

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mesin Gerinda

Mesin gerinda adalah mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah, memotong benda kerja kasar maupun halus dengan tujuan dan kebutuhan tertentu.

2.2 Prinsip Kerja Mesin Gerinda

Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi gesekan yang akan membuat pengikisan, penajaman, pengasahan, pemolesan, atau pemotongan.

2.3 Macam-Macam Batu Gerinda Potong

a. Batu Gerinda Asah (*Grinding Disc*)

Batu gerinda paling umum dipakai dalam pengerjaan logam. Digunakan untuk mengikis permukaan logam besi, baja dan *stainless steel*. Batu gerinda ini memiliki spesifikasi khusus sesuai jenis logam peruntukannya.

b. Batu Gerinda Flexibel (*Flexible Disc*)

Serupa dengan batu gerinda asah (*grinding disc*) tetapi memiliki *pattern* pada permukaannya. Digunakan untuk mengikis permukaan logam pada area sempit. Dapat juga digunakan untuk memotong material logam, tetapi celah potongnya lebih lebar dibandingkan batu gerinda potong.

c. Batu Gerinda Potong (*Cutting Disc*)

Batu gerinda khusus untuk memotong material logam, mulai dari besi *mildsteel*, baja, hingga *stainless steel*. Bentuknya seperti piringan pipih. Celah potong yang dihasilkan lebih tipis dibandingkan batu gerinda fleksibel karena memiliki ketebalan 3 – 8 mm.

d. Mata Gerinda Sikat (*Steel Wire Brush*)

Ada dua jenis Mata Gerinda Sikat ini, yaitu piringan sikat (*steel wheel wire brush*) dan mangkuk sikat (*cup wire brush*). Digunakan untuk membersihkan permukaan logam dari karat, kerak, dan kotoran maupun mengelupas kulit kayu untuk dapat diproses lebih lanjut.

e. Mata Gerinda Amplas Susun (*Flap Disc*)

Berbentuk piringan dari susunan lembaran kertas amplas. Digunakan untuk mengikis dan menghaluskan permukaan logam dan kayu.

f. Mata Gerinda Amplas Datar (*Fiber Disc*)

Berbentuk piringan amplas datar. Digunakan bersama *rubber pad* agar penekanannya sempurna untuk menghasilkan *finishing* yang lebih halus.

g. Mata Gerinda Pisau Potong Keramik (*Diamond Disc*)

Digunakan untuk memotong keramik. Ada dua jenis mata gerinda ini: jenis pengerjaan basah yang perlu diberikan air untuk melumasi pemotongannya dan jenis pengerjaan kering yang tidak perlu dilumasi air.

h. Mata Gerinda Tembok (*Diamond disc*)

Mata gerinda ini digunakan untuk mengikis permukaan material beton dan batu untuk membentuk lekukan sesuai pola yang diminta.

i. Mata Gerinda Pisau Potong Kayu (*Circular Saw*)

Digunakan untuk memotong material kayu. Mata gerinda ini dibuat dari baja dengan TCT (*Tungstaen Carbide Tipped*) pada bagian ujung mata gergajinya, sehingga memiliki tingkat kekerasan tinggi dan tidak mudah rusak saat melakukan pemotongan

j. Batu Gerinda Asah Spons (*Sponge Grinding Wheel*)

Digunakan untuk menghaluskan permukaan batu marmer dan granit hingga mengkilap kembali setelah melewati proses pemotongan.

k. Batu Gerinda Asah *Non-Woven* (*Non-Woven Nylon Wheel*)

Batu gerinda ini digunakan pada proses *finishing* permukaan logam *stainless steel* dan aluminium. Ternyata jenis batu gerinda yang digunakan pada mesin gerinda pedestal adalah dengan menggunakan jenis batu gerinda asah *non-woven*.

1. Polishing Pad & Kain Poles (*Wood Polishing Bonnet*)

Digunakan untuk proses *polishing* permukaan logam yang dilapisi cat dengan *clear coat paint*. Biasanya digunakan untuk memoles cat mobil supaya mengkilap kembali.

2.4 Pengertian Mesin Gerinda Potong Plat

Suatu alat pemotong plat yang bekerja dengan prinsip kerja memotong plat dan prinsip menggunting.

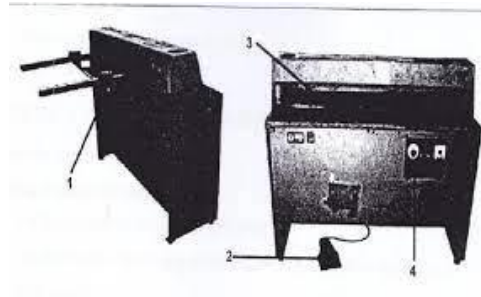
2.5 Jenis-Jenis Mesin Gerinda Potong Plat

Berikut ini adalah jenis-jenis pada mesin gerinda potong plat sebagai berikut:

2.5.1 Mesin *Gullotine*

Mesin *gullotine* terdiri dari 2 (dua) jenis mesin *gullotine* manual dan mesin *gullotine* hidrolis. Mesin *gullotine* manual pemotongan plat dilakukan dengan tuas penekan yang digerakkan oleh kaki si pekerja. Mesin *guillotine* hidrolis proses pemotongannya digerakkan dengan sistem hidrolis, sehingga kemampuan potong mesin *guillotine* hidrolis ini lebih besar dari mesin *guillotine* manual. Mesin *guillotine* ini hanya mampu untuk pemotongan plat-plat lurus. Untuk mesin *guillotine* manual ketebalan plat yang didapat dipotong dibawah 0,6 mm. sedangkan *guillotine* hidrolis mampu memotong plat antara 6-10 mm. prinsip kerja mesin *guillotine* ini menggunakan gaya geser untuk proses pemotongan.

Plat yang di potong diletakkan pada landasam pisau tetap dan pisau atas ditekan sampai memotong plat. Untuk mengurai besarnya gaya geser sewaktu terjadinya proses pemotongan posisi mata pisau atas dimiringkan, sehingga luas penampang plat yang dipotong mengecil proses pemotongan dengan mesin. *Guillotine* manual adalah plat diletakkan diatas meja. Kemudian ukuran plat yang akan dipotong diatur dengan memperhatikan ukuran yang ada pada meja. Setelah ukuran yang diinginkan diatur dengan tepat maka tuas ditekan dengan menggunakan kaki agar pisau memotong plat-plat tersebut.



Gambar 2.1 Mesin *guillotine* (scribd,2021)

2.5.2 Mesin Potong Hidrolik

Mesin gunting hidrolik menggunakan tenaga *power supply* tenaga hidrolik. Tenaga hidrolik yang dihasilkan untuk memotong adalah pompa hidrolik yang digerakkan oleh motor listrik. Mesin gunting hidrolik ini dilengkapi dengan program pada *panel box control* hidrolik. Dengan program hidrolik ini pelayanan untuk operasional mesin potong menjadi lebih sederhana. Kemampuan menggunting atau memotong plat dengan mesin hidrolik ini sampai mencapai ketebalan plat 20mm. Prinsip kerja mesin hidrolik ini sama dengan mesin *guillotine* umumnya. Hanya penekan yang digunakan pada mesin ini menggunakan akuator kerja ganda (*double acting*) dengan silinder sebanyak dua buah. akuator ini diletakkan di kiri dan kanan mesin yang berhubungan langsung dengan pisau atas, *stopper* yang digunakan juga *stopper* yang digerakkan secara hidrolik. Jumlah *stopper*nya lebih banyak dari akuator potong. Jumlah akuator ini disusun diantara celah pemotongan. Untuk pemotongan yang mempunyai lebar yang kecil juga dapat ditekan oleh *stopper*.



Gambar 2.2 Mesin Gunting Hidrolik (Docplayer.Info,2021)

2.6 Konsep Rancangan Alat

Alat ini merupakan alat pemotong plat yang dirancang dengan otomatis yang mengutamakan pada penggunaan gerinda yang dipasang denganudukan. Kemudian terminal bergerak dibantu oleh mur yang telah terpasang pada terminal, lalu oleh as drat yang sudah dipasang pada kerangka dan *pillow block* digerakkan oleh *gearbox* dan *chuck* serta motor dc sebagai penggerak utama. Pemotongan dilakukan maju dan mundur secara otomatis, digerakkan oleh motor dc dan diatur kecepatannya oleh *dimmer*. Sehingga memudahkan pengerjaan yang lebih efisien dan presisi pada saat proses pemotongan plat tersebut.

2.7 Material Dalam Pembuatan Alat

Didalam suatu perencanaan alat, kita harus menentukan alat dan komponen yang akan digunakan dalam proses pembuatan. Sebelum memulai perhitungan, seorang perencana haruslah terlebih dahulu memilih dan menentukan jenis material yang akan digunakan dengan tidak terlepas dari faktor-faktor yang mendukungnya. Selanjutnya untuk memilih bahan nantinya akan dihadapkan pada perhitungan, yaitu apakah komponen tersebut dapat menahan gaya yang besar, gaya terhadap beban puntir. Didalam menentukan alat dan bahan yang akan kita gunakan nanti, beberapa faktor yang harus kita ketahui seperti ketersediaan, mudah dibentuk, harga yang relatif murah.

Adapun komponen yang digunakan pada mesin perancangan alat potong plat otomatis sebagai berikut:

2.7.1 Rangka

Bahan pada rangka yang digunakan adalah besi *square hollow bar* ukuran 40mm x 40mm x 2mm Merupakan komponen yang digunakan untuk meletakkan komponen-komponen lainnya. Seperti meletakkan *base* pada rangka yang menggunakan *besi square hollow bar* dengan ukuran 40mm x 40mm dengan ketebalan 2mm dan untuk terminal memakai besi *square hollow bar* ukurana 25mm x 25mm x 2mm, komponen ini digunakan sebagaiudukan pada gerinda yang di bantu *bearing* untuk pergerakan maju mundur.



Gambar 2.3 Besi *Square hollow bar* (Buana Paksa Indonesia,2022)

Besi square hollow bar adalah besi yang berbentuk pipa kotak. *Besi square hollow bar* biasanya terbuat dari besi *galvanis* dan *galvalum*. Pada mulanya bahan yang digunakan untuk pembuatan *square hollow bar* ini terbuat dari campuran *zinc* dan aluminium.

Pada alat ini menghabiskan besi hollow ukuran 40x40x2 mm sepanjang 7 meter, ukuran 25x25x2mm sepanjang 2 meter.

Besi square hollow bar memiliki beberapa keunggulan yang membuat jenis besi ini begitu banyak diminati oleh masyarakat, beberapa keunggulan *besi square hollow bar* diantaranya adalah:

- 1) Tahan api, anti rayap.
- 2) Proses pemasangan yang cepat dan harganya cukup terjangkau.
- 3) Pemasangannya tidak terlalu sulit.
- 4) *Besi square hollow bar* memiliki kualitas yang bagus karena bahannya yang kokoh dan memiliki ketahanan untuk keperluan jangka panjang.

2.7.2 Motor Listrik DC

Jenis motor listrik yang penggunaannya memerlukan jenis arus DC atau arus searah. Jadi pada motor DC, arus searah yang dihasilkan nantinya akan diubah menjadi energi mekanis yang berupa putaran atau gerak. Adapun fungsi-fungsi dari motor DC sebagai berikut:

- a. Sebagai penggerak peralatan elektronik, seperti pada baling kipas, mata bor, *vibrator* listrik dan masih banyak lagi.
- b. Sebagai penggerak pintu putar, berkat adanya *driver H-Bridge*, pintu dapat membuka dan menutup secara otomatis.
- c. Sebagai komponen rangkaian robot sederhana, dengan mengendalikan motor DC melalui komputer dengan *paralel port*.

Dalam motor listrik juga memiliki prinsip kerja pada motor dc sebagai berikut:

- a. Arus DC pada rangkaian akan dialirkan pada kumparan. Kemudian, medan *magnet* yang tercipta akan menghasilkan torsi yang nantinya akan memutar motor.
- b. Setelah terjadi torsi, komutator kemudian akan bekerja yaitu dengan cara menjaga putaran motor listrik agar tetap menghasilkan arus yang searah.
- c. Jadi pada alat ini, *armature* yang dihasilkan oleh medan magnet akan diputar searah sehingga menghasilkan gaya mekanik



Gambar 2.4 Motor DC (Shopee,2023)

2.7.3 Baut dan Mur

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai untuk mengetahui perhitungan baut adalah sebagai berikut.

$$\tau_{geser} = \frac{F_{total}}{A}$$

Ket: τ_{geser} : Tegangan geser

F : Beban

A : Luas Penampang baut



Gambar 2.5 baut dan Mur (: Imporindo.com, 2019)

Untuk menentukan ukuran baut dan mur, sebagai faktor harus diperhatikan seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan, kelas ketelitian, dll. Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa:

1. Beban status aksial murni
2. Beban aksial bersama dengan beban puntir
3. Beban geser
4. Beban tumpuan aksial

Baut

Baut digolongkan menurut bentuk kepalanya yaitu segi enam, *socket*, dan kepala baut mur persegi. Contoh baut dan mur diuraikan dibawah ini :

1. Baut penjepit dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :
 - a. Baut tembus, untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus, dimana jepitan diketatkan dengan mur
 - b. Baut tap, untuk menjepit dua bagian dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang ditap pada salah satu bagian.
 - c. Baut tanam, merupakan baut tanpa kepala dan diberi ulir pada kedua ujungnya, untuk dapat menjepit dua bagian, baut tanam pada salah satu bagian yang mempunyai lubang berulir dan jepitan diketatkan dengan sebuah mur

Mur

Pada umumnya mur mempunyai bentuk bentuk segi enam, tetapi untuk pemakaian khusus dapat dipakai mur dengan bentuk yang bermacam-macam, seperti mur bulat, mur flesns, mur tutup, mur mahkota, dan mur kuping.

2.7.4 As Drat

Ulir *Long Drat* merupakan salah satu *onderdill* komponen mesin yang berbentuk batangan Berulir atau batangan logam yang sepanjang batangan tersebut berupa Ulir (*full* ulir).

Adapun fungsi dari pada *long drat* tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengikat komponen mesin atau benda kerja.
- b. Sebagai *onderdill* untuk mengad*juster* komponen mesin seperti *tension belt conveyor*, *chain drive*, *stroke cylinder pneumatik*, dan lain sebagainya.
- c. Untuk menahan beban benda kerja dengan posisi tertentu sesuai kebutuhan.

Dengan menggunakan Ulir *long drat*, maka sebuah benda kerja atau komponen mesin bisa di *setting* pada posisi atau kondisi tertentu sesuai kebutuhan karena dengan *long drat* mempunyai *stroke* yang panjang sepanjang Ulir *long drat* tersebut. *Long drat* ini pada dasarnya merupakan baut yang berukuran panjang dengan seluruh bagian batangnya *full* alur ulir, sehingga kita bisa menggunakan semua titik alur ulir tersebut sesuai kebutuhan.



Gambar 2.6 As Drat (Shopee,2022)

Hasil kecepatan jumlah putaran screw

$$s = N \cdot p \longrightarrow N = \frac{s}{p}$$

Ket:

s : Panjang potong

N : Jumlah putaran

p : jarak pit

2.7.5 Bearing

Bearing atau bantalan adalah elemen mesin yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara dua komponen sehingga bisa bergerak sesuai dengan tujuannya. Pada umumnya, *bearing* terbagi menjadi dua, yaitu *contact bearing* dan *non-contact bearing*. *Contact bearing* adalah tipe *bearing* yang memiliki mekanisme kontak dengan suatu peralatan. Hal ini meliputi mekanisme *sliding* (geser), *rolling* (gelinding), dan *flexural* (lentur). Sementara itu, *Non-contact bearing* biasanya memanfaatkan fluida atau magnet sebagai mekanisme penghubung antara bagian luar dan dalam *bearing*. Kurangnya kontak mekanis pada tipe *bearing* ini meminimalisir gesekan statis. Berikut fungsi-fungsi dari *bearing* sebagai berikut:

- a. Menjaga terjadinya gesekan diantara dua komponen ataupun dua kerangka.
- b. Mengatasi beban radial atau/dan dorongan pada *shaft* (poros) yang berputar.
- c. Mempermudah gerakan sehingga bisa lebih sesuai dengan keinginan ataupun dengan aturan.
- d. Menjaga agar poros tidak langsung bergesekan dengan rumah poros.
- e. Menghindari terjadinya benturan pada saat dua komponen saling bersentuhan.
- f. Menjaga agar gerakan mesin tetap berjalan dengan lebih stabil.



Gambar 2.7 *Bearing* (GridOto.com,2022)

2.7.6 *Pillow Block*

Sebagai tumpuan benda-benda kerja yang bergerak atau berputar dengan tujuan agar sumbu perputaran benda kerja tersebut lebih ringan dan *Pillow Block* ini berbentuk *bearing* unit menjadi satu dengan *casing* yang akan mengikat pada badan mesin atau *bearing* unit dengan *casing* menjadi satu. Adapun Contoh Fungsi dari aplikasi *Pillow Block* di beberapa benda kerja adalah sebagai berikut:

- a. Sebagai tumpuan *shaft* roda yang berputar.
- b. Sebagai tumpuan *shaft* roda gigi *gear box* yang berputar.
- c. Sebagai tumpuan *shaft roll conveyor* penghubung yang berputar.
- d. Sebagai tumpuan *shaft sprocket* atau *gear drive* rantai.
- e. Sebagai tumpuan *shaft bushing* dudukan benda berat.
- f. Sebagai tumpuan *shaft sprocket tension chain drive*.
- g. Sebagai tumpuan *shaft pulley* penggerak *V belt drive conveyor*.



Gambar 2.8 *Pillow Block* (Jualmesinpabrik.com, 2022)

2.7.7 *Gearbox* dan *Chuks Bor*

Gearbox digunakan untuk menyalurkan tenaga atau daya dari motor yang berputar untuk memunculkan pergerakan. Dengan begitu, tenaga yang dihasilkan motor bisa dimanfaatkan untuk membuat alat bisa bergerak maju atau mundur. *Chuks bor* digunakan untuk menjepit *as drat* agar bisa berputar.



Gambar 2.9 *Gearbox Chuks Bor*

2.7.8 Saklar

Sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya.

Adapun jenis-jenis saklar yang biasa digunakan sebagai berikut:

a. *Push Button Switch*

Saklar tombol dorong adalah jenis saklar dua posisi yang dapat menghubungkan aliran arus listrik pada saat pengguna menekannya dan memutuskan hubungan listrik tersebut apabila kita melepaskannya.



Gambar 2.10 *Push Button Switch* (Academia.Edu, 2022)

b. *Toggle Switch*

Saklar yang digerakan oleh tuas atau *toggle* yang miring ke salah satu posisi dari dua posisi atau lebih untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik.



Gambar 2.11 *Toggle Switch* (Academia.Edu, 2022)

c. *Limit Switch*

Saklar yang banyak digunakan pada mesin-mesin untuk keperluan otomasi industri. *Limit switch* atau saklar pembatas biasanya digunakan untuk mengendalikan mesin sebagai bagian dari sistem pengendali, sebagai pengaman dan penguncian ataupun menghitung objek yang melewati suatu titik.



Gambar 2.12 *Limit Switch* (Academia.Edu, 2022)

2.7.9 *Adaptor 18V*

Berfungsi untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik yang kecil atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC).



Gambar 2.13 *Adaptor 18V* (Tokopedia, 2023)

2.7.10 *Fuse*

Memutuskan arus listrik saat mengetahui adanya korsleting atau arus hubungan pendek yang bisa menyebabkan kecelakaan seperti kebakaran.



Gambar 2.14 *Fuse* (Tokopedia, 2023)

2.7.11 *Dimmer DC*

Sebagai tempat untuk mengatur kecepatan motor DC yang besar.



Gambar 2.15 *Dimmer DC* (Aliexpress.com, 2022)

2.8 **Proses Pembuatan Alat**

Ada beberapa proses pengerjaan pada alat bantu untuk mesin potong plat otomatis dengan menggunakan alat atau mesin sebagai berikut:

1. Pengelasan

suatu proses penyambungan dua material / lebih, biasanya berupa logam, dengan menggunakan energi panas sampai material yang akan disambung tersebut meleleh. Untuk menghitung waktu pengelasan :

$$t = \frac{L}{v}$$

Keterangan:

- t : Waktu (menit/s)
 L : Panjang pengelasan (mm)
 v : Diameter elektroda

2. Penggerindaan

Penggerindaan dilakukan untuk memotong rangka, plat dan benda yang tidak mungkin dilakukan tanpa menggunakan mesin. Selain itu penggerindaan juga bisa dilakukan untuk menghaluskan bagian-bagian yang tajam pada proses jadi akhir (*finishing*) tetapi disesuaikan dengan mata gerinda yang dipakai. Rumus proses pemotongan pada gerinda potong :

$$T_m = \frac{t_g \cdot l \cdot t_b}{s_r \cdot n}$$

- n : putaran mesin (rpm)
 T_m : Waktu pengerjaan (menit)
 t_g : Tebel mata gerinda (2mm)
 l : Panjang bidang pemotongan (mm)
 t_b : Ketebalan benda kerja (mm)
 S_r : Ketebalan pemakanan (mm / putaran)

Rumus Percepatan feeding

$$v = \frac{s}{t}$$

Keterangan :

- s = panjang potong (mm)
 p = jarak pitch (mm)

t = waktu (s)

3. Mesin Bor

Suatu jenis mesin gerakanya memutarakan alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan).

- Kedalaman pengeboran:

$$L = I + (0,3 \times d)$$

- Waktu pengeboran:

$$Tm = \frac{L}{s_r \cdot n}$$

Keterangan :

d : Diameter Bor (mm)

I : Kedalaman Pemakanan (mm)

Sr : Kedalaman pengeboran (mm / putaran)

n : Putaran pada mesin bor (rpm)

Mencari titik berat Alat

$$W = m_{total} \times g$$

Keterangan :

W : Berat benda (N).

m_{total} : Massa total (kg).

G : Gravitasi (m/s^2).

A. Momen *bending*

$$M_b = \frac{W}{2} \times \frac{l}{2}$$

Keterangan :

M_b : Momen *bending* (Nmm).

W : Berat benda (N).

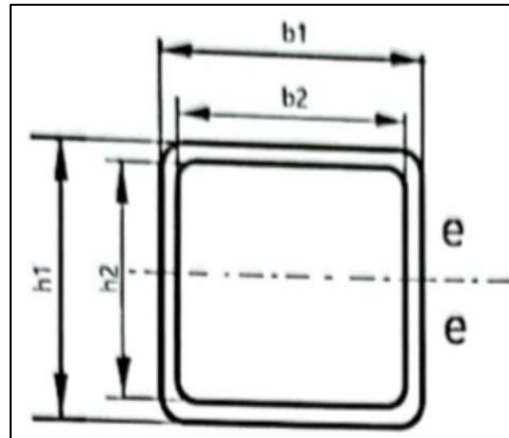
l : Panjang benda yang terindikasi *bending* (mm).

B. Kekuatan rangka meja terhadap benda

Momen Inersia Besi *Square Hollow Bar*

$$I = \left[\frac{1}{12} b_1 \cdot h_1^3 - \frac{1}{12} b_2 \cdot h_2^3 \right]$$

Keterangan :



Gambar 2.16 Keterangan Besi *Square Hollow Bar*
(Diolah, 2023)

I : Momen Inersia (mm^4).

b_1, h_1 : Panjang bagian luar *square hollow bar* (mm).

b_2, h_2 : Panjang bagian dalam *square hollow bar* (mm).

$$e = \frac{b_1}{2}$$

$$W_b = \frac{I}{e}$$

Keterangan :

W_b : Momen tahanan *bending* (mm^3).

I : Momen tahanan *bending* (mm^4).

e : Jarak terjauh dari titik benda (mm).

C. Tegangan *bending* benda

$$\sigma_b \text{ benda} = \frac{M_b}{W_b}$$

Keterangan :

$\sigma_b \text{ benda}$: Tegangan *bending* bahan (N/mm^2).

M_b : Momen *bending* (Nmm).

W_b : Momen tahanan *bending* (mm^3).

D. Tegangan izin bahan

$$\sigma_i = \frac{\sigma_{t \text{ bahan}}}{V_k}$$

Keterangan :

σ_i : Tegangan izin bahan (N/mm^2).

$\sigma_{t \text{ bahan}}$: Tegangan tarik bahan (N/mm^2).

V_k : Faktor keamanan.

E. Titik berat

$$X = \frac{A1.X1 + A2.X2 + A3.X3 + A4.X4 + A5.X5 + A6.X6}{A1+A2+A3+A4+A5+A6}$$

$$Y = \frac{A1.Y1 + A2.Y2 + A3.Y3 + A4.Y4 + A5.Y5 + A6.Y6}{A1+A2+A3+A4+A5+A6}$$

Keterangan:

A : Luas penampang (mm^2).

$X_{1,2,3..}$: Titik tengah absis bidang ke 1,2,3 dst.

$Y_{1,2,3..}$: Titik tengah ordinat bidang ke 1,2,3 dst.

F. Mencari Lendutan Izin

$$W = \frac{F}{\ell}$$

Keterangan:0

W : Tekanan yang terjadi (N/mm).

F : Gaya (N).

ℓ : Regangan normal (mm)

$$\delta = \frac{W \cdot L^4}{E \cdot I}$$

Keterangan:

δ : Perubahan bentuk aksial total (mm).

- W : Tekanan yang terjadi (N/mm).
 L : Panjang batang (mm).
 E : Modulus elastisitas bahan (N/mm²).
 I : Momen Inersia (mm⁴).

2.9 Teori Perhitungan Biaya Produksi

Proses produksi merupakan kegiatan operasional utama dari industri atau perusahaan manufaktur. Perusahaan akan memperhitungkan adanya biaya produksi saat mulai dilakukan proses pengolahan dari bahan baku menjadi barang siap pakai atau setengah jadi.

2.9.1 Pengertian Biaya Produksi

Biaya produksi adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan selama proses manufaktur atau pengelolaan dengan tujuan menghasilkan produk yang siap dipasarkan. Perhitungan biaya produksi ini akan dilakukan mulai dari awal pengolahan, hingga barang jadi atau setengah jadi.

2.9.2 Jenis-Jenis Biaya Produksi

Penggolongan biaya produksi sangat penting dilakukan agar bisa mengetahui jenis pengeluaran apa saja yang dibutuhkan selama proses pengolahan barang. Sebuah perusahaan perlu menggolongkan biaya produksi agar memudahkan perhitungan harga pokok nantinya. Berikut merupakan jenis-jenis Biaya produksi.

1. Biaya Operator

Biaya operator dapat didefinisikan sebagai **biaya-biaya** yang berhubungan dengan kegiatan bisnis, pengoperasian alat, komponen, perlengkapan, atau fasilitas lainnya.

$$\text{Upah} = \frac{\text{Upah}}{\text{jam kerja perbulan}}$$

2. Biaya Perencanaan

Rencana anggaran **biaya** adalah perhitungan dana yang masih berupa perkiraan, dan bukan jumlah sebenarnya berdasarkan pelaksanaan.

Untuk biaya perencanaan diambil 15% dari biaya material

3. Biaya Tak Terduga

Biaya tak terduga yang diambil yaitu sebesar 10% dari biaya material, biaya listrik, biaya operator, maka :

$$= 10\% \times (\text{biaya material} + \text{biaya listrik} + \text{biaya operator})$$

4. Biaya Produksi

biaya produksi adalah pengeluaran perusahaan untuk memproduksi barang/jasa agar bisa dijual dengan harga tertentu.

Biaya produksi = (biaya material + biaya listrik + biaya operator + biaya perencanaan + biaya tak terduga)

5. Keuntungan

Keuntungan yang diambil yaitu sebesar 10 % dari biaya produksi :

$$= 10\% \times \text{biaya produksi}$$