

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Fungsi *Scissors Lift*

Scissors lift adalah suatu alat berat yang dilengkapi dengan hidrolik *pump* dan juga baterai untuk dapat dioperasikan. Umumnya yang menggunakan alat ini adalah perusahaan pada bidang proyek bangunan alat untuk membersihkan bangunan, bangunan tinggi. Prinsip kerja alat ini terdiri atas 2 yaitu manual dan elektrik. Untuk jenis manual, alat ini menggunakan hidrolik yang di pompa secara manual sedangkan jenis elektrik menggunakan sistem hidrolik yang lebih modern yaitu menggunakan tenaga listrik.

Adapun keunggulan dari tangga gunting ini dibandingkan dengan tangga lain, diantaranya yaitu:

1. Harga relatif lebih murah dan ekonomis.
2. Ideal untuk berbagai aplikasi yang berhubungan dengan akses ketinggian.
3. Bobot *platform* atas yang ringan, sangat ideal untuk digunakan pada kapasitas lantai rendah maupun lantai beton yang rata.
4. Memiliki empat roda yang dapat dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain.
5. *Design* yang simple mampu digunakan dimana saja.

Berikut fungsi dari *scissors lift*:

1. Membantu menjangkau sesuatu yang tinggi.
2. Alat ini mampu mengangkat barang maksimum 50 kg.
3. Membantu dalam pekerjaan *maintenance* dan *repair* alat berat karena alat berat mempunyai ketinggian yang sulit di jangkau oleh manusia.

2.2 Komponen Komponen Yang Digunakan

1.2.1 Dongkrak Hidrolik



Gambar: 2.1 Dongkrak Hidrolik
(Sumber: *indonesian.telescopic*)

Dongkrak merupakan salah satu pesawat pengangkat yang digunakan untuk mengangkat beban ke posisi yang dikehendaki dengan gaya yang kecil. Kata hidrolik berasal dari bahasa Inggris “*hydraulic*” yang berarti cairan atau minyak. Prinsip dari peralatan hidrolik memanfaatkan konsep tekanan, yaitu tekanan yang diberikan pada salah satu silinder akan diteruskan ke silinder yang lain, sesuai dengan hukum Pascal.

Dongkrak hidrolik terdiri dari dua tabung yang berhubungan yang memiliki diameter yang berbeda ukurannya. Masing- masing ditutup dan diisi cairan seperti oli. Apabila tabung yang permukaannya kecil ditekan ke bawah, maka setiap bagian cairan juga ikut tertekan. Besarnya tekanan yang diberikan oleh tabung yang permukaannya kecil diteruskan ke seluruh bagian cairan. Akibatnya, cairan menekan pipa yang luas permukaannya lebih besar hingga pipa terdorong ke atas .

Luas permukaan pipa yang ditekan kecil, sehingga gaya yang diperlukan untuk menekan cairan juga kecil. Tapi karena tekanan (Tekanan = gaya / satuan luas) diteruskan seluruh bagian cairan, maka gaya yang kecil tadi berubah menjadi sangat besar ketika cairan menekan ke pipa yang luas permukaannya besar. P_1 adalah tekanan pada tabung kecil, dan P_2 adalah tekanan pada tabung besar.

Prinsip kerja dongkrak hidrolik adalah dengan memanfaatkan hukum Pascal, “Tekanan yang diberikan pada suatu fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah sama rata”. Dongkrak hidrolik terdiri dari dua tabung yang berhubungan yang memiliki diameter yang berbeda ukurannya. Masing- masing ditutup dan diisi cairan seperti oli. Apabila tabung yang permukaannya kecil ditekan ke bawah, maka setiap bagian cairan juga ikut tertekan. Besarnya tekanan yang diberikan oleh tabung yang permukaannya kecil diteruskan ke seluruh bagian cairan. Akibatnya, cairan menekan pipa yang luas permukaannya lebih besar hingga pipa terdorong ke atas . Luas permukaan pipa yang ditekan kecil, sehingga gaya yang diperlukan untuk menekan cairan juga kecil. Tapi karena tekanan (Tekanan= gaya / satuan luas) diteruskan seluruh bagian cairan, maka gaya yang kecil tadi berubah menjadi sangat besar ketika cairan menekan ke pipa yang luas permukaannya besar. P_1 adalah tekanan pada tabung kecil, dan P_2 adalah tekanan pada tabung besar.

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$A_1 \quad A_2$$

Keterangan:

F_1 = besar gaya penampang 1 (N)

F_2 = besar gaya penampang 2 (N)

A_1 = Luas penampang penghisap (N)

A_2 = Luas penampang penghisap (N)

1.2.2 Pompa Hidrolik

Pompa hidrolik atau *hydraulic pump* merupakan komponen yang berguna mengubah energi mekanik jadi energi hidrolik. Alat tersebut sering dijumpai untuk mengangkat barang-barang berat. Dengan memanfaatkan sebuah energi, yang mana mengubah energi mekanik menjadi sebuah energi hidrolik. Fungsinya tak lain sebagai sistem penggerak, khususnya dalam menggerakkan mesin aktuaktor. Untuk menggerakkan mesin tersebut, pompa hidrolik mendapat asupan dari fluida. Dalam pompa hidrolik berguna untuk mengubah sebuah energi mekanik menjadi sebuah energi dengan bertekanan cairan. Komponen ini sering dibutuhkan pada sektor industri, otomotif, manufaktur, pertanian, pertambangan, hingga konstruksi dan tergolong produk jangka panjang, jadi lebih awet dan tahan lama jika dibandingkan dengan selang hidrolik pada umumnya.

Cara kerja dimulai ketika piston ditarik. Saat piston ditarik, maka ruang yang berada di dalam pompa akan semakin luas. Ruang yang semakin membesar mampu menciptakan tekanan yang sangat kecil atau rendah. Hal tersebut terjadi dikarenakan tekanan udara yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan yang ada pada ruang pompa. Ketika ruangan membesar, fluida secara otomatis masuk dalam ruang pompa. Kemudian akan masuk melalui *check valve* yang berada di saluran *inlet*. Ketika piston dilepas atau didorong masuk, secara langsung piston meneka fluida dan nantinya akan keluar dengan sendirinya. Tekanan yang besar inilah yang membuat kondisi fluida atau cairan tersebut berusaha keluar. Sehingga dapat menghasilkan sebuah energi potensial. Dari cairan tersebut akan melalui berbagai hambatan yang terdapat pada rangkaian komponen sehingga menghasilkan sebuah tekanan dari fluida.

Pompa hidrolik terdiri dari berbagai komponen mekanis penting agar berjalan lebih optimal. Berikut penjelasan selengkapnya dibawah ini:

1. Tangki Hidrolik

Tangki hidrolik merupakan sebuah wadah penampung yang menyimpan cairan hidrolik. Sebelum dialirkan, cairan akan tersimpan pada wadah tersebut. Tangki hidrolik juga memiliki peranan sebagai pendingin cairan yang disimpannya.

2. Katup Kontrol

Merupakan *control valve* yang berfungsi sebagai pengarah aliran fluida agar dapat dialirkan ke berbagai komponen yang membutuhkan cairan tersebut.

3. Katup Tekanan

Merupakan *relief valve* yang berfungsi sebagai pengontrol tekanan yang masuk pada sistem hidrolis. Dengan demikian, maka tekanan dapat diatur dengan mudah sehingga dapat mencegah kerusakan pada sistem.

4. *Filter* dan Aktuator

Filter merupakan penyaringan pada fluida. Bertujuan untuk menyaring kontaminan partikel kotoran agar tidak menghambat produksi tenaga hidrolis pada pompa. Dengan kata lain, filter merupakan alat kebersihan pada hidrolis.



Gambar 2.2 Pompa Hidrolis
(Sumber: blog.klikmro)

1.2.3 *Fitting* selang hidrolis

Fitting hydraulic system adalah sebuah komponen ulir sebagai penyambung antara hose dengan mesin. Aksesoris yang satu ini sangat dibutuhkan terutama pada *hose hydraulic* mesin apapun. Tanpa *fitting*, kinerja hose tidak akan bekerja dengan

maksimal. Dalam dunia hidrolik, *fitting* merupakan komponen yang biasanya menjadi satu kesatuan dengan selang hidrolik.

NPTF Pipe		DIN "L" Swivel Female	
SAE (JIC) 37 Flare		DIN "S" Swivel Female	
SAE 45 Flare		DIN "L" Male Stud	
O-ring Style Straight		DIN "S" Male Stud	
SAE Inverted Flare		Male BSPP	
PTT 30 Flare		BSP Swivel Female	
SAE 30 Flare less		French Swivel Female Gaz	
Seal-Lok		French Swivel Female Metric	
		French Male Stud Metric	

Gambar 2.3 macam-macam fitting hidrolik
(sumber: ciptahydropower)

Fitting hydraulic system atau hidrolik adalah serangkaian elemen dasar *flensa fitting* untuk menghubungkan tabung, pipa, dan selang ke pompa, katup, aktuator, dan komponen lainnya. *Fitting* bersifat fleksibel, artinya dapat dilepas ketika melakukan servis atau pergantian komponen seperti selang. Umumnya, *fitting* bersifat *reusable*, artinya dapat digunakan dalam jangka waktu panjang sebab material yang digunakan memang didesain kokoh dan tahan lama. Dalam kinerjanya, *fitting* menyegel fluida dalam sistem hidrolik dengan salah satu dari dua teknik: *fitting* semua logam mengandalkan kontak logam ke logam, sedangkan *fitting* jenis cincin-O mengandung fluida bertekanan dengan mengompresi segel *elastomer*. Dalam kedua kasus, pengencangan benang dan port komponen memaksa dua permukaan dapat masuk bersama-sama untuk membentuk segel bertekanan tinggi.

1.2.4 Selang Hidrolik

Hydraulic hose atau selang hidrolik merupakan salah satu bagian pada unit yang berfungsi sebagai penghantar oli hidrolik sesuai tekanan yang diinginkan. Umumnya, selang tersebut berbahan karet sintetis, termoplastik atau teflon yang diperkuat oleh material pendukung berupa kawat. Dengan material tersebut, selang tidak akan mudah terkelupas atau rusak lebih cepat meskipun mengalirkan cairan yang bersifat panas sekalipun. Selain perindustrian, selang tersebut juga banyak digunakan diberbagai bidang seperti pertambangan, pertanian, konstruksi pembangunan, dan lain sebagainya. Pada dasarnya, fungsi dari sebuah *hydraulic hose* yakni sebagai peng hantar fluida berupa oli kedalam mesin ektuator untuk selanjutnya diubah menjadi tenaga atau energi.

Adapun jenis-jenis selang hidrolik sebagai berikut:

1. Selang Hidrolik PTFE (*PTFE Hydraulics Hose*)

Selang jenis ini terbuat dari bahan teflon atau *politetrafluoroetilena* (PTFE) sehingga dapat tahan terhadap kondisi abrasi, bahan kimia, hingga cuaca ekstrem dalam lingkungan kerja. Sudah tahu belum? Selang jenis satu ini memiliki tingkat kofisien dengan gesekan rendah, ramah lingkungan, cocok untuk cuaca dingin maupun panas, dan tahan lama.

2. Selang Spiral *Wire Hose*

Hampir sama dengan selang PTFE, selang jenis ini dapat bertahan disegala kondisi cuaca ekstrem serta dapat tahan lama. Anda harus tahu ini, menariknya, tipe ini dilengkapi dengan mur segimpat dan segienam, sehingga saat dipasang pada mesin hidrolik tidak akan longgar.

3. Selang Termoplastik

Selang termoplastik merupakan jenis selang yang banyak dipakai untuk menyalurkan cairan hidrolik dan minyak bumi. Biasanya jenis ini ramai digunakan oleh kalangan penggiat pertambangan dan minyak gas bumi. Mengingat peranannya, selang jenis ini tidak akan mudah rusak meski dilanda cuaca ekstrem sekalipun serta tahan lama.

4. Selang Rem Udara/Selang Udara Terkompresi (*Air Brake/Compressed Air*)

Jika dilihat secara sekilas, selang jenis ini hampir mempunyai kemiripan dengan selang termoplastik. Perbedaannya yakni terdapat pada bagian tengah lingkaran selang yang lebih tebal dibanding selang termoplastik. Terbuat dari bahan berkualitas sehingga tidak akan mengalami kebocoran hidrolis. Selain itu juga dilengkapi dengan standar emisi bagus, dan kuat.



Gambar 2.4 Selang Hidrolik
(Sumber: hydraulichose.id)

1.2.5 Dinamo DC



Gambar 2.5 Motor DC
(Sumber: Indonesia.alibaba)

Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatik menggunakan gaya *elektrostatik*. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh *generator* seperti *alternator*, atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik.

Motor listrik *DC* (arus searah) merupakan salah satu dari motor *DC*. Mesin arus searah dapat berupa generator *DC* atau motor *DC*. *Generator DC* alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik *DC*. Motor *DC* alat yang mengubah energi listrik *DC* menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor *DC* dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator *DC* dapat difungsikan sebagai motor *DC*.

Pada motor *DC* kumparan medan disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tagangan 8 (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip dari arus searah adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet, dihasilkan tegangan (GGL).

1.2.6 Bearing

Bearing (bantalan) adalah elemen mesin yang menumpu poros yang mempunyai beban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan mempunyai umur yang panjang. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bearing tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem tidak dapat bekerja secara semestinya.

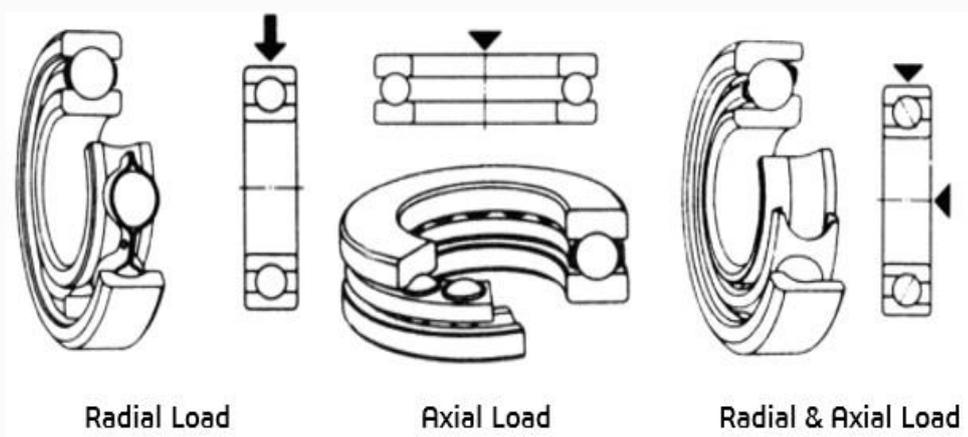
Secara umum bearing dapat diklasifikasikan berdasarkan arah beban dan berdasarkan konstruksi atau mekanismenya mengatasi gesekan.

a. Berdasarkan konstruksi dan mekanisme mengatasi gesekan:

1. Bantalan luncur yang sering disebut *slider bearing* atau *plain bearing* menggunakan mekanisme *sliding*, dimana dua permukaan komponen mesin saling bergerak relatif. Diantara kedua permukaan terdapat pelumas sebagai agen utama untuk mengurangi gesekan antara kedua permukaan. *Slider bearing* untuk beban arah radial disebut *journal bearing* dan untuk beban arah aksial disebut *thrust bearing*.
2. Bantalan gelinding menggunakan elemen *rolling* untuk mengatasi gesekan antara dua komponen yang bergerak. Diantara kedua permukaan ditempatkan elemen gelinding seperti misalnya bola, rol, taper dan lain lain. Kontak gelinding terjadi antara elemen ini dengan komponen lain yang berarti pada permukaan kontak tidak ada gerakan relatif.

b. Berdasarkan arah beban yang bekerja pada bantalan:

1. Bantalan radial/radial bearing: menahan beban dalam arah radial
2. Bantalan aksial/thrust bearing: menahan beban dalam arah aksial
3. Bantalan yang mampu menahan kombinasi beban dalam arah radial dan arah aksial



Gambar 2.6 Bearing berdasarkan arah beban terhadap poros
(Sumber: ilmumesin.id)

1.2.7 Poros



Gambar 2.7 Poros
(Sumber: teknik-mesin1.blogspot)

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bias menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan, atau beban putaran yang bekerja sendiri sendiri berupa gabungan satu dengan lainnya.

Poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama sama dengan putaran. Setiap elemen mesin yang berputar seperti cakaran tali, puli sabuk mesin, piringan kabel, trombol kabel, roda jalan dan roda gigi. Dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar.

Poros-poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa bahan yang dimaksud di antaranya adalah baja *khrom*, *nikel*, *baja khrom nikel molibdem*, dan lain-lain. Sekalipun demikian, pemakaian baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya untuk putaran tinggi dan beban berat saja. Hal ini perlu dipertimbangkan dalam penggunaan baja karbon yang diberi perlakuan panas secara tepat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan.

1.2.8 Kerangka

Kerangka berfungsi untuk menahan berat keseluruhan dari komponen komponen yang terdapat pada alat, untuk itu agar mampu menahan beban yang

ditumpukan banyak jenis profil rangka yang sering di gunakan seperti persegi panjang, bulat, berbentuk U, berbentuk L, dan lain-lain.

Dimana pada profil siku atau profil L adalah profil yang sangat cocok untuk digunakan sebagai *bracing* dan batang tarik. Profil ini biasa digunakan secara gabungan, yang lebih dikenal sebagai profil siku ganda. Profil L ini terbuat dari bahan baja yang merupakan bahan campuran besi (Fe), 1,7% zat arang atau *carbon* (C), 1,65% *mangan* (Mn), 0,6% *silicon* (Si), dan 0,6% tembaga (Cu). Suatu struktur menerima bahan dinamis, struktur ini dapat berkedudukan mendatar, miring maupun tegak.

Untuk struktur yang tegak (*vertical*) dinamakan kolom. Jika sebuah kolom menerima beban tekan maka pada batang akan terjadi tegangan tekan yang besarnya. Pada kolom pendek apabila gaya yang diberikan ditambah sedikit demi sedikit kolom akan hancur dan bila kolomnya panjang batang tidak akan hancur melainkan akan menekuk (*buckling*).



Gambar 2.8 Besi Hollow
(Sumber: ilmubangunan)

1.2.9 Roda

Roda adalah objek berbentuk lingkaran, yang bersama dengan sumbu, dapat menghasilkan suatu gerakan dengan gesekan kecil dengan cara bergulir.

Spesifikasi ukuran roda troli:

Ukuran: 3", 4", 5", 6" dan 8".

Kapasitas per roda:

➤ 3": 30 kg

- 4": 50 kg
- 5": 70 kg
- 6": 150 kg
- 8": 230 kg



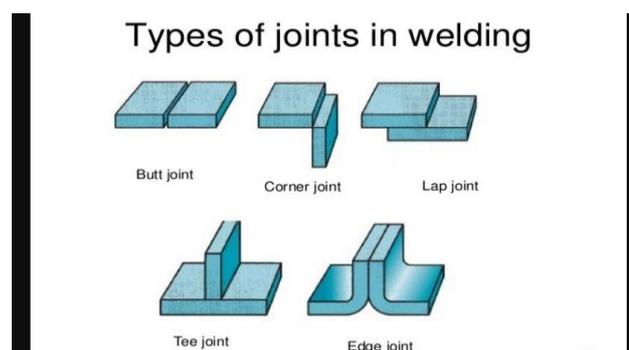
Gambar 2.9 Roda
(Sumber: sumberterangdunia)

1.3 Alat alat yang Digunakan

Adapun alat alat yang digunakan untuk membuat *scissors lift* kapasitas 100kg dengan penggerak motor *dc* yaitu:

2.3.1 Pengelasan

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom. Sambungan las mempunyai beberapa jenis sambungan diantaranya sebagai berikut:



Gambar 2.10 Jenis – Jenis Sambungan Las
(Sumber: pengelasan.net)

Untuk menghitung kekuatan sambungan las:

$$\sigma_t = \frac{f}{L.T} \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan: σ_t = kekuatan sambungan las
 F = Gaya yg bekerja
 L = Panjang sambungan las
 t = Tebal sambungan las

2.3.2 Proses Penggerindaan

Penggerindaan dilakukan untuk memotong rangka, plat dan benda yang tidak mungkin dilakukan tanpa menggunakan mesin. Selain itu penggerindaan juga bisa dilakukan untuk penghalusan bagian-bagian yang tajam pada proses jadi akhir (*finishing*) tetapi disesuaikan dengan mata gerinda yang kita pakai, karena untuk mata gerinda sendiri ada beberapa jenis dan fungsinya.

$$n = \frac{1000 \times V_c}{p \times d} \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan: n = putaran bor (rpm)
 Vc = kecepatan potong (m/menit)
 d = diameter batu gerinda (mm)

Rumus proses pemotongan pada gerinda potong

$$T_m = \frac{t_g \cdot l \cdot t_b}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan: n = putaran mesin (rpm)
 T_m = waktu pengerjaan (menit)
 T_g = Tebal mata gerinda (2mm)
 l = panjang bidang pemotongan (mm)
 t_b = ketebalan benda kerja (mm)
 S_r = ketebalan pemakanan (mm/putaran)

2.3.3 Proses Pengeboran

Proses pengeboran adalah proses menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lubang bertingkat, membesarkan lubang, dan *camper*.

Rumus perhitungan putaran mesin:

$$n = \frac{1000.Vc}{p.d} \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan: Vc = kecepatan potong (m/menit)
d = diameter bor
n = banyak putaran (Rpm) Rumus Perhitungan waktu pengerjaan

$$Tm = \frac{L}{Sr \times N} \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan: Tm = Waktu pengerjaan (menit)
L = Kedalaman pengeboran (mm)
Sr = Ketebalan Pemakanan (mm / putaran)

2.4 Dasar-Dasar Perhitungan

Adapun perhitungan berat dan massa jenis rangka yang dipakai dalam rancang bangun *scissors lift* kapasitas 100 kg dengan penggerak motor dc, yaitu:

2.4.1 Perhitungan Berat

Rumus yang digunakan menghitung berat benda:

$$W = m.g \dots\dots\dots(2.7)$$

dengan: W : Berat (N)
m : massa benda (kg)
g : gravitasi bumi (9,8m/s²)

2.4.2 Masa Jenis Benda

Rumus yang digunakan menghitung masa jenis benda:

$$\rho = m.v \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan: ρ : massa jenis benda
M : massa benda (kg)
v : volume benda (m³)

2.4.3 Titik Berat Bidang

Suatu bidang yang akan dicari titik beratnya harus dicari dengan memomenkan bidang tersebut terhadap garis sumbu yang ditentukan letaknya lalu dibagi luas bidang tersebut. Adapun rumus yang dipakai:

$$z_o = (x_o, y_o) \dots\dots\dots(2.9)$$

$$x_o = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i}$$

$$y_o = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i}$$

dengan: z_o : Titik berat ruang

x_o : Titik berat pada sumbu x (mm)

y_o : titik berat paa sumbu y (mm)

A_i : Luas suatu bidang i (mm^2)

x_i : Jarak titik berat bidang i dari pusat sumbu x (mm)

y_i : Jarak titik bidang i dari pusat sumbu y (mm)

2.4.4 Titik Berat Ruang

Adapun rumus yang dipakai:

$$z_o = (x_o, y_o) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$x_o = \frac{\sum V_i \cdot x_i}{\sum V_i}$$

$$y_o = \frac{\sum V_i \cdot y_i}{\sum V_i}$$

dengan: z_o : Titik berat ruang

x_o : Titik berat pada sumbu x (mm)

y_o : titik berat paa sumbu y (mm)

V_i : Luas suatu bidang i (mm^2)

x_i : Jarak titik berat bidang i dari pusat sumbu x (mm)

y_i : Jarak titik bidang i dari pusat sumbu y (mm)

2.4.5 Momen Inersia Luasan

Momen inersia luasan adalah kemampuan sebuah penampang untuk menahan suatu beban (momen bengkok atau momen putir). Adapun rumus yang dipakai:

$$I_x = I_{x_o} + \bar{y}^2 A \text{ atau } I_y = I_{y_o} + \bar{x}^2 A \dots\dots\dots(2.11)$$

$$I_{x\text{total}} = \sum I_{x_i} \text{ atau } I_{y\text{total}} = \sum I_{y_i}$$

Dimana: I_x = Momen inersia luasan terhadap sumbu x (mm^4)

I_y = Momen inersia luasan terhadap sumbu y (mm^4)

I_{x_0} = Momen inersia luasan x_0 (mm^4)

I_{y_0} = momen inersia luasan y_0 (mm^4)

\bar{y} = Selisih antara berat seluruh luasan dengan titik berat pada sumbu y suatu bidang

\bar{x} = Selisih antara berat seluruh luasan dengan titik berat pada sumbu x suatu bidang

2.4.6 Tegangan Geser

Tegangan geser dapat terjadi apabila suatu benda dapat beban melintang dan ditahan oleh penampang, dan juga terjadi jika suatu benda mengalami tarikan atau tekanan. Adapun rumus yang digunakan.

$$t_g = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.12)$$

dengan: t_g = Tegangan Geser (N/m^2)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (m^2)

2.4.7 Momen Tahanan Bengkok

Adapun rumus yang dipakai:

$$W_x = \frac{I_x}{y} \dots\dots\dots(2.13)$$

dengan: W_x = Momen Tahanan Bengkok

I_x = Momen Inersia Luasan (mm^4)

y = titik berat benda pada sumbu y (mm)

2.4.8 Kestimbangan Pada Benda Tegak

Adapun rumus yang dipakai:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

dengan: F_x = Gaya yang bekerja pada sumbu x (N)

F_y = Gaya yang bekerja pada sumbu y (N)

M = Momen Gaya (Nm)

2.4.9 Daya Motor AC/DC

Adapun rumus daya motor listrik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$HP \frac{T.n}{5250} \dots\dots\dots(2.14)$$

dengan: HP = Horse Power (*watt*)

T = Torsi (lb)

n = kecepatan putaran motor (rpm)

5250 = Konstanta