

BAB II  
TEORI DESAIN DEREK

2.1. Pengantar Desain

Mendisain adalah tugas yang tidak mudah, karena mengandung banyak prinsip yang harus ditunjang oleh sejumlah pengamalan. Ini berarti rancangan yang berhasil hanya dapat dilakukan oleh orang-orang yang menguasai ilmu dan teori dibidangnya dan sudah berkecimpung lama serta mengenal prinsip kerja dan proses pembuatannya.

Banyak hal yang mungkin menghalangi keberhasilan sebuah desain, antara lain :

1. Kelemahan-kelemahan pokok yang terjadi karena salah mengambil asumsi
2. Efek-efek sampingan yang tak terduga

Kesalahan pokok yang terjadi dapat diatasi dengan mudah karena akan segera diketahui penyebabnya, tetapi kegagalan karena efek-efek sampingan amat sulit dilacak penyebabnya, kecuali dari pengalaman yang banyak dalam jumlah besar kasus.

Pada hakekatnya tidak ada barang yang baru lagi didunia itu, semua barang ada saat ini merupakan hasil modifikasi dari barang-barang yang telah ada sebelumnya. Dan seorang pendesain di zaman ini haruslah melihat kelemahan desain-desain terdahulu.

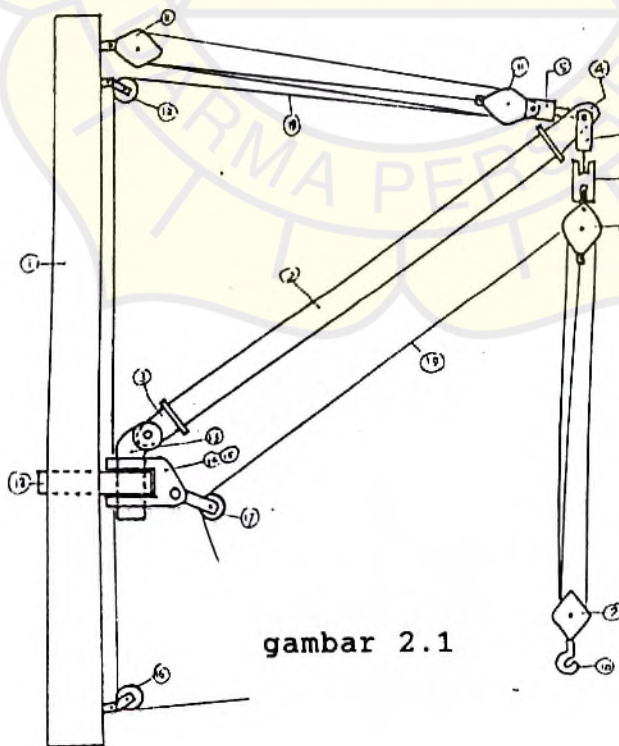
Adapun proses yang akan dilakukan untuk mendesain adalah sebagai berikut :

1. Tahap awal pelajari desain-desain yang sudah ada dan teliti kelemahan-kelemahannya
2. Buat desain yang baru berdasarkan hasil di atas
3. Untuk mendapatkan hasil yang dikehendaki termasuk kebutuhan-kebutuhan khusus sesuai penempatannya pada kapal general cargo semi container 3000 DWT.

Pada saat mendesain kita harus memperhitungkan faktor penting yang berpengaruh besar, seperti gaya, tegangan, deformasi, umur, efisiensi, konsumsi energi dan lain-lain.

## 2.2. Jenis Derek dan Komponen-komponennya

Untuk mendapatkan gambaran sebuah derek berikut komponen-komponennya, dapatlah diikuti pada gambar berikut :



gambar 2.1

- Keterangan gambar :
1. Mast (tiang derek)
  2. Lengan derek
  3. Derrick heel fitting
  4. Derrick head fitting
  5. Bow
  6. Yoke
  7. Block head fitting
  8. Higher cargo purchase block
  9. Lower cargo purchase block
  10. Span tackle block
  11. Span lead block
  13. Gooseneck
  14. Span trunnion pieces
  15. Span trunnion bearing
  16. Blok for span tackle rope
  17. Blok for cargo purchase runner
  18. Head lead blok
  19. Runner

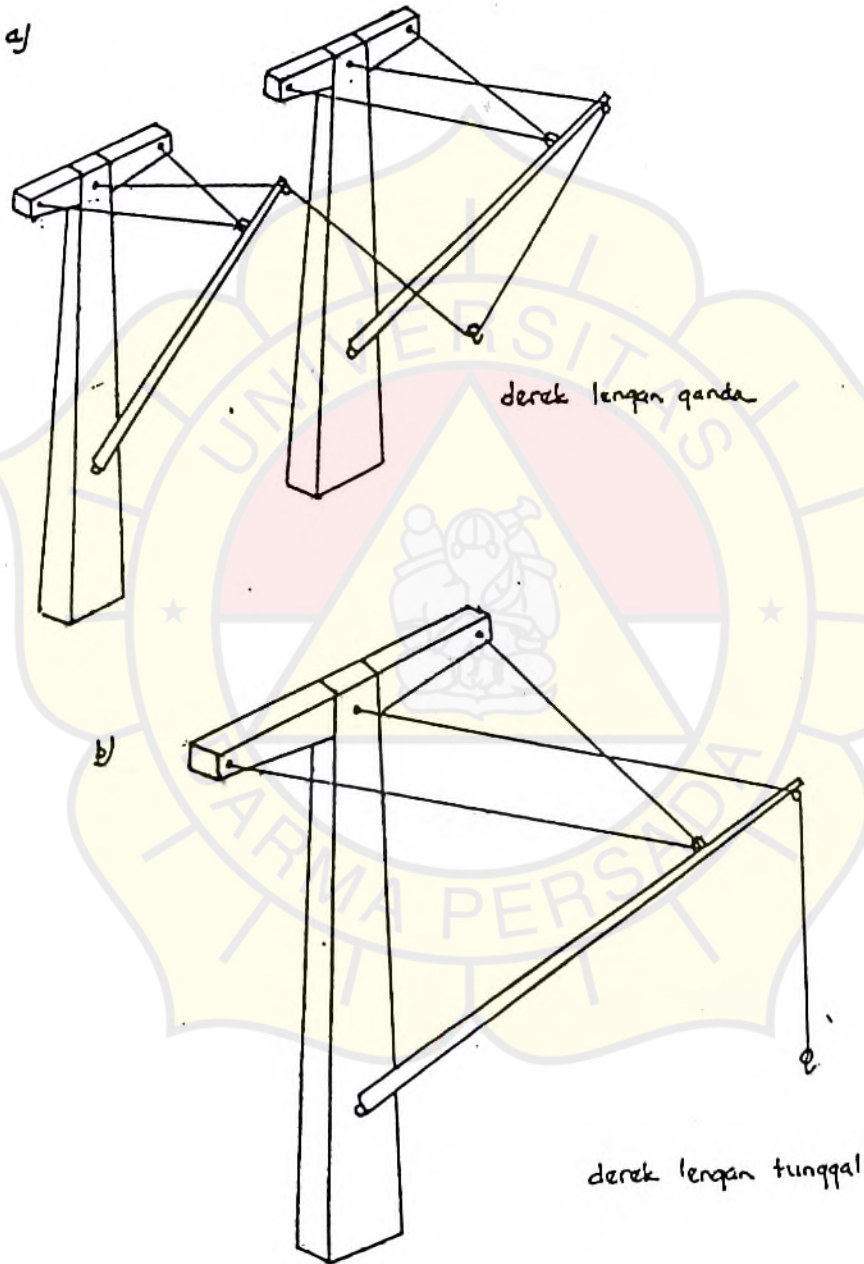
Gambar diatas hanyalah menggambarkan salah satu jenis dari derek yang ada.

Pembagian jenis derek menurut sistem operasionalnya yaitu :

1. DereK lengan ganda (doble mast double derrick)
2. DereK lengan tunggal (single mast single derrick)

Gambar dari kedua jenis derek ini dapat dilihat pada

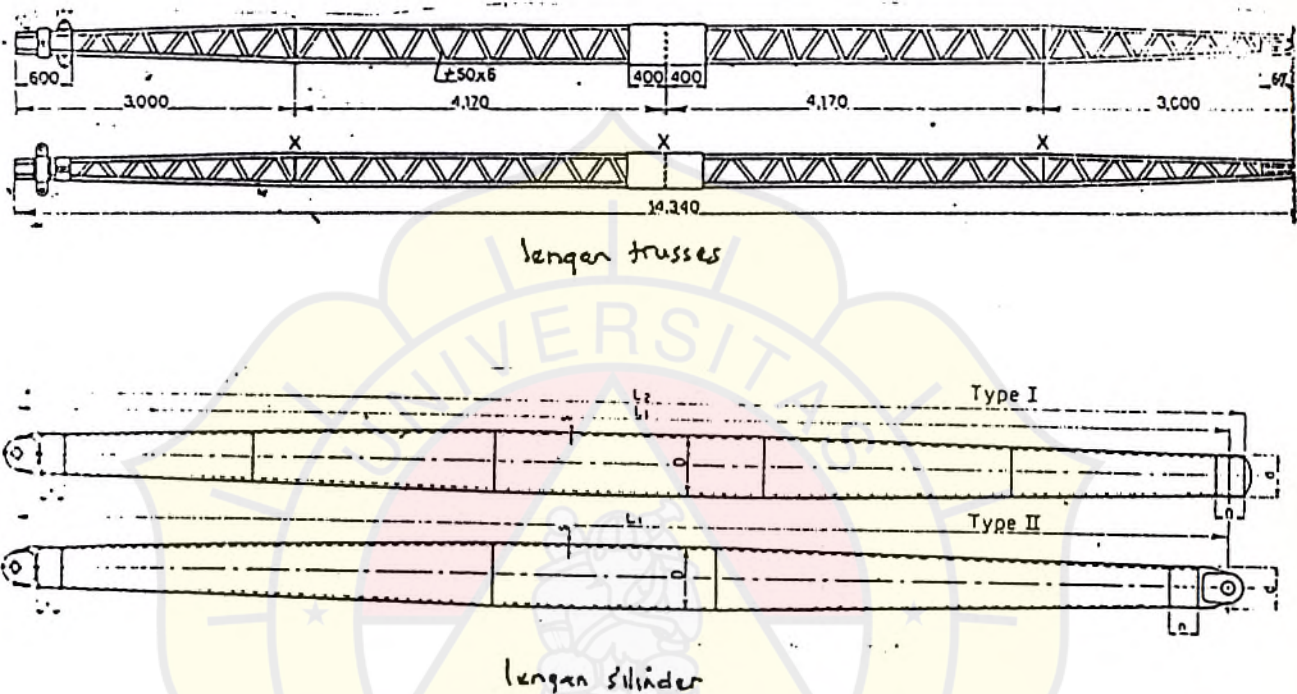
gambar berikut :



Gambar 2.2

Dari segi konstruksi lengan, derek dibagi menjadi dua macam, yaitu :

1. Derec berlengan trusses
2. Derec berlengan silinder



gambar 2.3

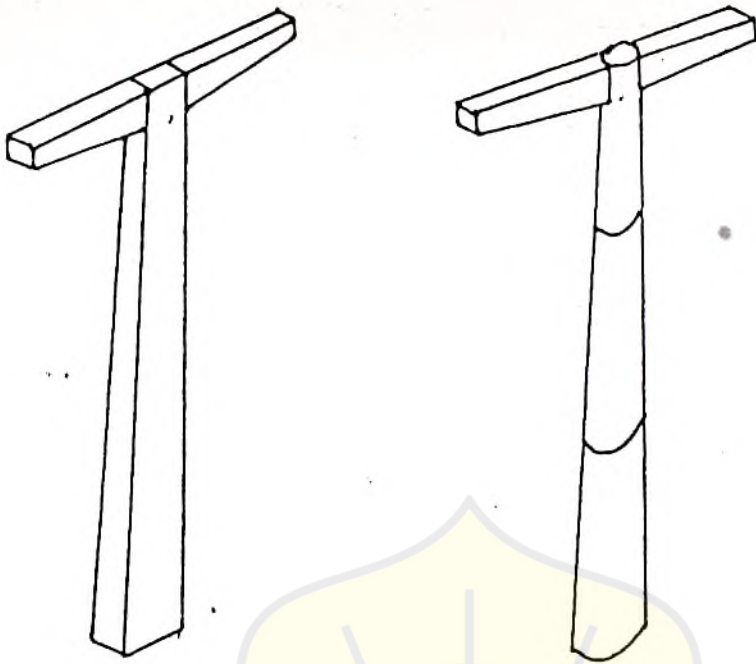
Dari segi konstruksi mast, derek dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. Derec dengan mast silinder
2. Derec dengan mast balok

gambar dari kedua jenis derek ini dapat dilihat pada gambar 2.4.

### 2.3. Teori Kekuatan Bahan dan Sambungan

Konstruksi derek direncanakan untuk menerima beban, dan beban ini secara fisika diformulasikan

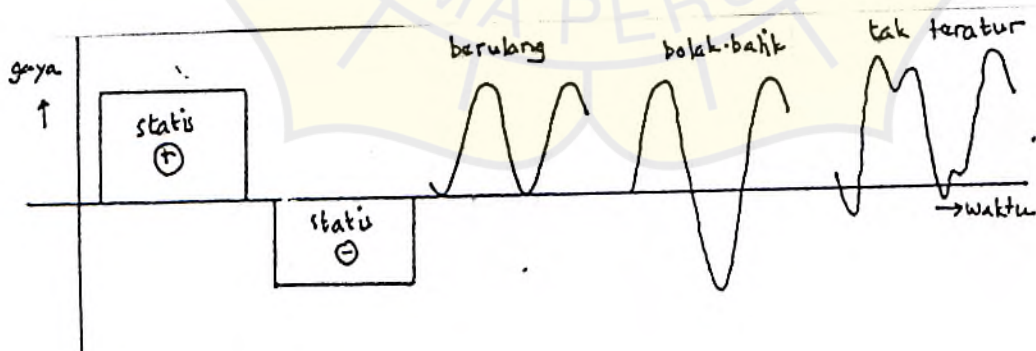


gambar 2.4

dalam bentuk gaya, momen, dan torsi, selanjutnya beban-beban ini digambarkan dalam garis gaya, momen, dan torsi.

Umunya ada dua jenis beban, yaitu beban statis dan beban dinamis, selanjutnya beban dinamis dibagi juga menjadi dua kelompok, yaitu beban dinamis teratur (beban berulang dan beban bolak-balik) dan beban tak teratur.

Untuk jelasnya perhatikan gambar 2.5



gambar 2.5

- Keterangan gambar : 1. Beban positif berarti terjadi gaya tarik, dll (sesuai konvensi)
2. Beban negatif berarti terjadi gaya tekan, dll (sesuai konvensi)

pada kenyataannya tak ada beban murni, didalam praktek semua beban diatas itu bercampur baur, dan salah satu tugas kita adalah mencari jenis beban yang paling dominan terhadap ketahanan struktur bangunan.

Menganalisa gaya dalam suatu struktur bangunan tidaklah mudah, apalagi untuk bangunan yang cukup rumit. Untuk itu diperlukan penyederhanaan, dan salah satu cara yang paling populer untuk menyederhanakan pembahasan dipakai diagram benda beban (DBB), yaitu dengan cara menguraikan bangunan dalam bentuk komponen-komponen yang sederhana. Setelah kita mendapatkan DBB-nya, kita dapat menghitung lendutan (=deflection) yang terjadi dengan cara statis tertentu atau statis tak tertentu, sesuai kebutuhan. Lendutan yang terjadi tidaklah boleh melebihi ketentuan yang disyaratkan pada spesifikasi bangunan.

Selain mendapatkan lendutan, dari DBB akan dapat kita hitung tegangan yang terjadi pada bangunan tersebut. Ada empat macam tegangan yang mungkin terjadi pada suatu struktur, yaitu : 1. Tegangan normal akibat beban aksial

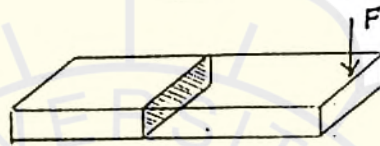
$$\sigma = \frac{F}{A}$$



gambar 2.6

## 2. Tegangan normal akibat momen lentur

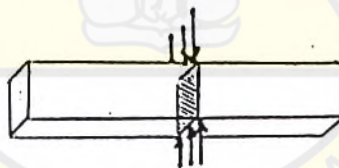
$$\sigma = \frac{M \cdot Y}{I}$$



gambar 2.7

## 3. Tegangan geser akibat gaya geser

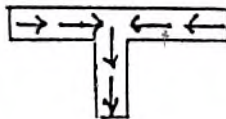
$$t = \frac{V}{A}$$



gambar 2.8

## 4. Tegangan geser akibat aliran geser (shear flow)

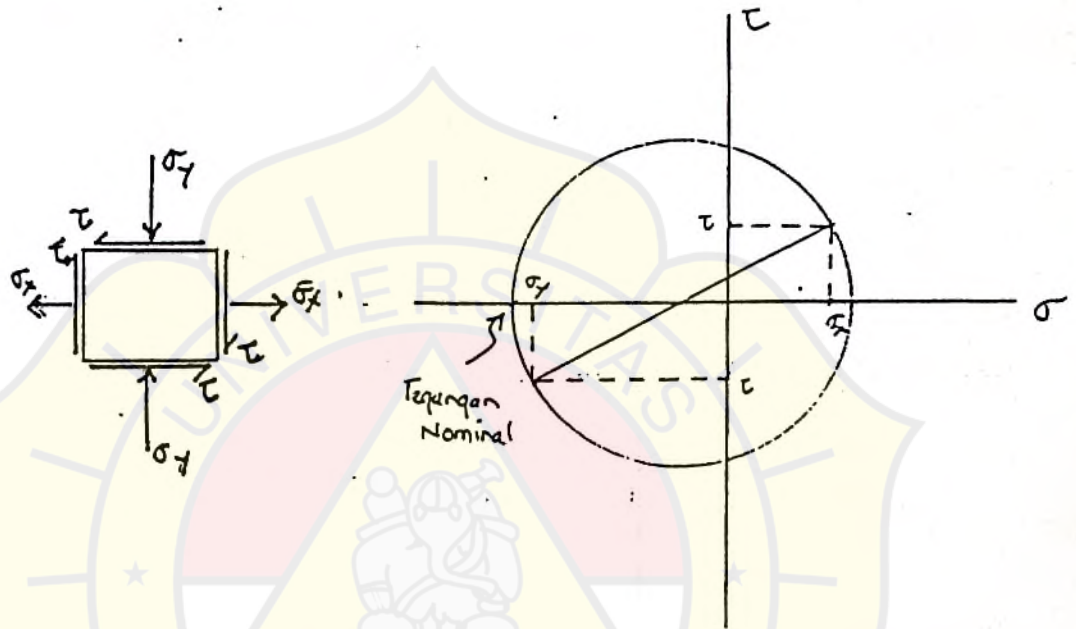
$$t = \frac{V \cdot Q}{I \cdot t}$$



gambar 2.9

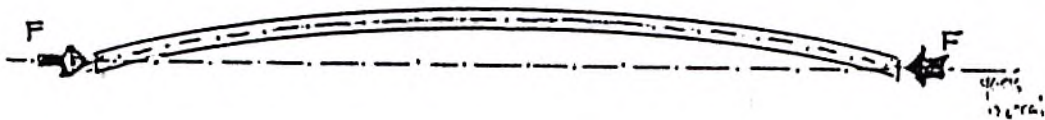


dari keempat macam tegangan di atas kita menghitung tegangan nominal yang terjadi pada elemen bangunan, yang didapatkan dengan metode diagram Mohr, seperti yang terlihat pada diagram dibawah ini



gambar 2.10

pada kasus-kasus tertentu terjadi lendutan dan tegangan akibat buckling, atau kerusakan struktur akibat kelelahan material (fatigue)



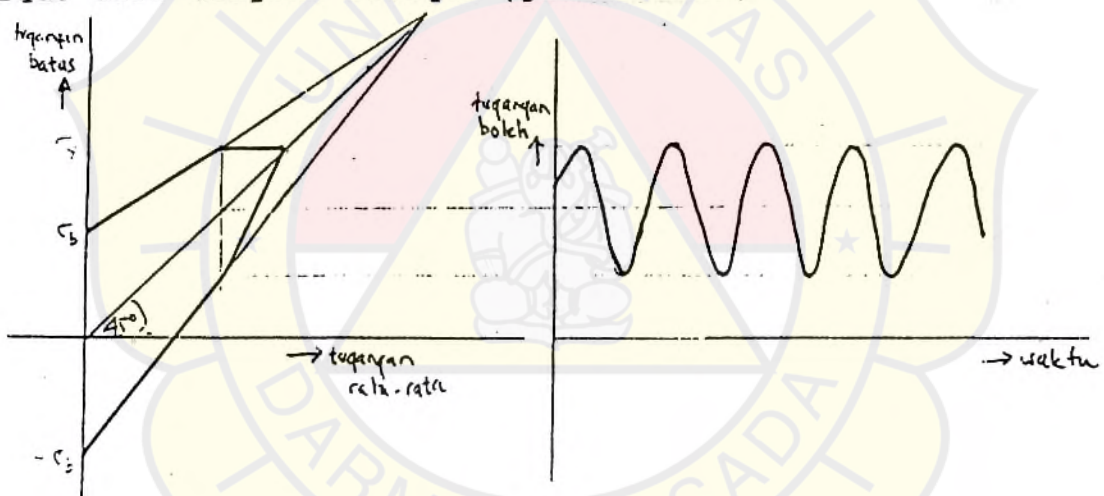
gambar 2.11. Buckling

buckling dapat dicegah dengan merubah konstruksi atau dimensi struktur, begitu juga fatigue.

Buckling terjadi akibat kompresi yang melebihi batas, sedang fatigue terjadi akibat beban dinamis. Untuk mencegah buckling kita harus mengetahui beban-beban struktur tersebut dari rumus : (dan lihat gambar 2.11)

$$F_b = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L_k^2 \cdot S_k}$$

Pencegahan fatigue dilakukan dengan mencari beban boleh fatigue dari diagram fatigue (gambar 2.12)

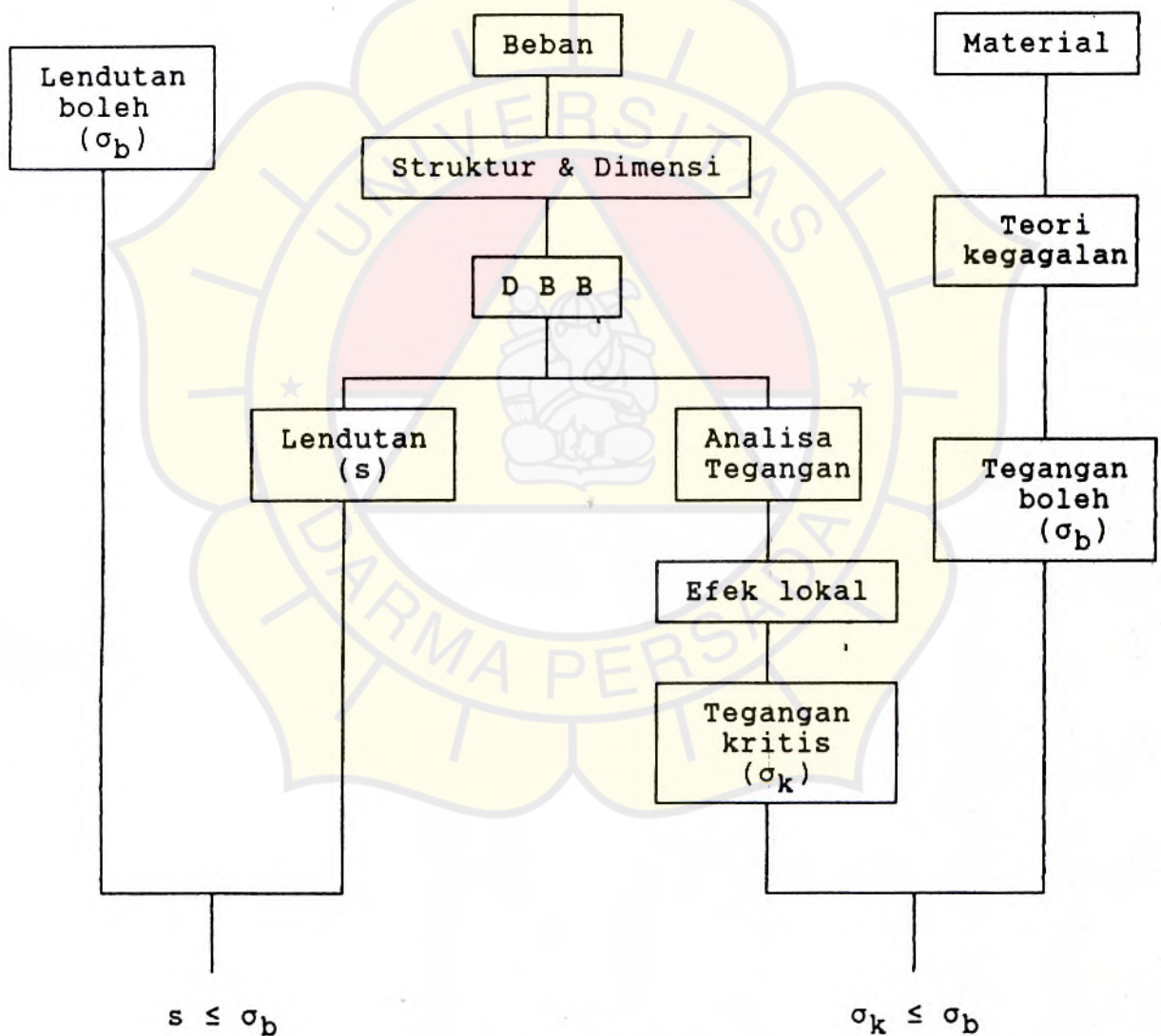


gambar 2.12

Setelah menghitung tegangan-tegangan diatas, kita harus juga memperhatikan faktor pengali konsentrasi tegangan akibat efek-efek lokal.

Dari semua perhitungan diatas kita akan dapat menghitung tegangan kritis ( $\sigma_k$ ), yaitu tegangan yang terjadi pada struktur itu.

Selanjutnya kita harus memilih material yang akan dipakai, dan setelah memperhatikan faktor keamanan berdasarkan pengalaman dari teori kegagalan, kita akan dapat menemukan tegangan yang diperbolehkan ( $\sigma_b$ ) dan harga tegangan boleh ini haruslah lebih besar tegangan kritisnya. Untuk mempermudah pemahaman perhatikan diagram berikut



gambar 2.13

Suatu bangunan pada umumnya tidak hanya terdiri dari elemen-elemen terpisah, melainkan disambung oleh komponen penyambung. Pada derek terdapat dua jenis sambungan, yaitu sambungan las dan sambungan engsel (pin). Sambungan las dapat menahan beban gaya, momen, dan torsi, sedangkan sambungan engsel dapat menahan beban gaya dan torsi.

Untuk menghitung tegangan pada sambungan las, perhatikan berikut :

beban	rumus
tarikan, tekanan, geseran	$e_1 = \frac{F}{a \cdot a_n} \leq e_{zul}$
lenturan	$e_2 = M_b/W_n \leq e_{aul}$
geser dan lentur	$e = \sqrt{e_1^2 + e_2^2} \leq e_{zul}$ untuk geser

tabel 2.1  
selanjutnya tegangan boleh ( $e_{zul}$ ) didapat dari

$$e_{a\ zul} = v_1 \cdot v_2 \cdot \sigma_A/S_N$$

$v_1$  di dapat dari tabel 2.2

$v_2$  ditentukan sebagai berikut :

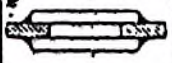
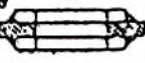
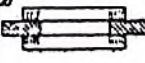
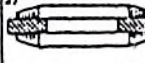

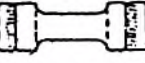
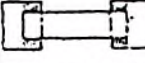
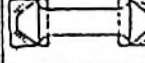
- = 0,5 untuk kualitas pengelasan normal
- = 1,0 untuk kualitas pengelasan kuat
- = harga khusus untuk kualitas pengelasan khusus

$$\sigma_A = 1100 \text{ kgf/cm}^2 = 107,8 \text{ MPa}$$

$S_N$  = diambil antara 2 sampai 3

Butt joint								
Name of weld	Solid plate	V Weld	V Weld with sea King run	V Weld finished flush	X Weld	Inched V Weld		
Weld symbol								
Weld figure								
Factor $V_1$	Tension, Compression	1	0,5	0,7	0,92	0,7	0,8	
	Bending	1,2	0,6	0,84	1,1	0,84	0,98	
	Shear	0,8	0,42	0,56	0,73	0,56	0,65	
T-joint								
Name of weld	Double sided			Single	Corner	Double	X Weld	
	Reinforced fillet weld	Flush fillet weld	Concave fillet weld	Flush fillet weld	butt weld	sided fillet butt weld		
Weld symbol								
Weld thickness	2a	2a	2a	a	a	a	a	
Weld figure								
Factor $V_1$	Tension, Compression	0,32	0,35	0,41	0,22	0,63	0,56	0,7
	Bending	0,69	0,7	0,87	0,11	0,8	0,8	0,84
	Shear	0,32	0,35	0,41	0,22	0,5	0,45	0,56
Corner joint								
Name of weld	Single	Double		Corner butt weld		Corner		
		Flush fillet weld				X-weld		
Weld symbol								
Weld thickness	a	2a		e		a	2a	
Weld figure								
Factor $V_1$	Tension, Compression	0,22	0,3		0,45		0,6	0,35
	Bending	0,11	0,6		0,55		0,75	0,7
	Shear	0,22	0,3		0,37		0,5	0,35

tabel 2.2

Lap joint with:	Transverse weld		Longitudinal weld	
	2a	2a	2a	2a
Weld thickness				
Weld figure				
Factor $v_1$	Tension	0,22	0,25	0,25
				0,48

tabel 2.2 (lanjutan)

Pada umumnya sambungan engsel hanya dipakai untuk menahan beban berupa tarikan atau tekanan, sehingga gaya yang bekerja pada engsel hanyalah gaya geser, lihat gambar 2.14



gambar 2.14

dan untuk perhitungannya lihat tabel 2.3 berikut ini

No. 1. Transverse pin in tension member

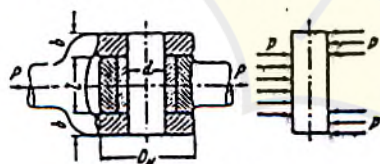


Fig. 11/6

$\sigma_b$  pin: from  
 $p$  fork: from  
 $p$  rod: from

Practical values:  $l/d = 1.5 \dots 1.7$ ;  $l/b = 2 \dots 3.5$   
 $D_h/d \approx 2.5$  for steel and cast steel hubs;  $\approx 3.5$  for cast iron hubs

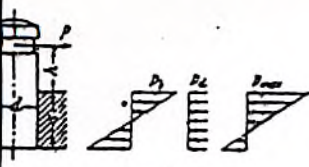
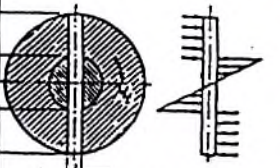
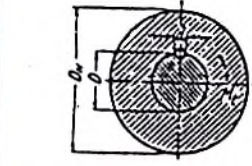
$$M_b = \frac{P}{8} \cdot (l + 2b) = W_b \cdot \sigma_b \text{ (kgfcm);}$$

$$W_b = \pi \cdot d^3 / 32 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$P = 2p \cdot b \cdot d \text{ (kgf)}$$

$$P = p \cdot l \cdot d \text{ (kgf)}$$

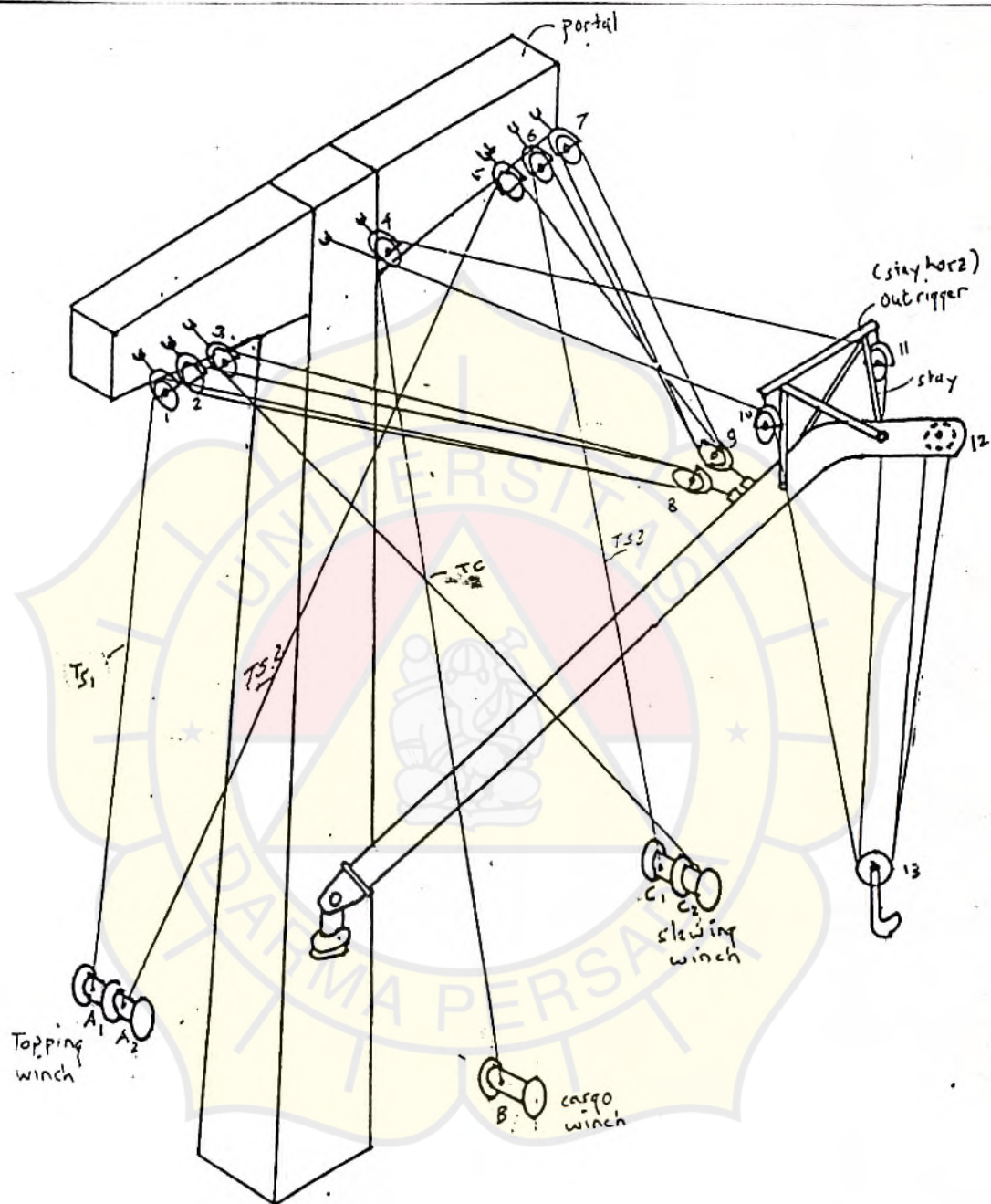
tabel 2.3

<p>2. Guide pin under bending force</p>  <p>Fig. 11/7</p>	<p><math>\sigma_b</math> pin: from <math>M_b = P \cdot h = \sigma_b \cdot \pi \cdot d^3 / 32</math> (kgfcm)</p> <p><math>p_b = \frac{P \cdot (h + s/2) \cdot 6}{d \cdot s^2}</math>; <math>p_d = \frac{P}{d \cdot s}</math> (kgf/cm<sup>2</sup>)</p> <p><math>p_{max}</math>: from <math>p_{max} = p_b + p_d = \frac{4 P (1 + 1,5 h/s)}{d \cdot s}</math> (kgf/cm<sup>2</sup>)</p>
<p>3. Transverse pin under torque <math>M_t</math></p>  <p>Fig. 11/8</p>	<p>Practical values: <math>q = d/D = 0,2 \dots 0,3</math>  <math>D_H/D \approx 2</math> for steel and C.S. hubs; <math>\approx 2,5</math> for C.I. hubs.</p> <p><math>M_t</math> pin from <math>M_t = \tau \cdot D \cdot \pi \cdot d^3 / 4</math> (kgfcm)</p> <p><math>p_{max}</math> shaft from <math>M_t = p_{max} \cdot d \cdot D^3 / 6</math> (kgfcm)</p> <p><math>p</math> hub from <math>M_t = p \cdot s \cdot d (D + s)</math> (kgfcm)</p> <p><math>\tau_t</math> shaft from <math>M_t = W_t \cdot \tau_t</math>; <math>W_t = \frac{\pi D^3}{16} (1 - 0,9 \cdot q)</math> (cm<sup>3</sup>)          for <math>q = 0,3</math> is <math>W_t = 0,73 \pi \cdot D^3 / 16</math> (cm<sup>3</sup>)</p>
<p>4. Longitudinal pin (round key) under <math>M_t</math></p>  <p>Fig. 11/9</p>	<p>Practical value: <math>d/D = 0,13 \dots 0,16</math>          Pin length <math>l = 1 D \dots 1,5 D</math></p> <p><math>p, \tau</math> pin: from <math>M_t = p \cdot l \cdot d \cdot D / 4 = \tau \cdot l \cdot d \cdot D / 2</math> (kgfcm)</p> <p><math>\tau_t</math> shaft: from <math>M_t = \tau_t \cdot W_t</math>; <math>W_t = \pi \cdot D^3 / 16</math> (cm<sup>3</sup>)</p> <p>tabel 2.3 (lanjutan)</p>

**2.4. Analisa Gaya Pada Derek**

Kelemahan yang paling mengganggu pada penggunaan derek adalah ayunan muatan karena gerakan rotasi lengan derek. Salah satu metoda pencegahannya adalah dengan menggunakan tiga titik segi tiga pada puncak lengan derek untuk tempat bergantung lower cargo purchase block, seperti yang akan dipakai pada Kapal Genral Cargo Semi Container 3000 DWT, dan analisa gaya pada sub bab ini akan membahas tipe derek tersebut.

Gambar derek yang akan dirancang tersebut seperti terlihat pada gambar 2.15, dan untuk menganalisa gaya-gayanya kita akan menggunakan diagram benda bebas, seperti yang telah dibicarakan pada sub bab 2.3, karena seluruh batang yang ada adalah batang statis tertentu, sebab seluruh gaya tali



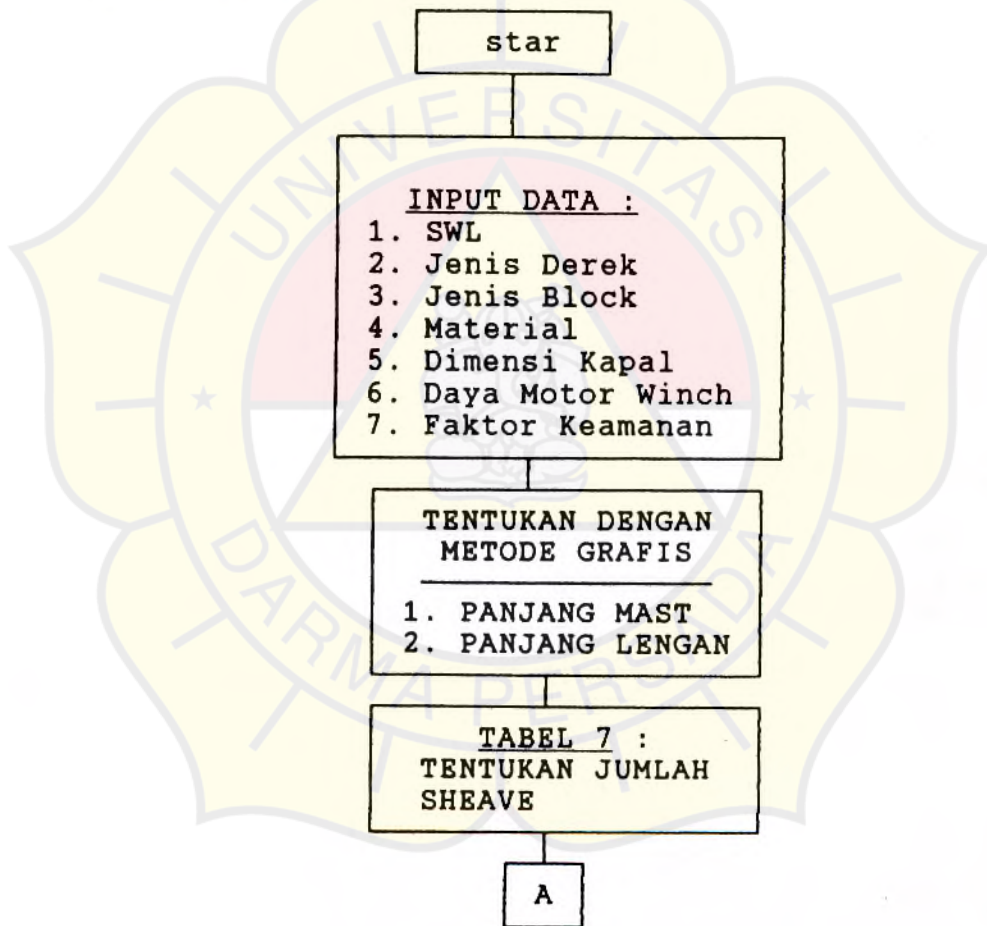
gambar 2.15  
 dapat dihitung berdasarkan ketentuan yang ditetapkan oleh  
 Germanischer Lloyd.



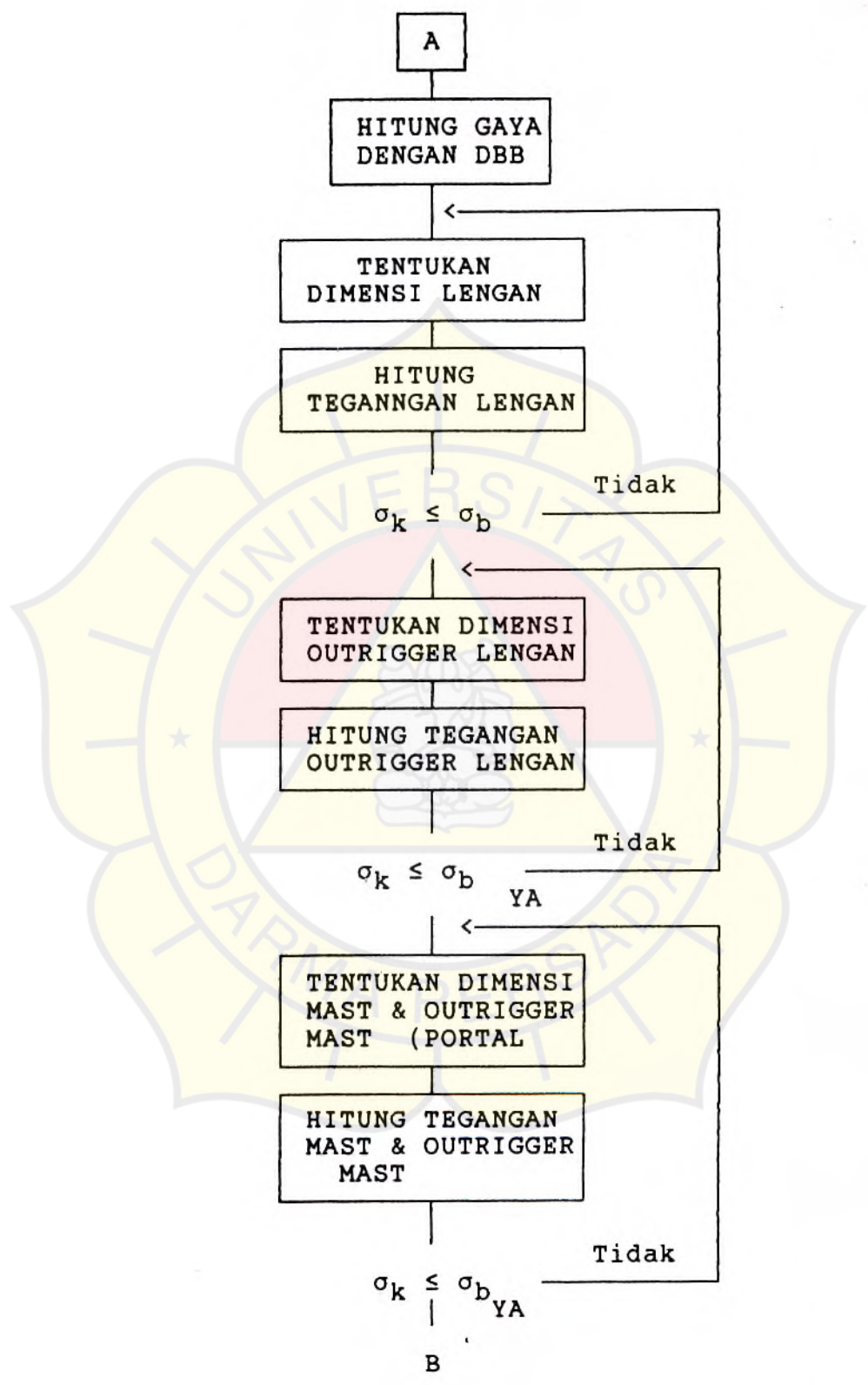
### 2.5. Proses Desain Derek

Derek Kapal General Cargo Semi Container 3000 DWT ini akan ditinjau dengan menggunakan pedoman rancangan-rancangan yang dibuat oleh Germanischer Lloyd, standarisasi maritim Jerman.

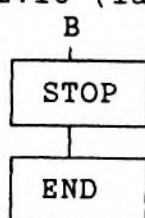
Berdasarkan pada pedoman itu didapat diagram alir proses desain derek sebagai berikut :



GAMBAR 2.16



gambar 2.16 (lanjutan)



gambar 2.16 (lanjutan)

pemilihan komponen yang lain dapat diambil dari standarisasi yang ada.

### 2.6. Nomenklatur

A	$m^2$	luas penampang
E	$N/m^2$	modulus Young
F	N	gaya
I, J	$m^4$	momen inersia penampang
L	m	panjang batang
$L_k$	m	panjang busur buckling
M	$N.m$	momen
Q	$m^3$	momen statis penampang
$S_k$	-	faktor keamanan buckling
$S_N$	-	faktor keamanan fatigue
t	m	tebal
v	$N/m^2$	gaya geser
y	m	jarak dari garis sumbu netral
$\sigma$	$N/m^2$	tegangan normal
t	$N/m^2$	tegangan geser
e	$N/m^2$	tegangan dinamis
$e_{zul}$	$N/m^2$	tegangan dinamis boleh