

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian *Hoist Crane*

Hoist Crane adalah pesawat pengangkat yang biasanya terdapat pada pergudangan dan perbengkelan. *Hoist Crane* ditempatkan pada langit-langit dan berjalan diatas rel khusus atau yang disebut dengan nama *Girder* yang dipasang pada langit-langit tersebut. *Girder* tadi juga dapat bergerak secara maju-mundur pada satu arah. (Siregar, Lubis, Usman, 2018). Sedangkan hoistnya dapat bergerak ke kiri dan kanan. Untuk rel *hoist (girder hoist)* dapat menggunakan besi *H-Beam*, *WF-Beam* atau menggunakan *box girder*, apabila menginginkan kapasitas yang lebih besar *girder* di buat *double*, jadi mesin *hoist* berada di atas *box girder*. Cara pengoperasiannya menggunakan tombol bahkan sekarang dapat menggunakan *remote*. Tetapi ada juga yang memakai kabin, yang diletakkan dibawah *box girder*.



Gambar 2. 1 *Hoist Crane*
(AFE Crane, 2023)

2.2. Fungsi *Hoist Crane*

Hoist crane dipergunakan secara luas dalam berbagai macam jenis industri, entah itu dalam skala kecil maupun besar. Namun, dari sekian banyaknya jenis industri yang ada saat ini terutama di Indonesia, *hoist crane* umumnya dipergunakan pada area jenis industri seperti di bawah ini.

- Penyimpanan atau gudang-gudang besar
- Pabrik perakitan otomotif
- Industri penerbangan
- Perakitan kapal
- Industri konstruksi
- Pabrik metal

2.3. Jenis-jenis *Hoist Crane*

Hoist crane menjadi salah satu alat angkat dengan fungsi dalam memindahkan ataupun mengangkat barang dari satu titik ke titik lainnya. Dimana kemampuan gaya angkat *hoist* diperoleh dari perubahan energi mekanik, hidrolik, elektrik serta pneumatik.

Maka dari itu, ketika hendak mengetahui beberapa bagian atau komponen penting di dalam *hoist crane*, tentunya kalian juga harus mengerti apa saja jenis-jenisnya. Agar lebih jelasnya, langsung saja perhatikan baik-baik beberapa jenis *hoist crane* berikut ini.

1. *Electric Hoist*

Jenis *hoist crane* pertama menggunakan *chain* atau *wire rope* yang dipasangkan pada sebuah drum serta dilengkapi *chain guide* atau *rope guide*. Pada bagian drum di *hoist crane* jenis *electric* ini terhubung dengan *gearbox* dan *electric motor* sehingga dapat berputar untuk menurunkan atau menaikkan beban.

2. *Pneumatic Hoist*

Sesuai namanya, jenis *hoist crane* selanjutnya menggunakan tekanan udara untuk memberikan yang diperlukan dalam mengangkat beban.

Operator akan mengoperasikan *hoist crane pneumatic* melalui *pendant control* guna menurunkan dan menaikkan beban.

3. Manual

Sementara jenis *hoist crane* manual (*chain block* atau *lever block*) sebenarnya hampir mirip dengan sebuah katrol yang mengubah arah gaya sehingga kerja yang dilakukan akan lebih mudah. Sejumlah pasang roda gigi berbeda ukuran dipakai guna memperoleh keuntungan mekanis saat operator memberikan gaya dengan menarik rantai kerekan atau menggerakkan tuas (*lever*).

4. Hydraulic

Kemudian jenis terakhir yaitu ada *hydraulic*. Dimana *hoist crane* jenis ini menggunakan mekanisme piston yang berbasis oli dan bekerja berdasarkan hukum pascal. Dengan kata lain, jenis ini bekerja dengan tekanan dari zat zat cair berupa oli di ruang tertutup yang nantinya akan diteruskan ke segala arah.

2.4. Mekanisme Kerja *Hoist Crane*

Cara kerja yang dilakukan *hoist crane* ada dua metode pergerakan *crane* yaitu:

1. Mekanisme Pengangkat (*Hoisting Mechanism*)

Mekanisme ini digunakan untuk mengangkat dan menurunkan beban muatan. Prosesnya adalah beban akan dikaitkan di kait yang ada di ujung rantai *tackle*. Kait pada ujung *tackle* diturunkan dengan cara menarik rantai yang ada pada *tackle* secara terus menerus sampai kait berada di bawah, kemudian kaitkan beban pada kait *tackle*, setelah itu jika ingin mengangkat beban, tarik rantai *tackle* secara berlawanan arah sampai beban terangkat.

2. Mekanisme Penjalanan (*Travelling Mechanism*)

Pada mekanisme ini terdapat 2 pergerakan, yaitu pergerakan maju mundur dan kiri kanan.

- Pergerakan Maju Mundur

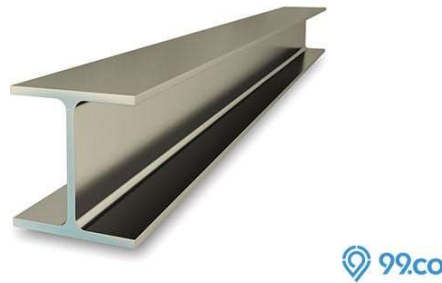
Untuk pergerakan maju mundur digunakan saat menggerakkan muatan/beban sepanjang lengan *crane* secara *horizontal* (maju dan mundur). Cara kerja mekanisme ini adalah motor penggerak dihubungkan dengan roda gigi pada rumah roda di bagian kiri kanan *IWF Single Girder*, kemudian motor penggerak menggerakkan roda gigi dan menggerakkan *IWF Single Girder*.

- Pergerakan Kiri Kanan

Untuk pergerakan kiri kanan digunakan saat menggerakkan katrol pada *Single Girder*. Cara kerja mekanisme ini adalah secara manual menggunakan rantai yaitu dengan ditarik ke kiri atau ke kanan.

2.5. Komponen- Komponen Landasan Rel *Hoist Crane*

1. Baja WF (*Wide Flange*)

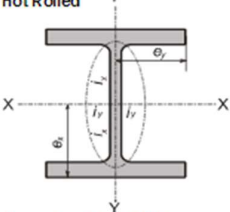


Gambar 2. 2 *WF Beam*
(Gadis Saktika, 2020)

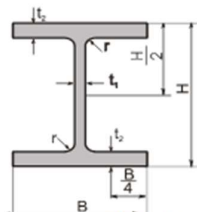
Baja WF (*Wide Flange*) adalah jenis profil baja struktural yang memiliki penampang melintang berbentuk huruf "H" dengan lebar flensa (*flange*) yang lebih besar daripada lebar web (selimut). Profil baja WF sering digunakan dalam konstruksi bangunan dan jembatan karena memiliki kekakuan dan kekuatan yang tinggi.

Tabel 2. 1 Spesifikasi *WF Beam*
(Dani Azka, 2023)

Wide Flange Shape
Product Specifications
Hot Rolled



Geometrical moment of inertia $I = Ai^2$
 Radius of gyration of area $I = \sqrt{I/A}$
 Modulus of section $z = I/e$
 (A = sectional area)



According JIS G 3192

Standard Sectional Dimension					Section Area A cm ²	Unit Weight kg/m	Informative Reference					
Nominal Dimensional mm	H x B mm	t1 mm	t2 mm	r mm			Geometrical Moment Of Inertia Ix cm ⁴ Iy cm ⁴		Radius Of Gyration Of Area ix cm iy cm		Modulus Of Section Zx cm ³ Zy cm ³	
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14.00	668	50	6.11	1.66	8.88	13.20
150 x 100	150 x 100	6	9	11	26.84	21.10	1,020	151	6.17	2.37	138.00	30.10
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	1,580	114	8.28	2.21	160.00	23.00
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	1,840	134	8.24	2.22	184.00	26.80
200 x 150	194 x 150	6	9	12	38.80	30.60	2,675	507	8.30	3.60	275.80	67.60
	248 x 124	5	8	12	32.68	25.70	3,540	255	10.40	2.79	285.00	41.10
250 x 125	250 x 125	6	9	12	37.66	29.60	4,050	294	10.40	2.79	324.00	47.00
	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.00	6,320	442	12.40	3.29	424.00	59.30
300 x 150	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.70	7,210	508	12.40	3.29	481.00	67.70
	346 x 174	6	9	14	52.68	41.40	11,100	792	14.50	3.88	641.00	91.00
350 x 175	350 x 175	7	11	14	63.14	49.60	13,600	984	14.70	3.95	775.00	112.00
	396 x 199	7	11	16	72.16	56.60	20,000	1,460	16.70	4.48	1,010.00	145.00
400 x 200	400 x 200	8	13	16	84.1	66.00	23,700	1,740	16.80	4.54	1,190.00	174.00
	450 x 200	9	14	18	96.8	76.00	33,500	1,870	18.60	4.40	1,490.00	187.00
500 x 200	500 x 200	10	16	20	114.2	89.60	47,800	2,140	20.50	4.33	1,910.00	214.00
600 x 200	600 x 200	11	17	22	134.4	106.00	77,600	2,280	24.00	4.12	2,590.00	228.00
600 x 200	588 x 300	12	20	28	192.5	151.00	118,000	9,020	24.80	6.85	4,020.00	601.00
700 x 300	700 x 300	13	24	28	235.5	185.00	201,000	10,800	29.30	6.78	5,780.00	722.00
800 x 300	800 x 300	14	26	28	267.4	210.00	292,000	11,700	33.00	6.62	7,290.00	782.00
900 x 300	900 x 300	16	28	28	309.8	243.00	411,000	12,600	36.40	6.39	9,140.00	843.00

■ Welded Beam Products

Berikut adalah cara untuk digunakan untuk menentukan dimensi baja WF:

1. Menentukan Beban yang Diberikan: Langkah pertama dalam menentukan dimensi *WF beam* adalah mengidentifikasi beban yang akan diberikan pada struktur. Beban tersebut merupakan beban angkat pada *hoist crane*. Beban harus dihitung secara akurat untuk mendapatkan dimensi yang tepat untuk *WF beam*.
2. Memilih Bahan dan Tegangan Maksimum yang Diperbolehkan: Pilih bahan yang akan digunakan untuk *WF beam*, seperti baja struktural. Kemudian, tentukan tegangan maksimum yang diperbolehkan untuk bahan tersebut. Nilai tegangan maksimum ini biasanya diberikan dalam spesifikasi bahan.

3. Menghitung Momen Inersia: Momen inersia (I) adalah ukuran dari kekakuan balok terhadap momen lentur. nilai ini harus diketahui untuk bahan yang digunakan sesuai dengan rumus (2.5) dan (2.6). Momen inersia juga biasanya tersedia dalam tabel untuk berbagai profil balok, termasuk profil *WF beam*.

4. Menggunakan Rumus Tegangan *Bending*: Dengan menggunakan momen lentur, momen inersia, dan dapat digunakan rumus momen lentur untuk menghitung dimensi WF beam yang diperlukan. Sesuai dengan rumus (2.2).

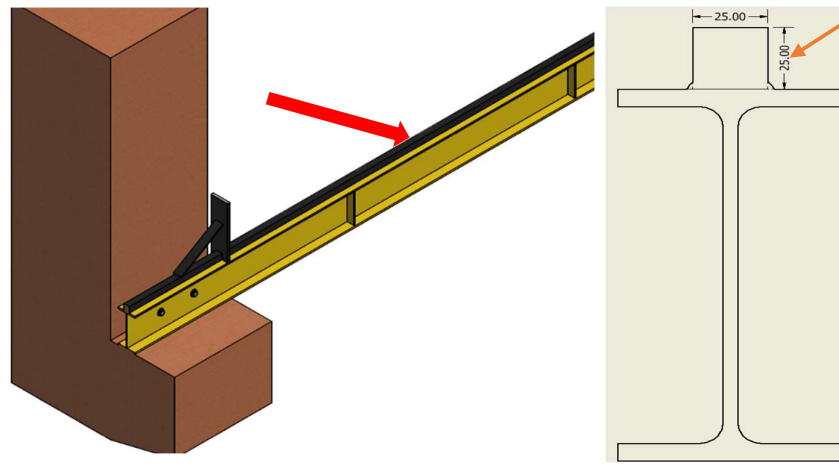
2. Rel

Rel pada Landasan Rel *hoist crane* adalah struktur yang terpasang di atas bangunan atau struktur pendukung yang dirancang khusus untuk mendukung pergerakan *crane* secara *horizontal*. Rel ini biasanya terbuat dari baja yang kuat dan dilengkapi dengan pelat rel yang memungkinkan roda rel *crane* bergerak dengan lancar di atasnya.

Fungsi utama dari rel pada Landasan Rel *hoist crane* adalah sebagai jalur pandu untuk pergerakan *crane*. Rel ini memberikan landasan yang stabil dan terarah untuk roda rel *crane* agar dapat bergerak maju, mundur, dan lateral sepanjang Landasan Rel. Rel harus dipasang dengan tepat dan sejajar, serta diperiksa secara berkala untuk memastikan integritas strukturalnya.

Rel pada Landasan Rel *hoist crane* biasanya terdiri dari dua jalur rel yang dipasang paralel di sepanjang landasan crane. Jalur rel ini biasanya dilengkapi dengan mekanisme pengunci atau pengaman agar crane tetap berada pada jalurnya dan mencegah pergeseran yang tidak diinginkan.

Secara keseluruhan, rel pada Landasan Rel *hoist crane* merupakan elemen penting dalam infrastruktur *crane* yang memberikan landasan yang stabil dan terarah untuk pergerakan *crane* secara horizontal di atas *runway beam*.



Gambar 2. 3 Rel
(Dokumen Pribadi, 2023)

3. Penahan *Stopper*

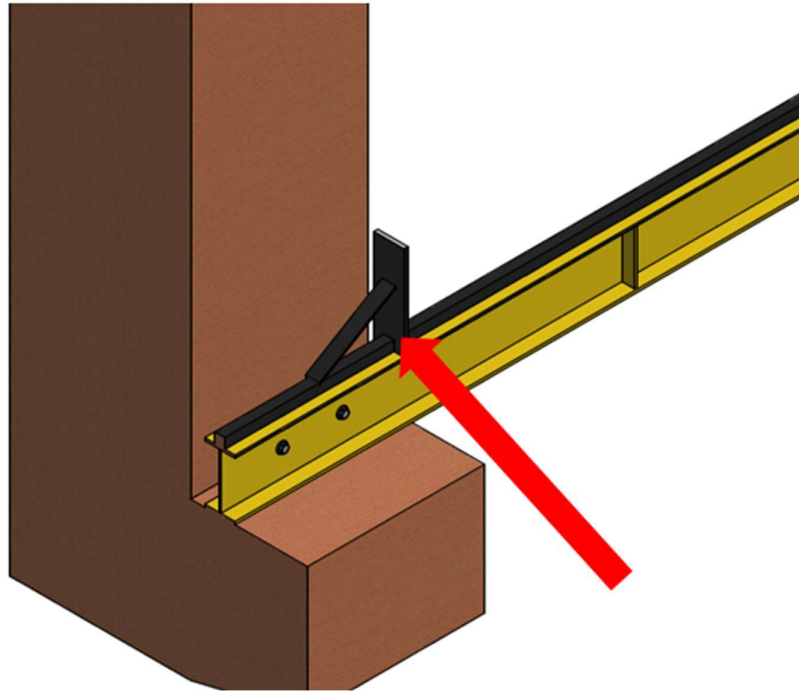
Penahan *stopper* pada Landasan Rel *hoist crane* adalah komponen yang digunakan untuk mengendalikan dan membatasi pergerakan *crane* di akhir landasan (*runway*) atau untuk membatasi pergerakan *crane* di titik tertentu sesuai kebutuhan.

Fungsi utama penahan *stopper* adalah untuk mencegah *crane* melampaui batas akhir Landasan Rel atau batas pergerakan yang ditentukan. Mereka membantu mengamankan *crane* agar tidak terjatuh atau keluar dari landasan yang telah ditentukan. Penahan *stopper* umumnya terdiri dari elemen yang kokoh dan kuat, seperti balok baja atau pelat baja tebal, yang dipasang pada titik-titik tertentu di sepanjang landasan *crane*.

Pada akhir *runway beam*, penahan *stopper* dipasang di ujung landasan untuk menghentikan pergerakan *crane*. Ini memastikan bahwa *crane* tidak melampaui batas yang ditentukan dan mencegah kemungkinan kerusakan atau kecelakaan yang disebabkan oleh *crane* jatuh atau bergerak terlalu jauh.

Secara keseluruhan, penahan *stopper* pada Landasan Rel *hoist crane* adalah komponen penting yang digunakan untuk mengendalikan dan membatasi pergerakan *crane* di akhir landasan atau di titik tertentu sesuai kebutuhan. Mereka berkontribusi pada keamanan operasi *crane* dengan

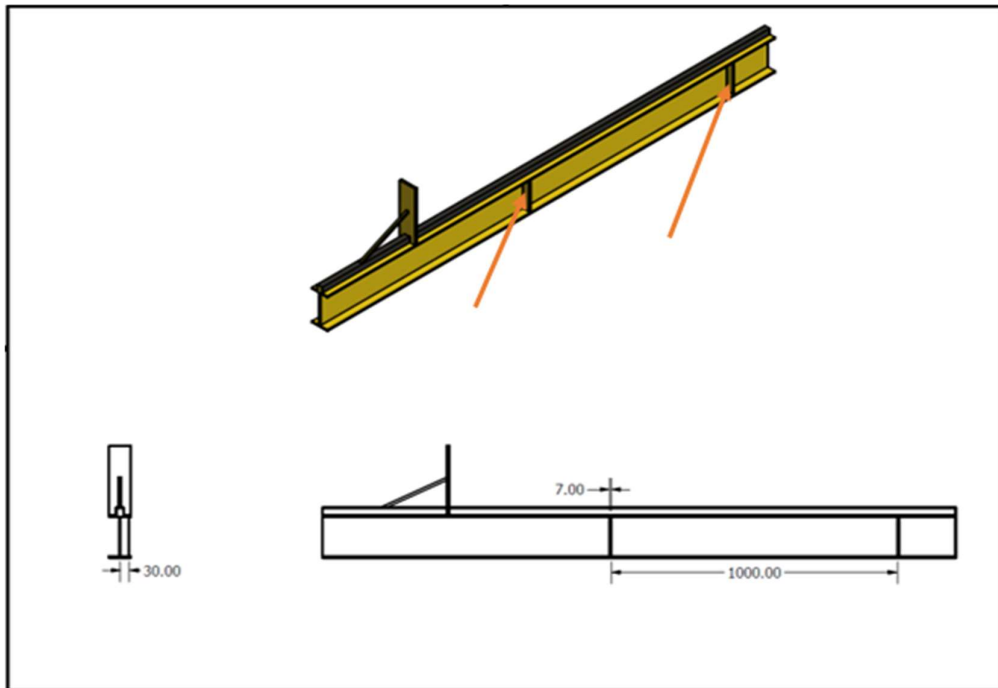
mencegah pergerakan *crane* melewati batas yang ditentukan dan menjaga *crane* tetap dalam kendali yang aman.



Gambar 2. 4 Penahan *Stopper*
(Dokumen Pribadi, 2023)

4. *Spinner*

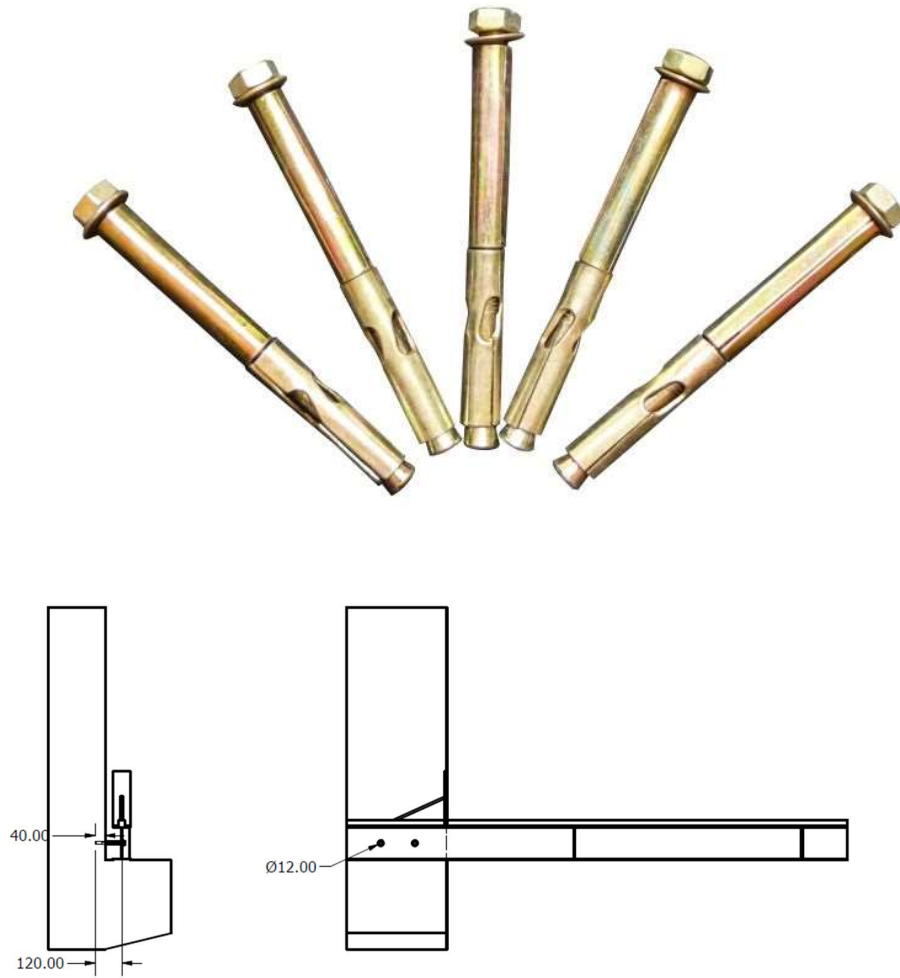
Sebuah Komponen yang berupa plat baja setebal 5 mm dan lebar 40 mm yang dipasang pada bagian dalam masing-masing *WF Beam*. Dipasang dengan metode di las pada setiap sudut *spinner* dan dipasang sebanyak 11 buah dengan jarak masing-masing antar *spinner* 1 meter. *Spinner* dipasang bertujuan untuk *Safety* dan memperkuat *WF Beam* ketika ada beban yang diangkut.



Gambar 2. 5 *Spinner*
(Dokumen Pribadi, 2023)

5. Baut

Baut adalah bentuk pengikat berulir yang dipasangkan dengan ulir jantan eksternal (biasanya dalam bentuk mur). Baut yang digunakan untuk mengikat *Beam* ke dinding penyangga yaitu baut *Dynabolt* dengan ukuran panjang 12 cm dan diameter 12 mm.



Gambar 2. 6 Baut *Dynabolt*
(Yosua Erick, 2021)

2.6. Rumus-rumus yang Digunakan dalam perhitungan

Dalam rancang bangun ini dibutuhkan dasar-dasar perhitungan yang menggunakan teori dan rumus rumus tertentu, antara lain:

1. Tegangan Izin

Tegangan izin adalah tegangan karakteristik yang dimiliki bahan, dimana pada tegangan izin ini faktor keamanan bahan masih berlaku. Tegangan izin merupakan batas tegangan yang masih berlaku memiliki faktor keamanan mengenai sebuah bahan.

Rumus tegangan izin adalah sebagai berikut:

$$\sigma_i = \frac{\sigma_{maks}}{SF} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- σ_i : Tegangan Izin (N/mm²)
- σ_{maks} : Tegangan Maksimal (N/mm²)
- SF : *Safety Factor* (Faktor Keamanan)

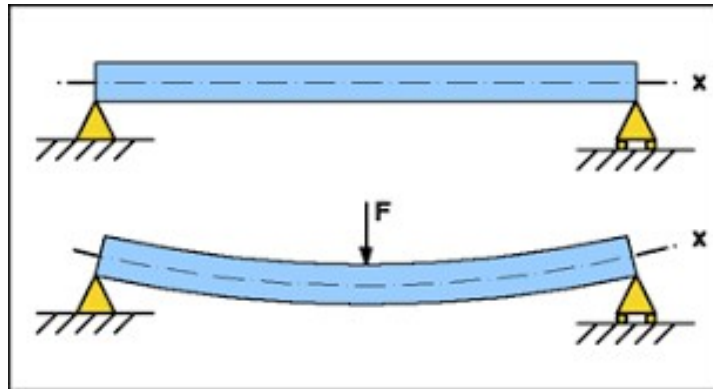
Safety factor (faktor keamanan) adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi supaya perencanaan elemen mesin terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum. (Joseph P Vidosvic, 2013).

Faktor keamanan / *safety factor* berdasarkan jenis beban adalah:

- Beban Statis : 1,25-2
- Beban Dinamis : 2-3
- Beban Kejut : 4-5

2. Tegangan Bengkok/ *Bending*

Tegangan Bengkok adalah sebuah momen (gaya x jarak) yang dapat mengakibatkan suatu komponen mengalami pembengkokan (*bending*). Akibat bengkok maka serat pada salah satu sisi akan tertarik dan serat pada sisi yang lain akan tertekan. Jadi sebenarnya tegangan bengkok tidak lain adalah tegangan tarik atau tegangan tekan yang terjadi pada serat yang berlawanan pada satu penampang.



Gambar 2. 7 Tegangan Bengkok
(Kevin Rivero, 2018)

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \dots \dots \dots (2.2)$$

Untuk *WF-Beam*

$$M_b = F \cdot l \dots \dots \dots (2.3)$$

$$W_b = \frac{I_x}{e} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

F = Beban (N)

l = Jarak titik tumpu ke beban (mm)

I_x = Momen Inersia (mm^4)

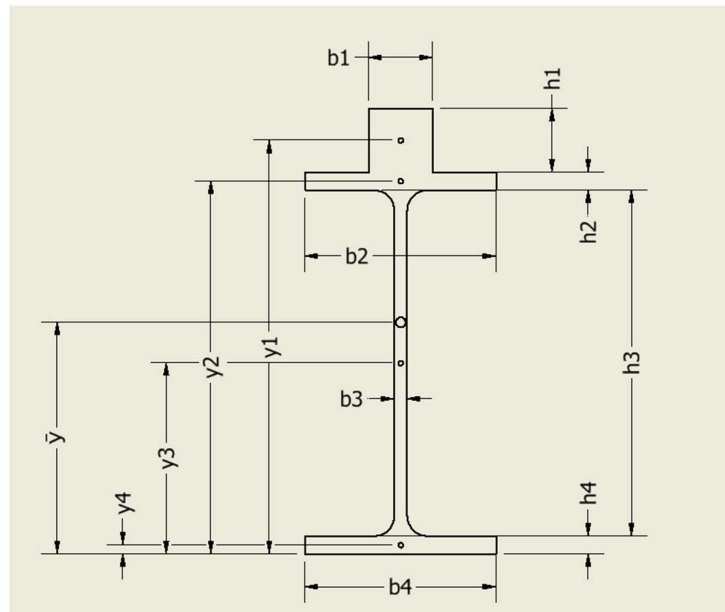
e = Jarak dari sumbu ke sisi terluar (mm)

σ_b = Tegangan bengkok (N/mm^2)

M_b = Momen bengkok *WF beam* (Nmm)

W_b = Momen tahanan bengkok *WF beam* (mm^3)

3. Titik Berat



Gambar 2. 8 Titik Berat
(Dokumen Pribadi, 2023)

$$\begin{aligned}
 A_1 &= b_1 \times h_1 & Y_1 &= \frac{h_1}{2} + h_2 + h_3 + h_4 \\
 A_2 &= b_2 \times h_2 & Y_2 &= \frac{h_2}{2} + h_3 + h_4 \\
 A_3 &= b_3 \times h_3 & Y_3 &= \frac{h_3}{2} + h_4 \\
 A_4 &= b_4 \times h_4 & Y_4 &= \frac{h_4}{2}
 \end{aligned}$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma Ay}{\Sigma A} = \frac{A_1 \times Y_1 + A_2 \times Y_2 + A_3 \times Y_3 + A_4 \times Y_4}{(A_1 + A_2 + A_3 + A_4)} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \text{Luas bidang 1} & Y_1 &= \text{Ordinat titik berat benda 1} \\
 A_2 &= \text{Luas bidang 2} & Y_2 &= \text{Ordinat titik berat benda 2} \\
 A_3 &= \text{Luas bidang 3} & Y_3 &= \text{Ordinat titik berat benda 3} \\
 A_4 &= \text{Luas bidang 4} & Y_4 &= \text{Ordinat titik berat benda 4}
 \end{aligned}$$

4. Momen Inersia

Momen inersia adalah konsep yang digunakan dalam mekanika untuk menggambarkan distribusi massa suatu benda terhadap sumbu rotasi. Momen inersia mengukur ketahanan benda terhadap perubahan gerak rotasi.

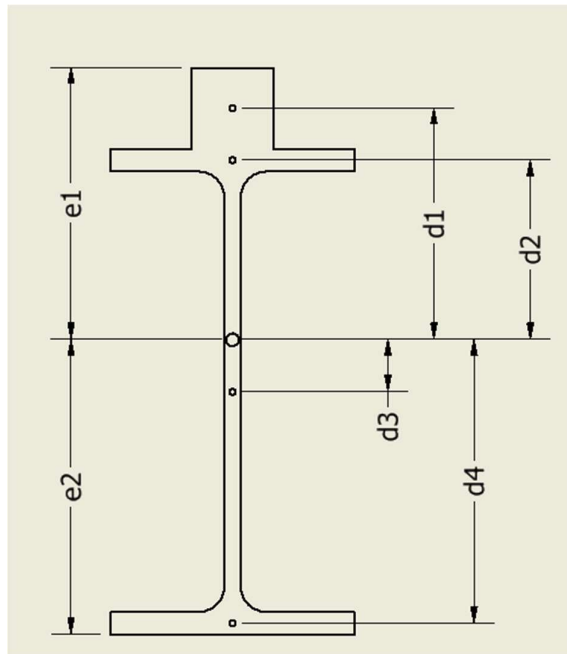
Momen Inersia untuk tegak lurus sumbu X:

$$I_x = \frac{1}{12}bh^3 \dots\dots\dots(2.6)$$

Di mana:

- I_x : momen inersia
- b : lebar benda
- h : tinggi benda

- $I_{x_1} = I_{x_{01}} + A_1 \times d_1^2$
- $I_{x_2} = I_{x_{02}} + A_2 \times d_2^2$
- $I_{x_3} = I_{x_{03}} + A_3 \times d_3^2$
- $I_{x_4} = I_{x_{04}} + A_4 \times d_4^2$

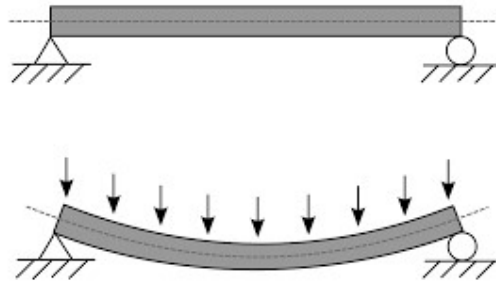


Gambar 2. 9 Momen Inersia (Dokumen Pribadi, 2023)

- $I_{x_{01}} = \frac{1}{12} b_1 \times h_1^3$
- $I_{x_{02}} = \frac{1}{12} b_2 \times h_2^3$
- $I_{x_{03}} = \frac{1}{12} b_3 \times h_3^3$
- $I_{x_{04}} = \frac{1}{12} b_4 \times h_4^3$
- $d_1 = \frac{h_1}{2} + h_2 + h_3 + h_4$
- $d_2 = \frac{h_2}{2} + h_3 + h_4$
- $d_3 = \frac{h_3}{2} + h_4$
- $d_4 = \frac{h_4}{2}$
- $e_1 = (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) - \bar{y}$
- $e_2 = \bar{y}$

$$I_x = Ix_1 + Ix_2 + Ix_3 + Ix_4 \dots \dots \dots (2.7)$$

5. Lendutan



Gambar 2. 10 Lendutan pada Balok
(Danielle Collins, 2018)

Lendutan / *defleksi* adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan *vertikal* yang diberikan pada balok atau batang. Deformasi pada balok secara sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan *defleksi* balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. *Defleksi* diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi.

Batas – batas lendutan untuk keadaan kemampuan layan batas harus sesuai dengan struktur, fungsi penggunaan, sifat pembebanan, serta elemen-elemen yang didukung oleh struktur tersebut. Batas lendutan maksimum diberikan dalam Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Tabel Batas Lendutan Maksimum
(SNI 03-1729-2002 Tabel 6.4-1)

Komponen struktur dengan beban tidak terfaktor	Beban tetap	Beban sementara
Balok pemikul dinding atau finishing yang getas	L/360	-
Balok biasa	L/240	-
Kolom dengan analisis orde pertama saja	h/500	h/200
Kolom dengan analisis orde kedua	h/300	h/200

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{WL^4}{EI} \leq \delta_{maks} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$\delta_{maks} = \frac{L}{240} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

δ = Kelendutan (mm)

W = Beban persatuan panjang ($\frac{Kn}{M}$)

L = Panjang *Beam* (mm)

E = Modulus Elastisitas (N/mm²) untuk Baja=200000 atau 2×10^5

I = Momen Inersia (mm⁴)

6. Pengeboran

Berikut adalah beberapa perhitungan yang dapat digunakan untuk melakukan pengeboran:

a. Rumus Putaran Bor

$$n = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times d} \dots \dots \dots (2.10)$$

n = Banyak Putaran (rpm)

V_c = Kecepatan Potong (m/menit)

d = Diameter Benda Kerja (mm)

b. Rumus Perhitungan Waktu Pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{S_r \times N} \dots \dots \dots (2.11)$$

$$L = l + 0,3d$$

Dimana:

T_m = Waktu Pengerjaan (menit)

L = Kedalaman Pengeboran (mm)

S_r = Ketebalan Pemakanan (mm/putaran)

- l = Kedalaman awal
 d = Diameter mata bor

7. Gerinda

Berikut adalah beberapa perhitungan yang dapat digunakan untuk melakukan penggerindaan:

a. Putaran Gerinda

$$n = \frac{1000 \times V_c \times 60}{\pi \times d} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

- n = Banyak Putaran (rpm)
 V_c = Kecepatan Potong (m/menit)
 d = Diameter Benda Kerja (mm)

b. Rumus Proses Pemotongan Pada Gerinda Potong

$$T_m = \frac{T_g \times l \times T_b}{S_r \times n} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

- T_m = Waktu Pengerjaan (menit)
 T_g = Tebal Mata Gerinda (mm)
 L = Panjang Bidang Pemotongan (mm)
 T_b = Ketebalan Benda Kerja (mm)
 S_r = Ketebalan Pemakanan (mm/putaran)
 N = Banyak Putaran (rpm)

8. Pengelasan

Berikut adalah perhitungan yang dapat digunakan untuk melakukan pengelasan:

a. Rumus Menghitung Kekuatan Sambungan Las

$$\sigma_{las} = \frac{F}{L \times t} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana:

σ_{las} = Kekuatan Sambungan Las (N/mm²)

F = Kekuatan Tarik Sambungan Las (N)

L = Panjang Sambungan Las (mm)

t = Tebal Sambungan Las (mm)

b. Untuk Menghitung Waktu Peleburan Las

$$T_m = \frac{i}{v} \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana:

T_m = Waktu pengelasan (detik)

i = Panjang bagian yang dilas (mm)

v = Kecepatan pengelasan (mm/detik)

- Yang dimana kecepatan (v) dapat ditentukan dengan membagi ukuran kawat las dengan waktu pengerjaan selama 1 detik.

$$v = \frac{\text{Ukuran Kawat Las}}{1 \text{ detik}}$$

2.7. Biaya Produksi

Biaya produksi adalah biaya yang melekat pada produk, meliputi semua biaya, baik secara langsung maupun tidak langsung yang dapat diidentifikasi dengan kegiatan pengolahan bahan baku menjadi produk jadi. (Harnanto,2017). Perhitungan biaya produksi bertujuan untuk mengetahui besar biaya yang dapat dikeluarkan selama proses pembuatan dan juga dapat menentukan besarnya harga jual dari suatu produk atau alat yang diproduksi, adapun biaya produksi meliputi antara lain:

A. Biaya Material

Biaya material adalah biaya yang digunakan dalam pembelian bahan baku alat yang akan diproduksi atau proses pembuatan. Material yang digunakan dalam proses pembuatan ini bermacam-macam, harga material ditentukan dari berat, ukuran dan jumlah satuan dari material tersebut.

B. Biaya Listrik

Dalam pemakaian listrik dapat diketahui besarnya pemakaian dengan menggunakan rumus:

$$B = T_m \times b_1 \times P \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

B = Biaya listrik (Rp)

T_m = Waktu permesinan (Jam)

b_1 = Biaya pemakaian (Rp 1.300,- / kWh)

P = Daya Mesin (kW)

C. Biaya Sewa Mesin

Biaya sewa mesin merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menyewa mesin dalam kegiatan produksi / proses pembuatan alat. Dalam menghitung biaya sewa mesin yang digunakan antara lain:

$$BM = T_m \times B \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana:

BM = Biaya sewa mesin (Rp)

T_m = Waktu permesinan (Jam)

B = Harga sewa mesin (Rp)

D. Biaya Operator

Biaya operator adalah biaya yang dikeluarkan untuk membayar penggunaan tenaga kerja (Mita dan Widyastuti, 2018). Untuk biaya operator, diambil biaya sebesar Rp 3.400.000,- / bulan sesuai dengan data yang diambil dari upah minimum Provinsi Sumatera Selatan tahun 2023 (Databoks.katadata.co.id). Maka biaya operator per jam yaitu:

$$\frac{\text{Upah}}{\text{jam}} = \frac{\text{Upah minimum}}{\text{Jam Kerja}} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana:

$\frac{\text{Upah}}{\text{jam}}$ = Bayaran operator per jam (Rp ,- / jam)

Upah minimum = Upah minimum Provinsi Sumatera Selatan (R)

Jam kerja = Lama waktu operator bekerja (Jam)

E. Biaya Tak Terduga

Dalam proses pembuatan alat, diambil 15% dari biaya material dan biaya sewa mesin untuk biaya tak terduga. Maka biaya tak terduga antara lain:

$$\text{Biaya Tak Terduga} = 15\%(\text{Biaya Material} + \text{Biaya Sewa Mesin}).(2.19)$$

Dimana:

Biaya Material (Rp)

Biaya Sewa Mesin (Rp)

F. Biaya Produksi

Biaya produksi adalah biaya yang dikeluarkan untuk membuat barang atau jasa. Biaya produksi terdiri dari biaya material, biaya listrik, operator, sewa mesin dan biaya tak terduga. Maka biaya produksi:

$$\text{Biaya produksi} = \text{Biaya Material} + \text{Biaya Listrik} + \text{Biaya Sewa Mesin} \\ + \text{Biaya Operator} + \text{Biaya tak terduga} \dots\dots\dots (2.20)$$

G. Biaya Depresiasi

Akumulasi depresiasi adalah kumpulan perhitungan beban penyusutan secara periodik. Biasanya ini dicatat pada neraca keuangan. Perhitungan akumulasi depresiasi tersebut diperlukan guna mengetahui nilai aktiva tetap yang akan dilaporkan dalam pajak maupun keperluan akuntansi.

Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh dalam perhitungan akumulasi depresiasi, di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Harga Perolehan Aset

Salah satu faktor yang menentukan akumulasi depresiasi adalah harga perolehan aset, baik itu dalam kondisi baru maupun bekas.

Sebelum menghitung besaran penyusutan aset, ketahui terlebih dahulu berapa harga aktiva saat belum dimiliki oleh perusahaan.

Harga perolehan aset ini nantinya digunakan sebagai dasar depresiasi nilai aktiva pada tiap periode tertentu.

2. Umur Ekonomis

Ini juga perlu mempertimbangkan umur dari aktiva sampai nilai kegunaannya mencapai Rp0 atau diputuskan untuk dijual perusahaan.

Umur ekonomis dari aktiva bisa bervariasi tergantung pada jenisnya, seperti berapa bulan atau tahun.

3. Nilai Residu

Hal lainnya yang berpengaruh dalam akumulasi depresiasi adalah nilai residu. Nilai residu yaitu nilai aktiva setelah dikurangi nominal depresiasi pada tiap periode tertentu.

Nilai residu adalah nilai akhir aset setelah mengalami kerusakan atau penurunan kualitas sehingga nominalnya dapat mencapai Rp 0 bila tidak dapat dimanfaatkan lagi.

Adapun rumus akumulasi depresiasi dengan metode garis lurus, yaitu:

$$\text{Biaya Penyusutan} = \frac{(\text{Biaya Perolehan Aset} - \text{Nilai Residu})}{\text{Umur Ekonomis}} \dots\dots\dots(2.21)$$

2.8. Maintenance

Maintenance atau perawatan merupakan suatu usaha maupun tindakan reparasi yang dilakukan agar kondisi dan performa dari mesin tetap terjaga, namun dengan biaya perawatan yang serendah-rendahnya atau suatu kegiatan servis agar mencegah timbulnya kerusakan tidak normal sehingga umur alat bisa mencapai atau sesuai umur yang direkomendasikan oleh pabrik. Kegiatan servis meliputi pengontrolan, penggantian, penyetelan, perbaikan dan pengetesan. (Sularso, 1997)

a. Tujuan dari *Maintenance*

Tujuan melakukan *maintenance* antara lain adalah:

1. Memiliki kemampuan mekanis paling baik (*best performance*)
2. Agar suatu alat selalu dalam keadaan siaga siap pakai (*high availability*)
3. Agar biaya perbaikan alat menjadi hemat (*reduce repair cost*)

b. Klasifikasi dari *Maintenance*

Maintenance terbagi menjadi dua bagian yaitu *Preventive Maintenance* dan juga *Corrective Maintenance*. *Preventive Maintenance* dilakukan untuk mencegah kerusakan pada unit atau komponen sedangkan *corrective maintenance* dilakukan setelah komponen mengalami gejala kerusakan.

Berikut penjelasan tentang kedua jenis *maintenance* tersebut.

1. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance adalah perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk mencegah kemungkinan timbulnya gangguan atau kerusakan pada alat. *Preventive maintenance* terbagi menjadi tiga bagian, yaitu:

a. *Periodic Maintenance*

Periodic maintenance ialah pelaksanaan *service* yang dilakukan setelah unit beroperasi dalam jumlah jam tertentu.

Periodic maintenance juga terbagi menjadi dua bagian yaitu:

- I. *Periodic Inspection* adalah inspeksi atau pemeriksaan harian (*daily-10 hours*) dan mingguan (*weekly-50hours*) sebelum unit beroperasi.

II. *Periodic Service* adalah suatu usaha untuk mencegah timbulnya kerusakan pada suatu alat yang dilaksanakan secara berkala/continue dengan interval pelaksanaan yang telah ditentukan berdasarkan *service meter/hours*.

b. *Schedule Overhaul*

Schedule Overhaul adalah jenis perawatan yang dilakukan pada interval tertentu sesuai dengan standar *overhaul* masing masing komponen yang ada.

2. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance adalah perawatan yang dilakukan untuk mengembalikan *machine* ke kondisi standar melalui pekerjaan *repair* (perbaikan) atau *adjustment* (penyetelan). *Corrective Maintenance* terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

a. *Brakedown Maintenance*

Brakedown Maintenance adalah perawatan yang dilaksanakan setelah *machine brakedown* (tidakbisa digunakan).

b. *Repair and Adjusment*

Repair and Adjusment adalah perawatan yang sifatnya memperbaiki kerusakan yang belum parah atau *machine* belum *brakedown* (tidak bisa digunakan).