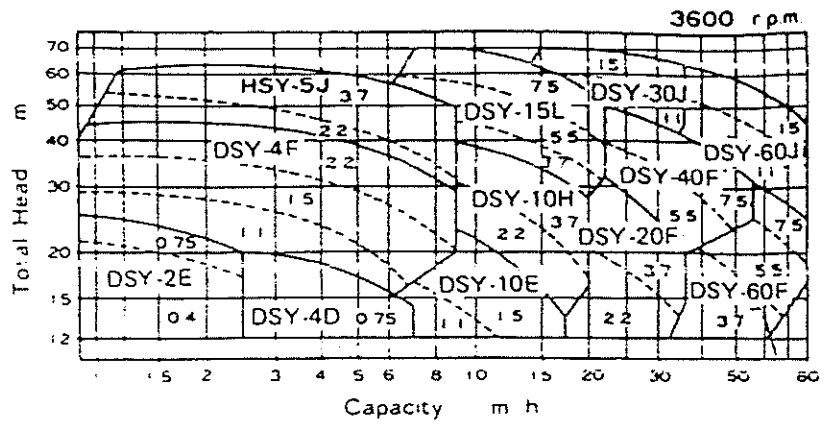
UTAMA PUMP



Type	Motor (kw)	Bore		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	R	Pump Weight (kg)
		Suc	Del																
6C	0.75	32	32	96	110	165	315	100	550	35	100	25	200	240	23	4	15	350	50
6D	1.5	32	32	100	130	165	315	100	600	30	100	25	200	240	23	4	15	350	55
6E	1.5	32	32	100	135	165	335	100	600	30	100	25	200	240	23	4	15	350	60
	2.2			100	135	175	345	100	620	35	100	25	240	280	23	4	15	350	60
5D	1.5	50	50	108	125	165	325	100	600	30	100	25	200	240	23	4	15	350	95
0E	2.2	50	50	108	160	175	365	100	620	35	100	25	240	280	23	4	15	350	115
	3.7			108	160	190	380	100	650	30	100	25	260	300	23	4	15	350	115
5E	3.7	55	55	110	154	190	370	125	700	28	100	25	300	340	23	4	15	370	145
	5.5			110	154	210	390	125	700	28	100	25	300	340	23	4	15	370	145
0D	2.2	65	65	104	150	175	365	100	620	35	100	25	240	280	23	4	15	350	120
	3.7			104	150	190	380	100	650	30	100	25	260	300	23	4	15	350	120
5D	3.7	100	100	113	160	190	390	125	700	28	100	25	300	340	23	4	15	370	190
	5.5			113	160	210	410	125	700	28	100	25	300	340	23	4	15	370	190
0E	5.5	100	100	112	165	201	410	125	700	30	100	25	300	340	23	4	15	372	180
	7.5			112	165	201	410	150	750	30	100	25	300	340	23	4	15	372	180
0H	7.5	100	100	117	177	210	440	150	780	32	100	25	300	340	23	4	15	422	210
	11			117	177	235	465	175	860	32	100	25	360	400	23	4	15	422	210

# HORIZONTAL SINGLE STAGE SINGLE SUCTION

## DSY Type



Put a short pipe here to remove the casing cover

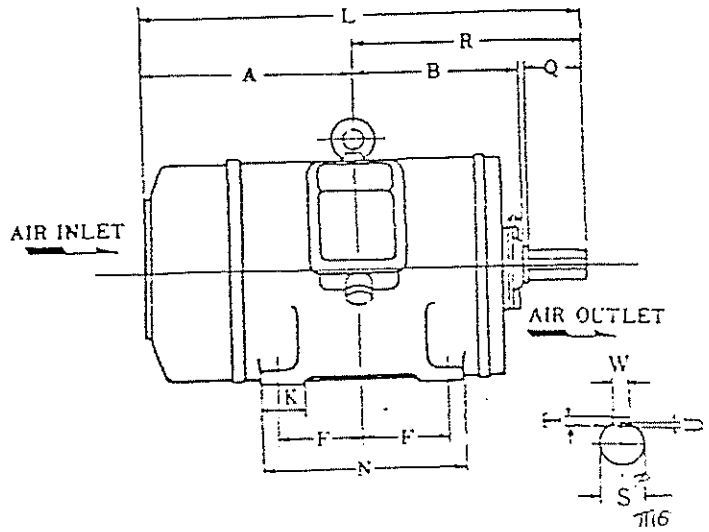
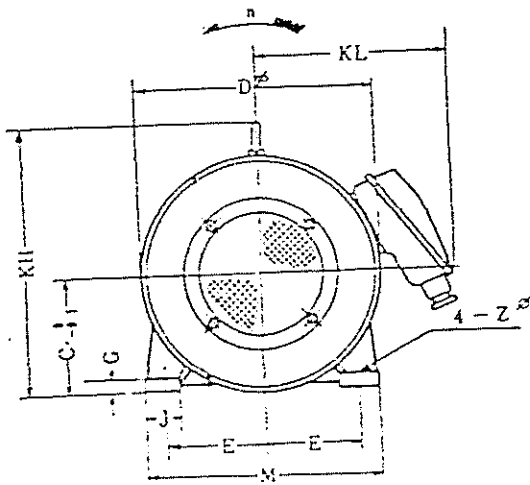
Dimensions—mm

Type	Motor (kw)	Bore		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	R	Pump Weight (kg)
		Suc	Del																
SY-2E	0.75	32	32	88	73	165	315	100	550	35	100	25	200	240	23	4	15	350	45
SY-4D	0.75	32	32	90	65	172	290	100	550	35	100	25	200	240	23	4	15	350	45
SY-4F	1.5	32	32	96	92	165	315	100	600	30	100	25	200	240	23	4	15	350	50
	2.2			96	92	175	325	100	620	35	100	25	240	280	23	4	15	350	50
SY-5J	2.2	32	32	94	95	182	325	100	620	35	100	25	240	280	23	4	15	350	60
	3.7			94	95	197	340	100	650	30	100	25	260	300	23	4	15	350	60
SY-10E	1.5	50	50	96	75	165	295	100	600	30	100	25	200	240	23	4	15	350	60
SY-10H	2.2	50	50	96	96	175	325	100	620	35	100	25	240	280	23	4	15	350	55
	3.7			96	96	190	340	100	650	30	100	25	260	300	23	4	15	350	55
SY-15L	3.7	50	50	110	120	190	390	125	700	28	100	25	300	340	23	4	15	370	80
	5.5			110	120	210	410	125	700	28	100	25	300	340	23	4	15	370	80
	7.5			110	120	210	410	150	750	28	100	25	300	340	23	4	15	370	80
SY-20F	2.2	65	65	105	95	175	315	100	620	35	100	25	240	280	23	4	15	350	75
	3.7			105	95	190	330	100	650	30	100	25	260	300	23	4	15	350	75
SY-40F	5.5	100	100	118	105	202	420	125	700	28	100	25	300	340	23	4	15	370	125
	7.5			118	105	202	420	150	750	28	100	25	300	340	23	4	15	370	125
SY-30J	11	65	65	120	120	249	445	175	860	35	100	25	360	400	23	4	15	425	110
	15			120	120	249	445	175	900	35	100	25	360	400	23	4	15	425	110
	3.7			122	115	210	390	120	700	35	100	25	300	340	23	4	15	425	160
SY-60F	5.5	100	100	122	115	210	390	150	750	30	100	25	300	340	23	4	15	425	160
	7.5			122	115	210	390	150	780	35	100	25	300	340	23	4	15	425	160
SY-60J	11	100	100	120	120	235	445	175	860	35	100	25	360	400	23	4	15	425	110
	15			120	120	235	445	175	900	35	100	25	360	400	23	4	15	425	110

ENCLOSED VENTILATED DRIPPROOF MACHINE  
INDUCTION MOTOR

NO. 1-2  
AIR COND COMP

TYPE : ID 440 V



(mm)

MODEL	A	B	C	D	E	F	G	J	K	L	M	N	Q	R	S	W	T	U	Z	KL	KH
D-225M	405.5	299	225	444	178	155.5	28	90	90	850	440	370	140	444.5	65	18	12	6	19	470	520
D-250S	438.5	317	250	474	203	155.5	32	90	100	902	480	380	140	463.5	75	20	13	7	24	490	573
ID-250M	458.5	337	250	474	203	174.5	32	90	100	941	480	420	140	482.5	75	20	13	7	24	490	573
ID-280S	501	367	280	546	228.5	184	35	100	110	1015	540	450	140	514	75	20	13	7	24	515	655
ID-280M	525.5	392	280	546	228.5	209.5	35	100	110	1055	540	500	140	539.5	75	20	13	7	24	515	655
ID-315S	571	414	315	588	254	203	40	100	125	1160	500	500	170	589	85	24	16	8	28	585	740
ID-315M	595.5	439	315	588	254	223.5	40	100	125	1210	500	550	170	614.5	85	24	16	8	28	585	740

MODEL	OUTPUT (KW)	NO. OF POLES	AMP. S (A)	r.p.m	WEIGHT Ca. (KG)
ID-225M	33	6	58	1165	385
ID-250S	40	6	70	1165	440
ID-250M	50	6	86	1165	480
ID-250M	53	6	92	1165	480
ID-280S	60	6	100	1165	655
ID-280S	65	6	112	1165	680
ID-280S	70	6	114	1165	655
ID-280M	80	6	140	1165	725
ID-280M	85	6	142	1165	725
ID-315S	95	6	146	1170	860
ID-315S	97	6	152	1170	860
ID-315S	100	6	163	1170	860
ID-315S	106	6	160	1170	860
ID-315M	125	6	196	1170	940

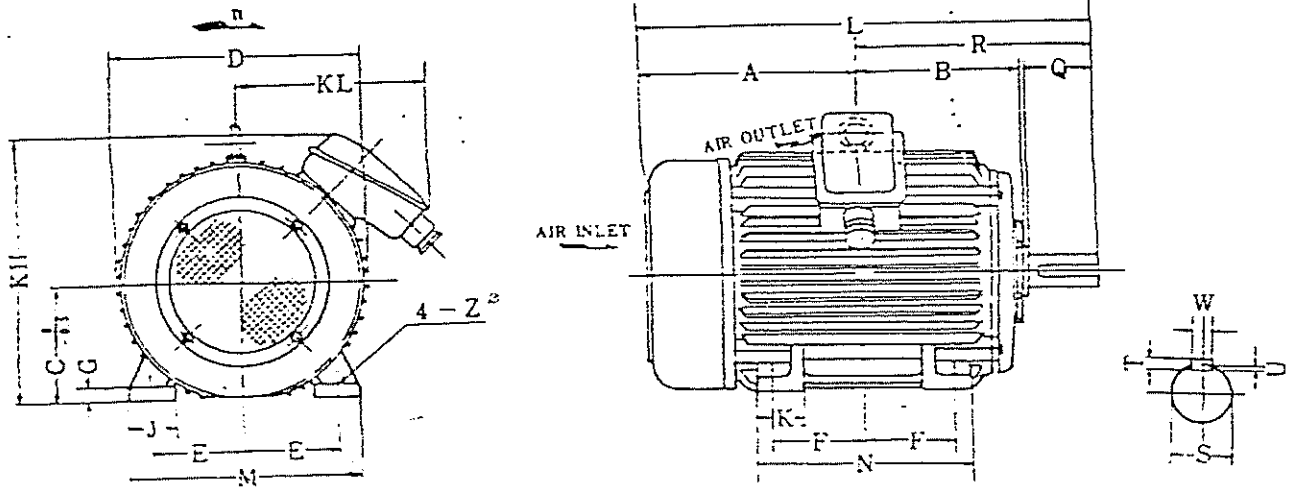
COMMON REMARK	
RATING	CONT
VOLTS	440V
CYCLES	60 Hz
NO. OF PHASES	3 φ
INSULATION	E CLASS

CRANGE	3 RD ANGLE PROJECTION	UNIT mm	CHIEF	OUTLINE
	SCALE	/	CHECK	
	DATE	NOV 27 1973	DESIGN	
			TRACE Y. NAKAJIMA	
APPROVED T. TSUTSUI			DRAW. NO. M441396	

TOTALLY-ENCLOSED FAN-COOLED MACHINE  
INDUCTION MOTOR

COLD STORAGE MOTOR

TYPE : ITS-440 V.



(mm)

MODEL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	W	T	U	V	Z	KL	KH
ITS - 180M	334.5	235	130	370	139.5	120.5	22	75	75	636	350	290	110	351.5	48	h6	12	8	4.5	15	235	420				
ITS - 180L	354.5	255	130	370	139.5	139.5	22	75	75	725	350	330	110	370.5	48	h6	12	8	4.5	15	335	420				
ITS - 200L	382.5	280	200	420	159	152.5	25	80	80	777	390	360	110	395.5	55	m6	15	10	5	19	355	475				
ITS - 225S	395	287	225	470	178	143	28	90	90	827	440	346	140	432	60	m6	15	10	5	19	395	530				
ITS - 225M	405.5	299	225	470	178	155.5	28	90	90	850	440	370	140	444.5	60	m6	15	10	5	19	395	530				
ITS - 250M	458.5	337	250	500	203	174.5	32	90	100	941	480	420	140	482.5	65	m6	18	12	6	24	405	565				
ITS - 280S	506	368	280	570	228.5	184	35	100	120	1020	540	450	140	514	75	m6	20	13	7	24	500	650				
ITS - 280M	525.5	393	280	570	228.5	209.5	35	100	120	1035	540	500	140	539.5	75	m6	20	13	7	24	500	650				

MODEL	OUT PUT (KW)	NO. OF POLES	AMPS (A)	T.P.E	WEIGHT (Kg)
ITS - 180M	18.5	4	31	1755	Ca 230
ITS - 180L	22	4	35	1750	Ca 230
ITS - 200L	30	4	47	1755	Ca 298
ITS - 225S	37	4	60	1760	Ca 362
ITS - 225M	45	4	70	1760	Ca 395
ITS - 250M	55	4	85	1760	Ca 461
ITS - 280S	75	4	125	1765	Ca 675
ITS - 280M	90	4	135	1760	Ca 747
ITS - 180L	15	6	26	1150	Ca 233
ITS - 200L	18.5	6	31	1165	Ca 293
ITS - 200L	22	6	37	1165	Ca 293
ITS - 225M	30	6	52	1165	Ca 390
ITS - 250M	37	6	62	1170	Ca 451
ITS - 280S	45	6	76	1170	Ca 667
ITS - 280M	55	6	94	1170	Ca 732
ITS - 180L	11	8	21	870	Ca 323
ITS - 200L	15	8	26	870	Ca 393
ITS - 225S	18.5	8	32	875	Ca 360
ITS - 225M	22	8	38	875	Ca 395
ITS - 250M	30	8	51	875	Ca 446
ITS - 280S	37	8	64	875	Ca 667
ITS - 280M	45	8	80	875	Ca 732

COMMON REMARK	
RATING	1800 RPM
VOLTS	440V
CYCLES	60Hz
NO. OF PHASES	3φ
INSULATION	E CLASS

CRANGE

3 RD ANGLE PROJECTION	UNIT	CHIEF	K. Kawamura
		CHECK	E. OKAMURA
SCALE	/	DESIGN	
DATE	Oct 28, 1977	TRACE	M. KOUKETU

OUT LINE

DRAW. NO

4M 016-03



SHOP TEST AND INSPECTION METHOD FOR LIFEBOAT DAVIT & WINCH

救命艇用ダビット及びクインチ 工場試験及び検査要領

1) LIFEBOAT DAVIT

救命艇ダビット

PARTICULARS 試験項目	CONDITION OF DAVIT ダビットの状態	TEST LOAD 試験荷重
Static overload test 静過負荷試験	Fully turned out Upright 引出位置 水平状態	$Wf \times 2.2 = 12551 \text{ Kg}$
Hoisting and Turning test 巻上げ及び引出試験	Upright 水平状態	$Wex1.1 = 2976 \text{ Kg}$
Block leave test 吊りブロック離脱試験	$15^\circ$ heel $10^\circ$ trim $15^\circ$ ヒール $10^\circ$ トリム状態	$Wex1.1 = 2976 \text{ Kg}$

2) LIFEBOAT WINCH

救命艇クインチ

Tests of this item are performed prior to tests of davits.

本項目の各試験はダビットの試験に先立って行われます。

PARTICULARS 試験項目	CONDITION OF WINCH クインチの状態	TEST LOAD 試験荷重
Static overload test 静過負荷試験	Upright 水平状態	$SWL \times 1.5 = 8750 \text{ Kg}$
Lowering speed test 降下速度試験	Allowable speed $18-36 \text{ m/min.}$ 許容速度	$Wf \times 1.1 \times 1/2 = 3138 \text{ Kg}$
Braking test ブレーキテスト	Upright 水平状態	$Wf \times 1.1 \times 1/2 = 3138 \text{ Kg}$
Hoisting speed test 巻上げ速度試験	Upright 水平状態	$Wex1.1 \times 1/2 = 1486 \text{ Kg}$

3) OTHER TEST

他の試験

PARTICULARS 試験項目	CONDITION 状態	TEST LOAD 試験荷重
Sling block Static overload test 吊りブロック 静過負荷試験	Upright 水平状態	$Wf \times 2.5 = 14263 \text{ Kg}$

4) APPEARANCE

外觀検査

To be confirmed the welding parts & measured principal dimensions.  
溶接部の確認及び主要寸法の計測を行う。



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 daya kompresi-uap standar menghasilkan 50 kW refrigerasi dengan menggunakan refrigeran 22, bekerja pada suhu pengembunan  $35^{\circ}\text{C}$  dan suhu penguapan  $-10^{\circ}\text{C}$ . Hitunglah (a) dampak refrigerasi dalam kilojoule per-kilogram, (b) laju pendauran 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  $-10^{\circ}\text{C}$ , 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  $35^{\circ}\text{C}$ . Tekanan pengembunan ini adalah  $1356 \text{ kPa}$ , dan nilai  $h_2 = 435,2 \text{ kJ/kg}$ .

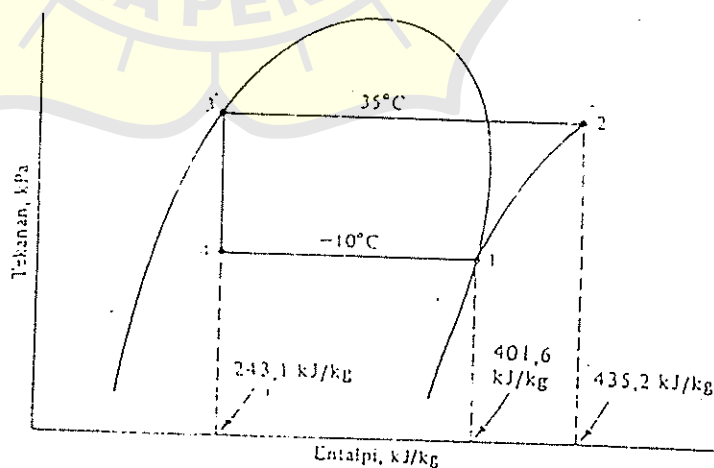
Nilai  $h_3$  dan  $h_4$  identik, dan sama dengan entalpi cairan jenuh pada  $35^{\circ}\text{C}$ , yaitu  $243,1 \text{ kJ/kg}$ . Sehingga

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

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

(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.

(b) Laju pendaaran refrigeran dapat dihitung dengan membagi kapasitas refrigerasi dengan dampak refrigerasi :

$$\text{Laju alir} = \frac{50 \text{ kW}}{158,5 \text{ kJ/kg}} = 0,315 \text{ kg/det}$$

(c) Daya yang dibutuhkan oleh kompresor adalah kerja kompresi per-kilogram dikalikan dengan laju aliran refrigeran

$$\begin{aligned} \text{Daya kompresor} &= (0,315 \text{ kg/det}) (435,2 - 401,6 \text{ kJ/kg}) \\ &= 10,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

(d) Koefisien prestasi adalah laju pendinginan dibagi dengan daya kompresor

$$\text{Koefisien prestasi} = \frac{50 \text{ kW}}{10,6 \text{ kW}} = 4,72$$

(e) Laju aliran pada seksi masuk kompresor memerlukan data volume spesifik refrigeran pada titik 1. Dari Tabel A-6 atau Gambar A-4 nilai ini:  $0,0654 \text{ m}^3/\text{kg}$ , sehingga

$$\begin{aligned} \text{Laju aliran volume} &= (0,315 \text{ kg/det}) (0,0654 \text{ m}^3/\text{kg}) \\ &= 0,0206 \text{ m}^3/\text{det} = 20,6 \text{ l/det} \end{aligned}$$

(f) Daya kompresor per kilowatt refrigerasi (yang merupakan kebalikan dari koefisien prestasi) adalah,

$$\text{Daya refrigerasi} = \frac{10,6 \text{ kW}}{50 \text{ kW}} = 0,212 \text{ kW/kW}$$

(g) Suhu buang kompresor adalah suhu uap panas-lanjut pada titik 2, yang dari Gambar A-4 didapatkan sebesar  $57^\circ\text{C}$

Semua sifat-sifat di dalam Contoh 10-1 dapat diambil dari Tabel A-6, kecuali  $h_2$  dan  $t_2$  yang berada di dalam daerah panas-lanjut. Sifat-sifat pada titik 2 dapat ditentukan baik dari diagram tekanan-entalpi, Gambar A-4, atau dari Tabel A-7. Tabel yang lebih lengkap tentang sifat uap panas-lanjut juga tersedia,<sup>1</sup> dan juga untuk refrigeran lainnya, dapat ditemukan. Sifat-sifat refrigeran pada titik 2 ditentukan dengan melakukan interpolasi pada Tabel A-7, pada tekanan dan entropi yang cocok.

10-15 Penukar kalor (heat exchangers) Beberapa sistem refrigerasi dilengkapi dengan penukar kalor jalur cair-hisap (liquid-to-suction), yang menurunkan suhu (sub-cools) cairan dari kondensor dengan uap isap (suction vapor) yang datang dari evaporator. Susunannya diperlihatkan dalam Gambar 10-13a, dan diagram tekanan-entalpi yang bersangkutan dalam Gambar 10-13b.

Cairan jenuh pada titik 3 yang berasal dari kondensor didinginkan hingga titik 4 dengan cara bertukar kalor dengan uap pada titik 6 yang dipanaskan hingga mencapai titik 1. Dari keseimbangan kalor,  $h_2 - h_4 = h_1 - h_6$ . Dampak refrigerasinya dapat berbentuk  $h_6 - h_5$  atau  $h_1 - h_3$ . Gambar 10-14 menunjukkan penampang terpotong penukar kalor jalur cair-hisap (liquid-to-suction heat exchanger).

Dibandingkan dengan daun kompresor uap standar, sistem yang menggunakan penukar kalor nampaknya lebih memiliki keuntungan yang jelas karena baiknya dampak refrigerasi. Kapasitas dan koefisien prestasi tampaknya dapat ditingkatkan. Tetapi hal ini tidak sepenuhnya benar. Walaupun dampak refrigerasi dapat ditingkatkan, tetapi kompresi terdorong jauh masuk ke dalam daerah panas-lanjut, sehingga kerja kompresi akan lebih besar dibandingkan dengan yang dekat dengan garis uap-jenuh. Dari hal



Tabel 2.7 Daya yang diperlukan untuk kompresi adiabatik teoritis.

Tekanan (kg/cm <sup>2</sup> (G))	Kompresi 1-tingkat (kW)	Kompresi 2-tingkat (kW)	Tekanan (kg/cm <sup>2</sup> (G))	Kompresi 2-tingkat (kW)
0,5	0,7053		11	4,9639
1	1,2608		12	5,1563
1,5	1,7256		13	5,3365
2	2,1288		14	5,5060
2,5	2,4869		15	5,6661
3	2,8105		16	5,8178
3,5	3,1065		17	5,9621
4	3,3801	2,9994	18	6,0997
4,5	3,6348	3,2012	19	6,2313
5	3,8736	3,3879	20	6,3573
5,5	4,0987	3,5618	21	6,4783
6	4,3118	3,7247	22	6,5947
6,5	4,5143	3,8779	23	6,7068
7	4,7074	4,0227	24	6,8150
7,5	4,8922	4,1599	25	6,9195
8	5,0693	4,2904	26	7,0215
8,5	5,2396	4,4148	27	7,1195
9	5,4036	4,5338	28	7,2146
9,5	5,5619	4,6477	29	7,3069
10	5,7149	4,7572	30	7,3965

Catatan: Daya yang dinyatakan diatas adalah daya kompresi adiabatik teoritis untuk setiap m<sup>3</sup> mentu udara bebas 1 kg/cm<sup>2</sup> = 0,0750665 atm. G berarti tekanan lebih (gage)

Semakin tinggi efisiensi adiabatik keseluruhan sebuah kompresor, berarti semakin kecil daya poros yang diperlukan untuk perbandingan kompresi dan kapasitas yang sama. Namun setinggi-tinggi efisiensi ini, harganya tidak akan mencapai 100%.

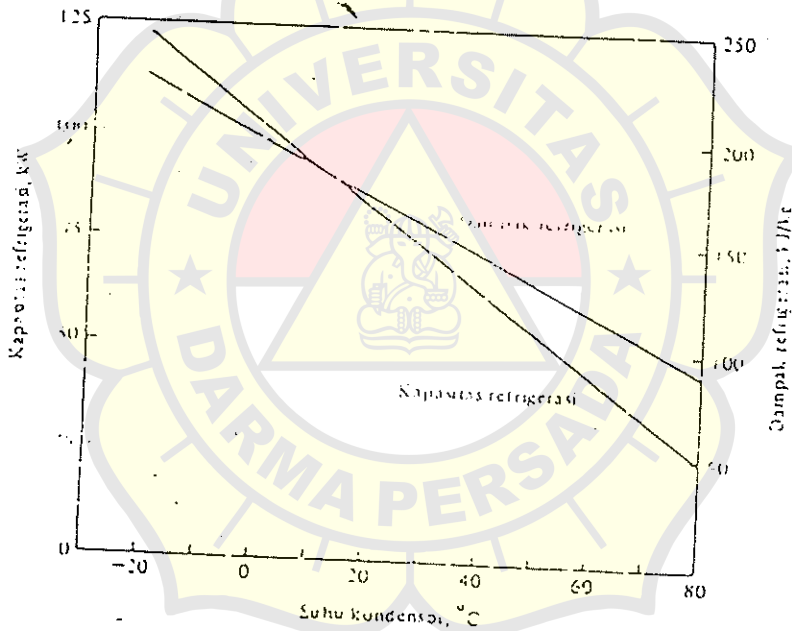
Selanjutnya, karena harga daya adiabatik teoritis untuk kompresor 1 tingkat berbeda dengan harga untuk kompresor 2 tingkat, maka memperbandingkan efisiensi kompresor harus dilakukan di antara yang sama jumlah tingkatnya.

Sebagai kesimpulan dapat dikemukakan bahwa efisiensi adiabatik keseluruhan merupakan petunjuk bagi baik buruknya performansi dan ekonomi sebuah kompresor. Adapun efisiensi volumetris hanya merupakan suatu koefisien yang diperlukan oleh perencana kompresor dan tidak penting artinya bagi pemakai.

si volumetrik yang mempengaruhi laju alir massa, yang menunjukkan suatu penurunan akibat naiknya suhu kondensor. Gambar 11-10 menunjukkan penurunan tersebut yang progresif. Kapasitas refrigerasi adalah hasil kali antara dampak refrigerasi dan laju aliran massa, yang keduanya akan turun bila suhu kondensor naik. Jadi kapasitas refrigerasi turun agak lebih cepat karena naiknya suhu kondensor.

Karakteristik yang penting lagi adalah daya yang diperlihatkan dalam Gambar 11-11. Daya kompresor adalah hasil perkalian antara kerja kompresi yang bersatuan kilojoule per-kilogram dan laju alir massa. Bila suhu kondensor naik, maka kerja kompresi dan laju alir massa menurun, sehingga daya naik mencapai puncak dan kemudian mulai turun. Sifat yang sama dengan daya ini, yaitu sebagai fungsi dari suhu evaporator, ditunjukkan dalam Gambar 11-6.

Beberapa penjelasan tentang arti dan sifat-sifat yang terdapat di dalam Gambar 11-9 hingga 11-11 adalah sebagai berikut: pencapaian puncak-puncak daya dapat terjadi dalam kompresor-kompresor nyata seperti juga pada kompresor ideal, tetapi hanya terjadi bila dilakukan pemompaan dari suhu-suhu rendah evaporator. Kompresi satu tingkat dari suhu penguapan  $-20^{\circ}\text{C}$  hingga suhu pengembunan  $60^{\circ}\text{C}$  yang menghasilkan puncak seperti pada Gambar 11-11, tidaklah umum. Dengan perbedaan suhu yang lebih sedikit antara kondensor dan evaporator, diperkirakan bila suhu kondensor naik, akan ada kenaikan daya pada kompresor, walaupun kenaikan tersebut mungkin hanya sedikit. Kapasitas refrigerasi selalu turun bila suhu kondensor naik. Karakteristik lain yang penting, tidak digambarkan dalam grafik, adalah koefisien prestasi (coefficient of performance) yang turun secara monoton bila suhu kondensor naik.



Gambar 11-10 Dampak refrigerasi dan kapasitas refrigerasi untuk kompresor ideal dengan refrigeran R22, volume sisa 4,5 persen, laju volume langkah 50 l/det, dan suhu evaporator  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Beritik tolak dari daya dan efisiensi, diinginkan suhu kondensor yang rendah, jadi kondensor tersebut harus menggunakan udara atau air yang terdapat yang tersedia, mengalir secara maksimum dan ekonomis, serta permukaannya harus dijaga tetap bersih. Udara atau gas-gas yang tak dapat mengembun di dalam kondensor juga mengakibatkan tingginya tekanan kondensor tersebut.

$$\eta_v = \frac{Q_i}{Q_{in}}$$

di mana  $Q_i$ : Volume gas yang dihasilkan, pada kondisi tekanan dan temperatur isap ( $m^3/min$ )

$Q_{in}$ : Perpindahan torak ( $m^3/min$ )

Besarnya efisiensi volumetris ini dapat dihitung secara teoritis berdasarkan volume gas yang dapat diisap secara efektif oleh kompres pada langkah isapnya, seperti telah diuraikan di atas. Dari perhitungan tersebut diperoleh rumus yang dapat ditulis sbb:

$$\eta_v \approx 1 - \epsilon \left\{ \left( \frac{P_d}{P_s} \right)^{1/n} - 1 \right\} \quad (2.19)$$

di mana  $\epsilon$ :  $V_c/V_s$ , volume sisa (clearance) relatif,

$P_d$ : Tekanan keluar dari silinder tingkat pertama ( $kgf/cm^2$  abs),

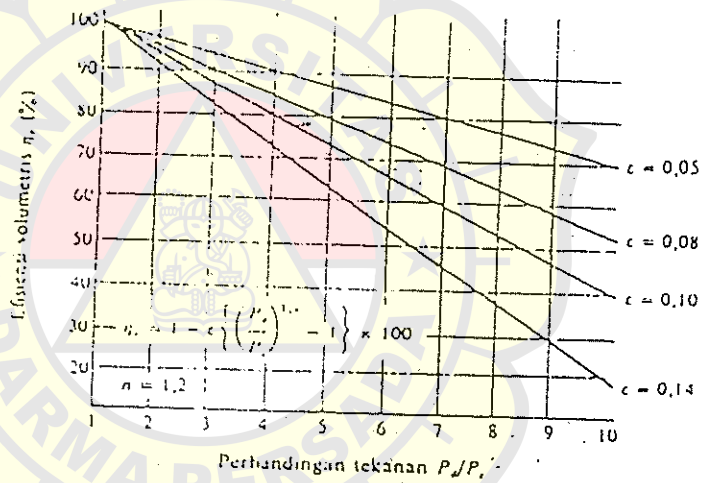
$P_s$ : Tekanan isap dari silinder tingkat pertama ( $kgf/cm^2$  abs),

$n$ : Koefisien ekspansi gas yang tertinggi di dalam volume sisa; untuk udara,  $n = 1,2$ .

Tanda  $\approx$  berarti "kira-kira sama dengan", karena rumus (2.19) diperoleh dari perhitungan teoritis. Adapun harga  $\eta_v$  yang sesungguhnya adalah sedikit lebih kecil dari harga yang diperoleh dari rumus di atas karena adanya kebocoran melalui cincin torak dan katup-katup, serta tahanan pada katup-katup.

Dalam Gb. 2.11 diperlihatkan pengaruh  $\epsilon$  dan  $P_d/P_s$  pada efisiensi volumetris  $\eta_v$ .

Sehubungan dengan hal-hal di atas dapat dimengerti jika efisiensi volumetris juga tergantung pada faktor-faktor rancangan kompresor seperti bentuk dan ukuran silinder, serta bentuk, ukuran, dan susunan katup-katup.



Gb. 2.11 Efisiensi volumetris dan perbandingan tekanan.

#### 2.4.2 Efisiensi adiabatik keseluruhan

Efisiensi kompresor ditentukan oleh berbagai faktor seperti tahanan aerodinamik di dalam katup-katup, saluran-saluran, pipa-pipa, kerugian mekanis, efektivitas pen-

dinginan, dll. Namun, menentukan secara tepat pengaruh masing-masing faktor tersebut adalah sangat sulit. Karena itu faktor-faktor ini digabungkan dalam efisiensi adiabatik keseluruhan.

Efisiensi adiabatik keseluruhan didefinisikan sebagai daya yang diperlukan untuk memampatkan gas dengan siklus adiabatik (menurut perhitungan teoritis), dibagi dengan daya yang sesungguhnya diperlukan oleh kompresor pada porosnya. Dalam rumus, efisiensi ini dapat ditulis sbb:

$$\eta_{ad} = \frac{L_{ad}}{L_1} \quad (2.20)$$

di mana  $\eta_{ad}$ : Efisiensi adiabatik keseluruhan (biasanya dinyatakan dalam %).

$L_{ad}$ : Daya adiabatik teoritis (kW)

$L_1$ : Daya yang masuk pada poros kompresor (kW).

Besarnya daya adiabatik teoritis dapat dihitung dengan rumus

$$L_{ad} = \frac{mk}{k-1} \frac{P_2 Q_1}{6120} \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{(k-1)/m} - 1 \right], \quad (\text{kW}) \quad (2.21a)$$

$P_1$ : Tekanan isap tingkat pertama (kgf/m<sup>2</sup> abs)

$P_2$ : Tekanan keluar dari tingkat terakhir (kgf/m<sup>2</sup> abs)

$Q_1$ : Jumlah volume gas yang keluar dari tingkat terakhir (m<sup>3</sup>/min) dinyatakan pada kondisi tekan dan temperatur isap

$k$ :  $c_p/c_v$

$m$ : Jumlah tingkat kompresi; lihat keterangan pada Pers. (2.16).

Jika dalam rumus ini dipakai satuan tekanan Pa maka Pers. (2.21) ditulis sebagai:

$$L_{ad} = \frac{mk}{k-1} \frac{P_2 Q_1}{60000} \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{(k-1)/m} - 1 \right], \quad (\text{kW}) \quad (2.21b)$$

Dalam Tabel 2.7 diberikan harga-harga daya adiabatik teoritis yang diperlukan untuk mengkompresikan 1 m<sup>3</sup>/min udara dengan kondisi standar sebagai hasil perhitungan berdasarkan rumus di atas. Dari tabel terlihat bahwa daya yang diperlukan untuk kompresi 2 tingkat harganya lebih kecil dari pada kompresi 1 tingkat. Harga yang lebih rendah ini diperoleh pada kompresor 2 tingkat yang menggunakan pendingin antara (inter-cooler) di antara tingkat pertama dan tingkat ke dua. Penggunaan pendingin antara akan memperkecil kerja kompresi. Jika tidak digunakan pendingin antara, maka daya yang diperlukan untuk kompresi 2 tingkat adalah sama besarnya dengan daya untuk 1 tingkat, pada perbandingan tekanan yang sama.

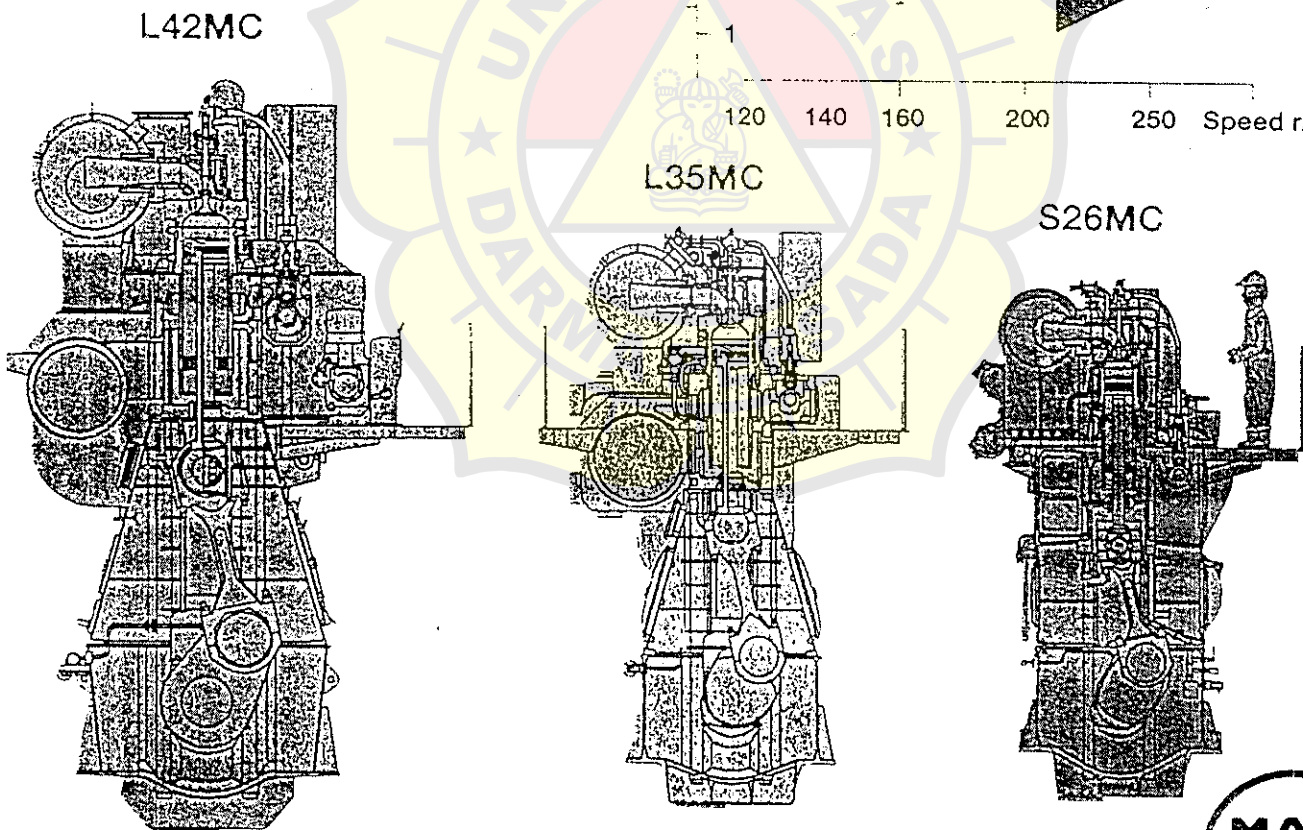
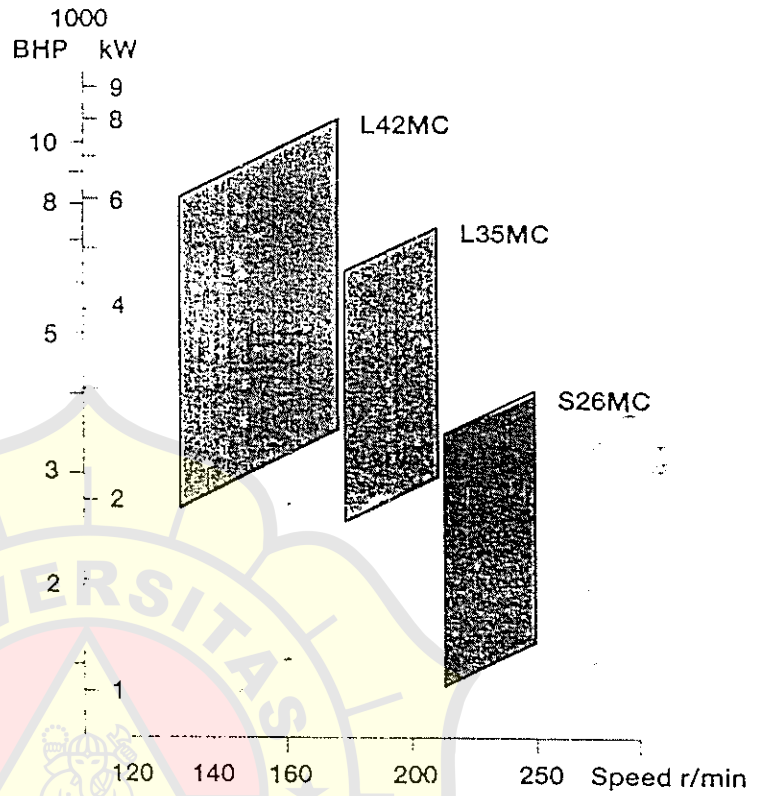
Sebagai contoh, dari Tabel 2.7 terbaca bahwa untuk kompresi 1 tingkat sampai 7 kgf/cm<sup>2</sup> (g) atau 8,033 kgf/cm<sup>2</sup> abs, diperlukan daya sebesar 4,7074 kW. Ini diperoleh dari Pers. (2.21) dengan mengambil harga  $k = 1,4$  dan  $m = 1$ . Daya sebesar 4,7074 kW tersebut juga akan diperlukan untuk kompresi 2 tingkat tanpa pendingin antara. Namun jika digunakan pendingin antara maka daya yang diperlukan menjadi sebesar 4,0227 kW. Harga ini dapat diperoleh dari Pers. (2.21a) jika diambil  $k = 1,4$  dan  $m = 2$ .

Selanjutnya efisiensi adiabatik keseluruhan dapat dihitung menurut contoh sebagai berikut. Seandainya untuk sebuah kompresor 2 tingkat yang memampatkan udara menjadi 7 kgf/cm<sup>2</sup> (g) diperlukan daya poros sebesar 5,4 kW, maka dengan daya adiabatik teoritis sebesar 4,022 kW, kompresi ini mempunyai efisiensi adiabatik keseluruhan sebesar

$$\eta_{ad} = \frac{L_{ad}}{L_1} = \frac{4,022 \text{ kW}}{5,4 \text{ kW}} = 0,745 = 74,5\%$$

# The MC Programme

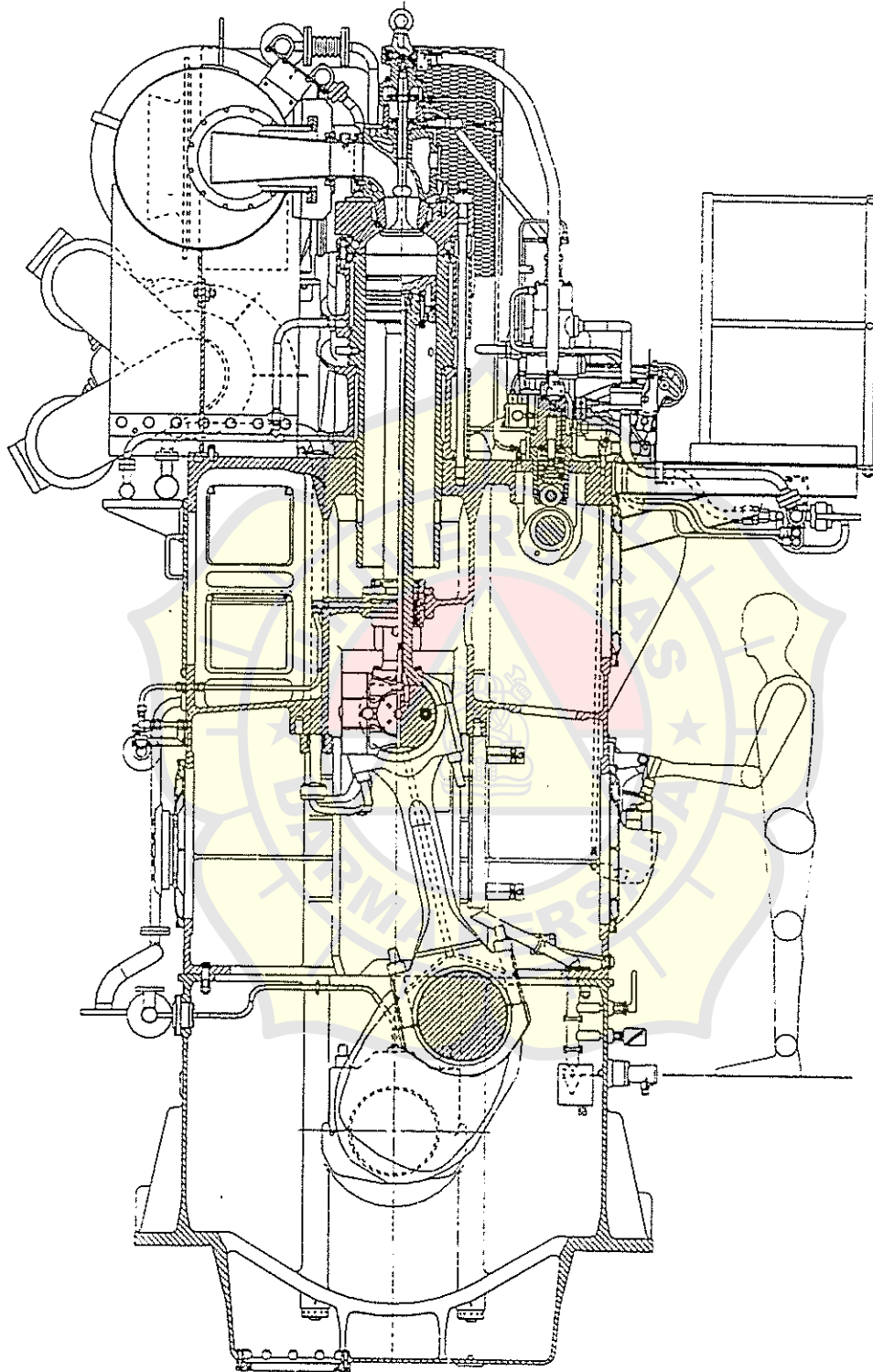
## Small-bore engines



M/1992919-0/0692

Fig. 1

# S26MC



M/1992926-1/1192

Fig. 2

## OPERATING COSTS

In this section we will try to quantify the most important factors influencing the operating costs of the engines for a low speed and a medium speed propulsion system.

The following factors are of great importance:

- Fuel oil consumption
- Lubricating oil consumption
- Spare parts costs
- Maintenance costs

### Fuel costs

The fuel costs depend on the operating profile. It is assumed that the ship is operated at 1700 kW for 250 days/year (6000 hours/year). Taking 178 g/kWh at a lower calorific value (LCV) of 42,707 kJ/kg as a starting-point, the following savings can be roughly estimated:

	Percentage Saving with Low Speed	Fuel Saving (tons/day) <sup>1)</sup> LCV: 40,200 kJ/kg	Fuel Saving (tons/year) <sup>1)</sup> LCV: 40,200 kJ/kg	Saving with Low Speed
SFOC	5%	0.39	96	9,600
Direct coupled	2% <sup>2)</sup>	0.15	39	3,900
Total	7%	0.54	135	13,500

Estimated price of fuel oil: 100 USD/ton.

<sup>1)</sup> Difference in the specific fuel oil consumption (SFOC) multiplied by power, operating time and the relative difference between the LCV of 42,707 kJ/kg for reference and 40,200 kJ/kg for HFO, respectively.

<sup>2)</sup> Gear loss for medium speed engines. Normal accepted value is 2% but some yards even estimate 4%.

There are other factors which should be borne in mind when calculating the fuel consumption. For example, some medium speed manufacturers normally operate with a margin of +5% on the stated specific fuel oil consumption, whereas low speed manufacturers only use a +3% margin.

To obtain a medium speed consumption with a tolerance of +3%, it is necessary to add 2% to the stated consumption figures.

The 5S26MC has a margin of 3% and the medium speed a margin of 5% on the stated SFOC. Therefore, 2% has been added to the SFOC of the medium speed engine.

On occasion the optimum propeller speed is lower than the nominal speed of the two-stroke engine. This can largely be compensated by the layout flexibility of the two-stroke engine.

If the propeller speed of the propulsion system with the two-stroke engine is increased it will lower the propulsion efficiency slightly, normally by some 2% compared to the geared medium speed engine.

Such a difference should be taken into account when calculating the fuel savings of the two-stroke engine.

### Lubricating oil consumption

It should be emphasized that the lubricating oil consumption of the low speed engines is stringently controlled, whereas most of the medium speed engines have no system for controlling lubricating oil consumption. This means that the lubricating oil consumption for medium speed engines is independent of the engine load, whereas the cylinder oil consumption for low speed engines is automatically reduced at part load.

We assume:

- Medium speed: SLOC\*: 1.6 g/kWh (based on installed kW)
- Lubricating oil price: 1100 USD/ton
- Low speed:
  - cylinder oil: 1.2 g/kWh (based on actually used kW)
  - system oil: 1.5 kg/cyl. 24 hours
  - Cylinder oil price: 1200 USD/ton
  - System oil price: 1000 USD/ton

\* Specific lubricating oil consumption.

Then we get:

	Consumption (tons/year)	Expenses (USD/year)
Medium speed	21.3 <sup>1)</sup>	23,430
Low speed		
Cylinder Oil	12.2 <sup>2)</sup>	14,640
System Oil	1.9 <sup>3)</sup>	1,900
	-	16,540
Total saving Low speed	-	6,890

<sup>1)</sup>  $1.6 \times 2,220 \times 6,000 \times 10^{-6}$  (2,220 kW installed)

<sup>2)</sup>  $1.2 \times 1,700 \times 6,000 \times 10^{-6}$

<sup>3)</sup>  $1.5 \times 5 \times 6,000/24 \times 10^{-3}$

### Spare parts

For an initial comparison, we have used the main data from a 5S26MC type engine and from the medium speed.