

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Alat Bantu Angkat

Teknologi makin hari makin canggih, banyak alat yang diciptakan manusia untuk membantu pekerjaannya, salah satu teknologi yang kini menjadi pendukung vital bagi perusahaan besar di dunia adalah alat angkat. Alat angkat adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan yang berat dari satu tempat ke tempat lain dalam ketinggian tertentu.

Berbagai macam peralatan angkat sangatlah diperlukan, selain sebagai penunjang kelancaran kegiatan operasional, alat-alat angkat ini juga digunakan agar dapat menghemat waktu pekerjaan. Karena semakin banyak waktu yang terbuang, maka kegiatan operasional juga tidak akan berjalan dengan baik.

Di dunia industri tentunya sudah tidak asing lagi dengan yang namanya *forklift*, *hand pallet*, *hand stacker*, *trolley*, *drum handler*, *lift table* dan juga tangga elektrik. (Rm. Fauzey, 2015)

2.2 Definisi *Forklift*

Forklift adalah mesin yang menggunakan dua garpu untuk mengangkat dan menempatkan beban ke posisi yang biasanya sulit dijangkau. *Forklift* umumnya terbagi dalam dua kategori yaitu untuk medan industri dan kasar. *Forklift* umum digunakan dalam gudang rumah dan di sekitar dermaga truk dan kereta. Mereka memiliki ban kecil yang dirancang untuk berjalan pada permukaan aspal dan biasanya didukung oleh sebuah mesin pembakaran internal yang berbahan bakar bensin dan solar. Beberapa *forklift* industri kecil yang didukung oleh sebuah motor listrik berjalan dari baterai internal. *Forklift* medan kasar, seperti namanya, dirancang untuk berjalan pada kasar, permukaan beraspal. *Forklift* umumnya digunakan di seluruh lokasi konstruksi atau dalam aplikasi militer. Alat ini memiliki ban besar, ban pneumatik dan biasanya didukung oleh sebuah mesin pembakaran internal yang berjalan pada bensin dan solar. *Forklift* medan kasar

dapat memiliki sebuah menara vertikal, yang mengangkat beban lurus ke atas, atau ledakan teleskopis, yang mengangkat beban dan keluar dari dasar mesin.

Forklift awal digunakan di sekitar lokasi konstruksi dan bisa mengangkat sekitar 1.000 pound (454 kg) hingga ketinggian 30 inchi (76 cm). Perkembangan pesat dari *forklift* menara vertikal untuk keperluan industri disesuaikan dengan *forklift* medan kasar juga. Pada pertengahan 1950-an, kapasitas dari 2.500 pound (1.135 kg) dan tinggi angkat hingga 30 kaki (9 m) yang tersedia. *Forklift* sekarang ini banyak dibutuhkan untuk pengoperasian gudang. (kerockan.blogspot.com, 2012)

2.3 Prinsip Kerja *Forklift*

Pada *forklift* terdapat suatu alat yang disebut dengan *fork*. Fungsi *fork* ini adalah sebagai pemegang landasan beban yang mana *fork* ini terpasang pada kerangka (*backrest*) sebagai pembawa garpu dan tiang penyokong *mast*. *Fork assembly* diikatkan ke salah satu ujung rantai dan yang lainnya terikat pada beam 10 tiang penyokong. Rantai ini bergerak sepanjang puli (*wheel*) yang melekat pada ujung atas dari batang torak pada *lift silinder*. Berputarnya puli ini akibat dari tekanan fluida di dalam lift silinder yang mengakibatkan tertariknya salah satu ujung yang terikat pada beam tiang penyokong (*outermast*). Karena rantai terikat, maka pulilah yang berputar sekaligus naik turun oleh gaya tarik yang timbul pada rantai, sedangkan ujung rantai yang lainnya akan bergerak mengangkat *backrest* dan *fork*-nya sampai ketinggian maksimum yaitu 3 meter. (kerockan.blogspot.com, 2012)

2.4 Bagian- bagian pada *Forklift*



Gambar 2.1 *Forklift*

(Sumber : keroockan.blogspot.com, 2012)

1. *Fork*
2. *Carriage*
3. *Mast*
4. *Counterweight*
5. *Overhead guard*

2.5 Kriteria dalam Pemilihan Komponen

Sebelum pemilihan 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, beban bengkok atau terhadap faktor tahanan dan tekanan. Juga terhadap faktor koreksi yang cepat atau lambat akan sesuai dengan kondisi dan situasi tempat, komponen tersebut digunakan.

Adapun kriteria pemilihan bahan atau material didalam Rancang Bangun Alat Bantu Angkat Beban Maksimal 50 Kg untuk mengangkat beban ketempat yang lebih tinggi ini adalah :

2.5.1 Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo. Motor listrik dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air dan penyedot debu. Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama, tarik- menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap. (Trikeuni Dermanto, 2013)



Gambar 2.2 Motor Listrik

(Sumber : Trikeuni Dermanto, 2013)

a. Jenis-Jenis Motor Listrik

Pada dasarnya motor listrik terbagi menjadi 2 jenis yaitu motor listrik DC dan motor listrik AC. Kemudian dari jenis tersebut digolongkan menjadi beberapa klasifikasi lagi sesuai dengan karakteristiknya. Adapun jenis-jenis motor listrik yang umum digunakan di dunia industri antara lain :

1) Motor Listrik AC

Motor listrik AC adalah jenis motor yang menggunakan tegangan dengan arus bolak-balik atau arus AC. Biasanya motor jenis ini memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan motor DC. Motor listrik AC dibedakan menjadi dua macam, yakni motor sinkron dan motor induksi. Berikut pembagiannya :

- (a) Motor sinkron, adalah jenis motor AC yang bekerja pada kecepatan tetap dengan sistem frekwensi tertentu. Walaupun motor ini merupakan motor AC, namun tetap memerlukan arus DC sebagai pembangkitan daya. Motor ini memiliki torque awal yang rendah, sehingga cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah.
- (b) Motor induksi, adalah jenis motor listrik AC yang bekerja berdasarkan induksi pada medan magnet yang berada di antara rotor dan stator. Motor induksi dapat dibedakan lagi menjadi dua macam, yakni motor induksi satu fasa dan juga motor induksi tiga fasa. Motor induksi satu fasa hanya memiliki satu gulungan stator dan dapat berjalan dengan pasokan daya satu fasa. Sedangkan motor induksi tiga fasa adalah jenis motor induksi bekerja dengan pasokan daya listrik tiga fasa seimbang. Motor induksi tiga fasa memiliki kemampuan daya yang lebih tinggi.

2) Motor Listrik DC

Motor listrik DC adalah jenis motor yang menggunakan tegangan dengan arus searah atau arus DC. Biasanya motor jenis ini memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan motor AC. Motor listrik DC dibedakan menjadi dua macam, yakni motor sumber daya terpisah atau *separately excited*, dan motor sumber daya sendiri atau *self excited*.

- (a) Motor sumber daya terpisah, adalah jenis motor DC yang sumber arus medannya disupply dari sumber yang terpisah. Oleh sebab itu motor jenis ini disebut juga dengan motor *separately excited*.
- (b) Motor Sumber Daya Sendiri (*Self Excited*), sendiri adalah jenis motor DC yang sumber arus medannya disupply dari sumber yang sama dengan kumparan motor listrik.

b. Cara Kerja Motor Listrik

kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/*loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/*torque* untuk memutar kumparan. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan. Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/*torque* sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok (BEE India, 2004): Beban *torque* konstan adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *torque* nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan *torque* konstan adalah *conveyors*, *rotary kilns*, dan pompa *displacement* konstan. Beban dengan variabel *torque* adalah beban dengan *torque* yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel *torque* adalah pompa *sentrifugal* dan *fan* (*torque* bervariasi sebagai kuadrat kecepatan).

- Rumus menghitung daya motor listrik : (Trikeuni Dermanto, 2013)

$$P = T \times \frac{2\pi \cdot n}{60} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan

P = Daya Motor Listrik (Watt)

T = Torsi motor listrik (Nm)

n = Putaran motor listrik (rpm)

2.5.2 *Speed reducer*

Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu *Speed reducer (Gearbox)* yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. *Speed reducer (Gearbox)* merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan *Speed reducer (Gearbox)* juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar.



Gambar 2.3 *Speed Reducer (gearbox)*

(Sumber : Fajar, 2015)

a) Cara kerja *speed reducer (gearbox)*

Prinsip kerjanya sangat sederhana, hanya dua buah unit komponen utama yang terdiri dari as yang dihubungkan dengan mesin penggerak, dan satu buah as lagi dibungkan dengan mesin utama, maksud mesin utama ini adalah mesin/peralatan seperti mesin *shredder*, mesin *crusher* atau mesin-mesin lainnya. (Fajar, 2015)

b) Fungsi *speed reducer (gearbox)*

Gearbox atau *speed reducer* mempunyai beberapa fungsi antara lain :

- 1) *Gearbox* Merubah momen puntir yang akan diteruskan ke spindel mesin.
- 2) *Gearbox* Menyediakan rasio gigi yang sesuai dengan beban mesin.
- 3) *Gearbox* Menghasilkan putaran mesin tanpa slip.

c) Kelebihan dan Kekurangan *speed reducer*

1) Kelebihan *speed reducer*

- (a) Daya yang di transmisikan dapat diatur dengan rasio/perbandingan.
- (b) Gerakan tidak mudah selip.
- (c) Dapat mentransmisikan daya dengan akurat.
- (d) Dapat beroperasi dengan kecepatan yang sangat tinggi
- (e) Cenderung bersifat kokoh/kakuh.

2) Kekurangan *Speed reducer (gearbox)*

- (a) *Gearbox* memerlukan perawatan berupa pelumasan.
- (b) *Gearbox* memerlukan kelurusan yang teliti.
- (c) *Gearbox* dapat menimbulkan suara yang berisik.

d) Tipe *speed reducer (gearbox)* yang dipakai :

Size : 60

Ratio : 1 / 50

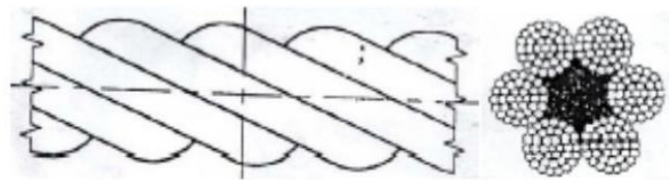
Type : WPA

2.5.3 Tali

Tali berfungsi untuk menarik dan menurunkan beban. Tali baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (*steel wire*) dengan kekuatan $\sigma_b = 130-200\text{kg/mm}^2$. Beberapa serat dipintal hingga menjadi satu jalinan (*strand*), kemudian beberapa *strand* dijalin pula pada suatu inti (*core*) sehingga membentuk tali. Tali baja banyak digunakan pada mesin pengangkat karena dibandingkan dengan rantai, tali baja memiliki keunggulan antara lain :

1. Lebih ringan dan lebih murah harganya.
2. Lebih tahan terhadap beban sentakan, karena beban terbagi rata pada semua *strand*.
3. Operasi yang tenang walaupun pada kecepatan operasi yang tinggi
4. Keandalan operasi yang tinggi.
5. Lebih fleksibel dan ketika beban lengkungan tidak perlu mengatasi *internal stress*.

6. Sedikit mengalami *fatigue* dan *internalwear* karena tidak ada kecenderungan kawat untuk menjadi lurus yang selalu menyebabkan *internal stress*.
7. Kurangnya kecenderungan untuk membelit karena peletakan yang tepat pada drum dan puli, penyambungan yang cepat, mudah dijepit (*clip*), atau ditekuk (*socket*).
8. Kawat yang patah setelah pemakaian yang lama tidak akan menonjol keluar sehingga lebih aman dalam pengangkatan dan tidak akan merusak kawat yang berdekatan. (N. Rudenko, 1994)



Gambar 2.4 Konstruksi Serat Tali Baja
(Sumber: N. Rudenko, 1994)

Untuk menganalisa tegangan berat muatan yang akan diangkat maksimal harus ditentukan terlebih dahulu. Karena pada pengangkatan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti berat *trolley*, sehingga berat muatan yang diangkat dapat dibuat rumus sebagai berikut :

1. Berat muatan yang diangkat

$$Q_m = Q_0 + (10\% \times Q_0) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

- Q_m = Berat muatan yang diangkat (Kg)
- Q_0 = Berat muatan yang telah ditentukan (Kg)

2. Kapasitas total yang diangkat

$$Q = Q_m + Q_{trolley} + Q_{hook} \dots \dots \dots (2.3)$$

- Q = Kapasitas total yang diangkat (Kg)
- Q_m = Berat muatan yang diangkat (Kg)
- $Q_{trolley}$ = Berat *trolley* (Kg)

3. Kekuatan putus tali sebenarnya

$$P = S \cdot k \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

P = Kekuatan putus tali (Kg)

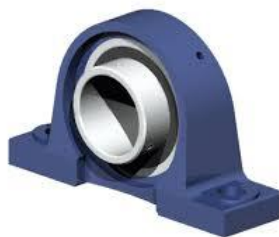
k = Faktor keamanan = 5,5

(Sumber : Dwi Rahdianta, 2008)

2.5.4 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga gesekan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang usia pemakianya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros suatu mesin bekerja dengan baik. (Sularso, 1994).

Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka efisiensi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya.



Gambar 2.5 *Pillow block (bearing)*

(Sumber : Sularso, 1994)

Jenis- jenis bantalan :

a. Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros

- Bantalan luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas.

- Bantalan gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola, *roll*, dan *roll* bulat.

b. Berdasarkan arah beban terhadap poros

- Bantalan radial

Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu.

- Bantalan aksial

Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.

- Bantalan gelinding khusus

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros. Meskipun bantalan gelinding menguntungkan, Banyak konsumen memilih bantalan luncur dalam hal tertentu, contohnya bila kebisingan bantalan mengganggu, pada kejutan yang kuat dalam putaran bebas.

c. Berdasarkan elemen gelinding

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Elemen gelinding seperti bola atau *roll*, dipasang di antara cincin luar dan cincin dalam.

Dengan memutar salah satu cincin tersebut bola atau *roll* akan membuat gesekan gelinding sehingga gesekan diantaranya akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau *roll*, ketelitian tinggi dalam bentuk dan ukuran merupakan keharusan, karena luas bidang kontak antara bola atau *roll* dengan cincinya sangat kecil maka besarnya beban persatuan luas atau tekananya menjadi sangat tinggi, dengan demikian bahan yang digunakan harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi.

Apabila suatu bantalan gelinding menerima beban dinamik yang berupa beban radial dan aksial maka akan terjadi beban dinamik *equivalent* atau beban dinamik kombinasi. Karena bebannya berupa beban dinamik maka beban dinamik *equivalent* tersebut ditentukan sebagai berikut : (Sularso, 1994)

$$Pr = (X \cdot V \cdot Fr + Y \cdot Fa) Ks \dots\dots\dots(2.5)$$

- Dimana :
- Pr = Beban ekivalen
 - X = Faktor beban radial = 0,56
 - Y = Faktor beban aksial
 - V = Faktor putaran
 - Fa = Beban aksial
 - Fr = Beban radial
 - Ks = Pembebanan normal

d. Menentukan umur bantalan

Umur nominal L (90% dari jumlah sampel, setelah berputar 1 juta putaran, tidak memperlihatkan kerusakan karena kelelahan gelinding) dapat ditentukan sebagai berikut.

Untuk nominal L_h adalah :

$$L_h = 500f_h^3 \quad \text{Untuk bantalan bola}$$

$$L_h = 500f_h^{10/3} \quad \text{Untuk bantalan rol}$$

$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h$ Dengan bertambah panjangnya umur karena adanya perbaikan besar dalam mutu bahan dan karena tuntutan keandalan yang lebih tinggi, maka bantalan modern direncanakan dengan Yang dikalikan dengan faktor koreksi. Jika menyatakan keandalan umur (100- n)(%), maka

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana : a_1 = adalah faktor keandalan (Tabel 2.1) . $a_1 = 1$ bila keandalan 90(%) dipakai seperti biasanya, atau 0,21 bila keandalan 99(%) dipakai.

a_2 = adalah faktor bahan. $a_2 = 1$ untuk bahan baja bantalan yang dicairkan secara terbuka , dan kurang lebih = 3 untuk baja bantalan de-gas hampa.

a_3 = adalah faktor kerja . $a_3 = 1$ untuk kondisi kerja normal, dan kurang dari 1 untuk hal-hal berikut (karena kondisi tidak menguntungkan umur bantalan) :

- i. Bantalan bola, dengan pelumasan minyak berviskositas 13 (cSt) atau kurang.
- ii. Bantalan rol, dengan pelumasan minyak berviskositas 20 (cSt) atau kurang.
- iii. Kecepatan rendah, yang besarnya sama dengan atau kurang dari 10000(rpm) dibagi diameter jarak bagi elemen gelinding.

Jika bantalan tinggal diam, bila cincin dalam, cincin luar dan elemen gelinding berputar bersama sebagai satu kesatuan (tidak ada gerakan relatif antara ketiga bagian tersebut), atau bantalan berputar dengan putaran tidak lebih dari 10 (rpm), atau berayun-ayun, maka perhitungan L tidak dilakukan. Dalam hal ini keadaan beban dianggap statis, dan perhitungan hanya didasarkan pada beban ekuivalen statis yang harus lebih. (Sumber : Sularso, 1997)

Tabel 2.1 Harga faktor keandalan

(Sumber : Sularso, 1997)

Faktor keandalan (%)	L_n	a_1
90	L_{10}	1
95	L_5	0,62
96	L_4	0,53
97	L_3	0,44
98	L_2	0,33
99	L_1	0,21

Tabel 2.2 Bantalan untuk permesinan serta umurnya

(Sumber : Sularso, 1997)

Umur (Lb) Faktor Beban (<i>fw</i>)		2000-4000 (jam)	5000-15000 (jam)	20000-30000 (jam)	40000-60000 (jam)
		Pemakaian jarang	Pemakaian sebentar- sebentar	Pemakaian terus menerus	Pemakaian terus menerus dengan keandalan tinggi
1-1,1	Kerja halus tanpa tumbukan	Alat listrik rumah tangga,sepeda	Konveyor,mesin pengangkat,lift, tangga jalan	Pompa, poros transmisi, pegayak	Poros transmisi utama yang memegang peranan penting
1,1-1,3	Kerja biasa	Mesin gerinda, mesin pertanian	Otomobil, mesin jahit	Motor kecil,roda meja, pemegang piyon	Pompa penguras, mesin pabrik kertas, rol kalender, kipas angin, kran
1,2-1,5	Kerja dengan getaran atau tumbukan		Alat-alat besar ,unit roda ,gigi dengan getaran besar	Penggetar, penghancur	

Rendah dari pada beban nominal statisnya.

Untuk menentukan apakah umur yang dihitung perlu dihitung lagi dengan nomor bantalan yang lain, harus dipertimbangkan berdasarkan harga-harga standar dalam tabel 2.2

2.5.5 Roda

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

a. Roda Karet

- Elastisitas yang baik pada permukaan keras.
- Cocok sekali untuk kondisi yang membutuhkan bantalan.
- Kestabilan yang baik sekali untuk di dalam maupun luar ruangan.
- Tersedia dalam warna hitam, abu-abu, dan coklat.



Gambar 2.6 Roda Karet
(Sumber : Indoteknik, 2018)

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

Pada alat ini menggunakan roda troli berukuran 5" dengan kapasitas 70kg per roda. (Indoteknik, 2018)

2.5.6 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 2.7 Kerangka Profil U

(Sumber : Djukarna, 2012)

1. Tipe Kanal U

Tipe kanal U yang digunakan ialah tipe besi UNP 6,5. Besi UNP merupakan bahan baja utama yang biasa digunakan di Indonesia yang sudah memenuhi standar konstruksi.

2. Perhitungan Gaya dan Tegangan pada Rangka

(a) Hukum Kestimbangan

Kestimbangan adalah sebuah kondisi dimana resultan semua gaya yang bekerja pada sebuah benda adalah nol. Dengan kata lain, semua benda berada dalam kestimbangan jika semua gaya dan momen yang dikenakan padanya setimbang. Pernyataan ini dicantumkan dalam persamaan kestimbangan, yaitu: (Djukarna, 2012)

$$\Sigma = 0, \Sigma = 0, \Sigma M = 0 \dots \dots \dots (2.7)$$

dengan : Σ = Jumlah gaya pada x (N)

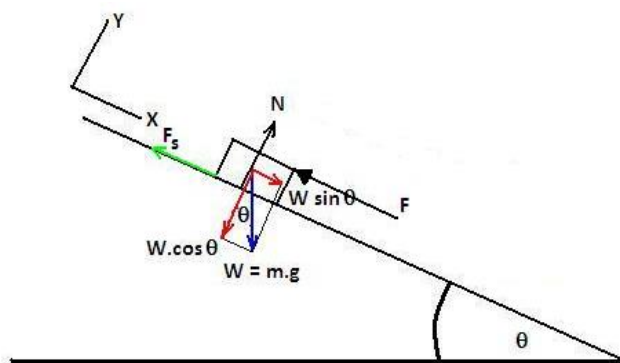
Σ = Jumlah gaya pada y (N)

ΣM = Jumlah momen yang berkerja (Nm)

- Diagram benda bebas

Diagram benda bebas adalah bentuk sketsa untuk semua elemen massa dengan keseluruhan gaya yang bekerja pada benda tersebut.

(Djukarna, 2012)



Gambar 2.8 diagram benda bebas

(Sumber : Djukarna, 2012)

Gaya yang terdapat pada sumbu Y :

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W \cdot \cos \theta = 0$$

$$N = W \cdot \cos \theta$$

$$N = m \cdot g \cos \theta$$

Gaya yang terdapat pada sumbu X :

$$\sum F_x = 0$$

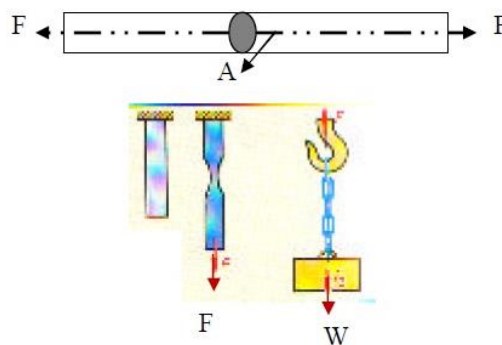
$$W \cdot \sin \theta - F - F_s = 0$$

$$F = W \cdot \sin \theta - \mu_s \cdot N$$

$$F = m \cdot g \cdot \sin \theta - \mu_s \cdot m \cdot g \cos \theta$$

(b) Tegangan Tarik

Tegangan tarik pada umumnya terjadi pada rantai, tali, paku keling, dan lain-lain. rangka yang diberi beban (W) akan mengalami tegangan tarik yang besarnya tergantung pada beratnya.. Tegangan tarik adalah besar gaya tarik dibagi dengan luas penampang suatu benda. Tegangan tarik termasuk gaya persatuan luas. (Funny, 2010)



Gambar 2.9 Tegangan tarik

(Sumber : Funny, 2010)

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.8)$$

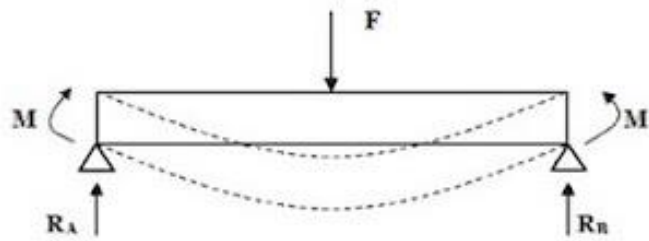
Dimana : σ_t = Tegangan tarik (N/mm²)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang (mm²)

(c) Tegangan Lengkung

Tegangan lengkung adalah tegangan yang diakibatkan karena adanya gaya yang menumpu pada titik tengah suatu beban sehingga mengakibatkan benda tersebut seakan-akan melengkung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini: (Funny, 2010)



Gambar 2.10 Tegangan lengkung
(Sumber : Funny, 2010)

Sedangkan rumus untuk tegangan lengkung ini adalah :

$$F = R_a + R_b$$

$$\tau_b = Mb/Wb$$

dimana:

Mb = momen lengkung

Wb = momen tahanan lengkung

(d) Rumus mencari Beban/Kapasitas

Berikut ini merupakan rumus dari kapasitas : (Sularso, 1994)

$$F_{th} = F \cdot F_c \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana : F_{th} = Kapasitas

F = Beban yang direncanakan

f_c = Faktor koreksi untuk bahan baja (0,8 – 1,2)

2.5.7 Baut dan Mur

Baut dan Mur berfungsi untuk mengikat antar rangka. Untuk menentukan jenis dan ukuran baut dan mur harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya. (Andika Pratama, 2018)

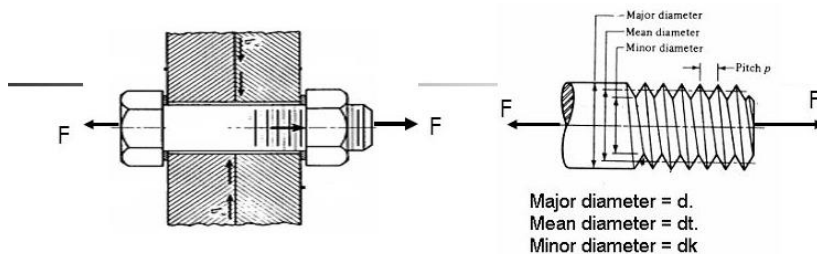


Gambar 2.11 Baut dan Mur
(Sumber : Andika Pratama, 2018)

Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

- a) Beban statis aksial murni.
- b) Beban aksial bersama dengan beban puntir.
- c) Beban geser.
- d) Beban tumbukan aksial.

untuk menghindari kesalahan didalam pemilihan mur dan baut haruslah diperhatikan perhitungan seperti dibawah ini :



Gambar 2.12 perhitungan sambungan baut dan mur
(Sumber : Andika Pratama, 2018)

Bila gaya F bekerja, maka penampang baut akan menerima gaya tarik sebesar
Gaya = Tegangan tarik . Luas penampang . Jumlah baut

$$F = \sigma_t \cdot \frac{\pi}{4} dk^2 \cdot n \dots\dots\dots(2.10)$$

Sehingga ukuran baut dapat dihitung

$$dk = \sqrt{\frac{4 F}{n \cdot \pi \cdot \sigma_t}} \quad \rightarrow \text{Lihat tabel ulir}$$

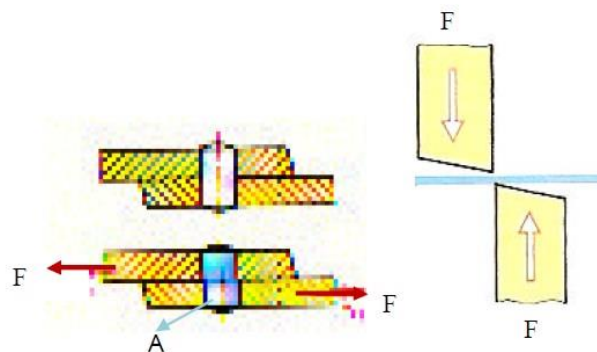
Tabel 2.3 Tabel ukuran baut metris

(Sumber : Andika Pratama, 2018)

Designation	Pitch Mm	Major or nominal diameter nut and bolt (d – D) mm	Effective or pitch diameter nut and bolt (d_p) mm	Minor or core diameter (d_c) mm		Depth of thread (bolt) mm	Stress area mm^2
				Bolt	Nut		
M	P	D	Dt	dk			
M 0.4	0.1	0.400	0.335	0.277	0.252	0.061	0.074
M 0.6	0.15	0.600	0.503	0.416	0.438	0.092	0.166
M 0.8	0.2	0.800	0.670	0.555	0.534	0.123	0.295
M 1	0.25	1.000	0.838	0.693	0.729	0.153	0.460
M 1.2	0.25	1.200	1.038	0.893	0.925	0.158	0.732
M1.4	0.3	1.400	1.205	1.032	1.075	0.184	0.983
M 1.6	0.35	1.600	1.373	1.171	1.221	0.215	1.27
M 1.8	0.35	1.800	1.573	1.371	1.421	0.215	1.70
M 2	0.4	2.000	1.740	1.509	1.567	0.245	2.07
M 2.2	0.45	2.200	1.908	1.648	1.713	0.276	2.48
M 2.3	0.45	2.500	2.208	1.948	2.013	0.276	3.39
M 3	0.5	3.000	2.675	2.387	2.459	0.307	5.03
M 3.3	0.6	3.500	3.110	2.764	2.850	0.368	6.78

- Tegangan Geser

Tegangan geser terjadi jika suatu benda bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tegak lurus sumbu batang, tidak segaris gaya namun pada penampangnya tidak terjadi momen. Tegangan ini banyak terjadi pada konstruksi. Misalnya: sambungan keling, gunting, dan sambungan baut. (Funny, 2010)



Gambar 2.13 Tegangan geser

(Sumber : Funny, 2010)

Pada gambar diatas, dua gaya F sama besar berlawanan arah. Gaya F bekerja merata pada penampang A. Pada material akan timbul tegangan gesernya, sebesar :

$$\tau_g = \frac{\text{Gaya dalam}}{\text{Luas penampang}}$$

$$\tau_g = \frac{F}{A} \left(\frac{N}{m^2} \right) \dots\dots\dots(2.11)$$

- Dimana : F = Gaya dalam
 A = Luas penampang
 τ_g = Tegangan Geser

2.5.8 Pulley / katrol

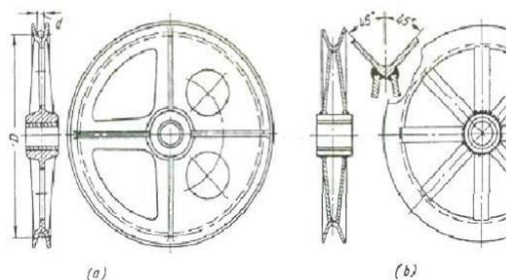
Katrol merupakan kepingan bundar yang terbuat dari logam atau pun non logam. Pinggiran kepingan diberi alur yang berfungsi sebagai laluan tali untuk memindahkan gaya dan gerak. Katrol terdiri dari dua jenis yaitu:

a) Katrol Tetap

katrol tetap terdiri dari sebuah kepingan dan sebuah tali yang dilingkarkan pada alur dibagian atasnya dan pada salah satu ujungnya digantungi beban, sedangkan ujung lainnya ditarik kebawah sehingga beban terangkat keatas.

b) Katrol Bebas

Katrol bergerak terdiri dari kepingan dan poros yang bebas. Tali dilingkarkan dalam alur di bagian bawah. Salah satu ujung tali diikatkan tetap dan di ujung lainnya ditahan atau ditarik pada waktu pengangkatan, beban digantungkan pada kait yang tergantung pada poros. (N. Rudenko, 1994)



Gambar 2.14 Katrol

(Sumber: N. Rudenko, 1994)

Rumus – rumus yang digunakan dalam perancangan katrol antara lain:

1. Rumus untuk mencari diameter drum atau katrol untuk pemakaian tali baja yang diizinkan. (Dwi Rahdianta, 2008)

$$D = e_1 \cdot e_2 \cdot d \dots\dots\dots(2.12)$$

dimana:

D = Diameter puli padadasar alurnya (mm)

d = Diameter tali (mm)

e_1 = Faktor yang tergantung pada alat pengangkatm dan kondisi operasinya (faktor e_1 pada *tower crane* adalah 25)

e_2 = Fakor yang tergantung pada konstruksi tali.

2. Rumus yang digunakan untuk mencari diameter poros / gandar roda puli.

$$d_g = \frac{Q}{p \cdot l} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

Dg = Diameter gandar / poros roda puli (mm)

Q = Kapasitas total yang diangkat (N)

p = Tekanan bidang poros (N/mm²)

l = Panjang bushing (mm)

2.5.9 Daya mesin dan tenaga penggerak

Setelah gaya putar motor diketahui maka selanjutnya bisa dihitung daya motor yang dibutuhkan :

- Menghitung torsi motor :

$$T = F \times R$$

Dimana : T = Torsi motor

F = gaya putar *winch* (N)

R = Jari- jari lingkaran *winch* (m)

- Menghitung daya mesin

$$P = T \times \omega$$

Dimana : P = Daya transmisi (Watt)

T = Torsi (N.m)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

- Menghitung daya rencana

$$p_d = f_c \times P$$

Dimana : p_d = Daya rencana

f_c = Faktor koreksi

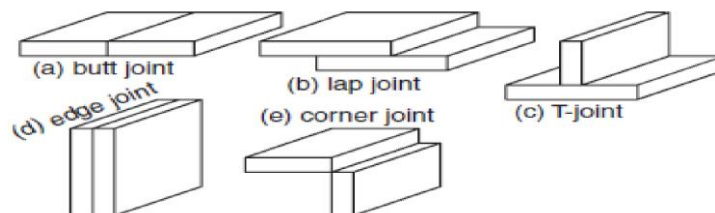
P = daya nominal (Kw)

2.6 Proses pengerjaan yang digunakan

Ada beberapa pengerjaan yang digunakan untuk membuat mesin alat sangrai pasir ini baik dengan menggunakan alat atau mesin.

2.6.1 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 : (Fandiaji Putra, 2012)



Gambar 2.15 Jenis sambungan pengelasan

(Sumber : Fandiaji Putra, 2012)

Untuk menghitung kekuatan sambungan las

$$\sigma_t = \frac{F}{L \cdot t} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

σ_t = kekuatan sambungan las σ

F = Gaya yg bekerja

L = Panjang sambungan las

t = Tebal sambungan las

2.6.2 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. (Fenoria Putri, 2014)

Rumus perhitungan putaran mesin

$$N = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

Vc = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter benda kerja (mm)

N = banyak putaran (rpm)

Rumus Perhitungan waktu pengerjaan

$$Tm = \frac{L}{Sr \cdot N} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana

Tm = Waktu pengerjaan (menit)

L = Kedalaman pengeboran (mm)

Sr = Ketebalan Pemakanan (mm/ putaran)

2.6.3 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. (Fenoria Putri, 2014)

2.7 *Maintenance*

2.7.1 Pengertian *Maintenance*

Maintenance atau perawatan adalah suatu usaha atau tindakan reparasi yang dilakukan agar kondisi dan performa dari mesin tetap terjaga, namun dengan biaya perawatan yang serendah – rendahnya atau suatu kegiatan servis untuk mencegah timbulnya kerusakan tidak normal sehingga umur alat dapat mencapai atau sesuai umur yang di rekomendasikan oleh pabrik. Kegiatan servis meliputi pengontrolan, penggantian, penyetelan, perbaikan dan pengetesan.

2.7.2 Tujuan dari *Maintenance*

Tujuan dari melakukan *maintenance* adalah :

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

2.7.3 Klasifikasi dari *Maintenance*

Maintenance terbagi menjadi dua bagian yaitu *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance* . *Preventive Maintenance* dilakukan untuk mencegah unit atau komponen sedangkan *Corrective Maintenance* dilakukan setelah komponen mengalami gejala kerusakan. Berikut penjelasan tentang kedua jenis *Maintenance* tersebut :

a. *Preventive Maintenance*

Preventive Maintenance adalah perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk mencegah kemungkinan timbulnya gangguan atau kerusakan pada alat.

Preventive Maintenance terbagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. *Periodic Service*

Periodic Service ialah pelaksanaan *service* yang dilakukan setelah unit beroperasi dalam jumlah jam tertentu. *Periodic Service* juga terbagi menjadi dua bagian, yaitu :

- a) *Periodic Inspection* adalah inspeksi atau pemeriksaan harian (*daily - 10 hours*) dan mingguan (*daily- 50 hours*) sebelum unit beroperasi.
- b) *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 meter* (HM).

2. *Schedule Overhaul*

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

3. *Conditioned Based Maintenance*

Conditioned Based Maintenance adalah jenis perawatan yang dilakukan berdasarkan kondisi unit yang diketahui melalui Program Analisa Pelumas (PAP), Program Pemeriksaan Mesin (PPM), Program Pemeliharaan *Undercarriage* (P2U) atau Program Pemeriksaan Harian (P2H). *Conditioned Based Maintenance* juga dapat dilakukan berdasarkan *part and service news* (PSN) atau *modification program* yang dikeluarkan pabrik.

b. *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* adalah perawatan yang dilaksanakan setelah *machine brakedown* (tidak bisa digunakan).
- b. *Repair and Adjustment* adalah perawatan yang sifatnya memperbaiki kerusakan yang belum parah atau *machine* belum *brakedown* (tidak bisa digunakan).

2.8 Metode Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi pengambilan data hasil pengujian dengan cara menentukan kecepatan gerakan mengangkat dan membawa material pada alat bantu angkat beban maksimal 50 kg terhadap waktu yang ditentukan untuk melakukan gerakan serta membandingkan hasil yang didapat dengan perhitungan yang ada.

2.8.1 Persiapan pengujian

Adapun persiapan yang harus dilakukan sebelum melakukan proses pengujian yaitu :

1. Mempersiapkan tabel data menghitung waktu(s) saat menaikkan dan menurunkan beban

Tabel 2.4 Tabel data pengujian

No.	Beban ... Kg				Keterangan
	Jarak rel 2,2 Meter				
	Menaikkan Beban		Menurunkan Beban		
	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
					Rata- rata

2. Beban 30 Kg, 40 Kg, 50 Kg

2.8.2 Peralatan yang digunakan

Selain alat bantu angkat beban maksimal 50 kg tentu saja kita membutuhkan beberapa alat tambahan untuk melakukan pengujian. Adapun peralatan dan perlengkapan yang digunakan untuk menguji alat bantu angkat beban maksimal 50 kg adalah :

1. Meteran (alat ukur panjang) digunakan untuk mengukur jarak tempuh alat pada saat membawa beban pada satuan menit.
2. Timbangan duduk (alat ukur beban) digunakan untuk menghitung berat beban yang akan diuji
3. *Stop Watch* (alat ukur waktu) digunakan untuk menghitung waktu naik dan turunnya beban