

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Alat Angkut

Alat pemindah bahan (*material handling equipment*) adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan yang berat dari satu tempat ke tempat lain dalam jarak yang tidak jauh, misalnya pada bagian atau departemen pabrik, pada tempat-tempat penumpukan bahan, lokasi konstruksi, tempat penyimpanan dan pembongkaran muatan dalam jumlah besar, serta jarak tertentu dengan arah pemindahan bahan vertikal, horizontal, dan atau kombinasi antara keduanya. Berbeda dengan alat transportasi yang memindahkan muatan (bisa berupa barang atau manusia) dengan jarak yang cukup jauh, alat pemindah bahan umumnya hanya digunakan untuk memindahkan muatan berupa bahan, *tools*, ataupun *sparepart* hanya pada jarak tertentu. Untuk operasi muat dan bongkar muatan tertentu, mekanisme alat pemindah bahan dilengkapi dengan alat pemegang khusus atau secara manual. Alat pemindah bahan mendistribusikan muatan keseluruh lokasi didalam perusahaan, memindahkan bahan di antara unit proses yang terlibat dalam produksi, membawa produk (*finished product*) ke tempat produk tersebut akan di muat, dan memindahkan peralatan – peralatan yang diperlukan dalam *manufacture*.

2.2 Macam – macam Alat Angkut

Didunia perindustrian berbagai macam peralatan angkut sangatlah diperlukan, selain sebagai penunjang kelancaran kegiatan operasional, alat-alat angkut ini juga digunakan agar dapat menghemat waktu pekerjaan. Karena semakin banyak waktu yang terbuang, maka kegiatan operasional juga tidak akan berjalan dengan baik. Berikut adalah beberapa macam peralatan angkut barang yang umum digunakan dalam dunia perindustrian :

1. *Belt Conveyor* berfungsi untuk mengangkut bahan-bahan industri yang berbentuk padat. Material padat yang diangkut tergantung kepada kapasitas material yang ditangani, ukuran, bentuk, sifat material, kondisi pengangkutan, jarak perpindahan material dan harga peralatan tersebut.



Gambar 2.1 *Belt Conveyor*

Sumber : Lit. 2

2. *Chain Conveyor* merupakan alat transportasi horizontal untuk jarak angkut panjang. Umumnya *chain conveyor* digunakan untuk kapasitas yang besar dibandingkan dengan *screw conveyor*. Prinsip kerja alat ini adalah *sprocket* memutar rantai dan menghasilkan gerakan horizontal yang membawa produk secara horizontal.



Gambar 2.2 *Chain Conveyor*

Sumber : Lit. 2

3. *Screw Conveyor* merupakan alat transportasi horizontal tertutup. Alat ini berupa poros yang dikelilingi oleh *blade* yang membentuk suatu *helical spiral* dan dipasang pada sebuah *casing* yang tertutup rapat. Prinsip kerja alat ini adalah mengalirkan produk dengan memutar poros hingga produk akan bergerak secara horizontal.



Gambar 3.3 *Screw Conveyor*

Sumber : Lit. 2

4. *Hand Trolley* berfungsi sebagai alat angkut untuk memindahkan bahan yang digerakan dengan cara manual. *Hand trolley* mempunyai kapasitas beban 150 kg, mempunyai dimensi *platform* 740mm x 480 mm, tinggi *platform* 140 + 720 mm.



Gambar 2.4 *Hand Trolley*

Sumber : Lit. 2

5. *Hand Pallet* berfungsi sebagai alat angkut untuk memindahkan bahan yang umumnya digerakan dengan cara manual namun ada juga yang *electric*. *Hand pallet* mampu mengangkat beban yang cukup berat hingga mencapai 1 ton.



Gambar 2.5 *Hand Pallet*

Sumber : Lit. 2

6. *Hand Stacker* berfungsi sebagai alat angkut untuk memindahkan bahan yang digerakan dengan cara manual dan electric. *hand stacker* manual mempunyai kapasitas beban 1 ton dengan daya angkat hingga 1,4 meter.



Gambar 2.6: *Hand Stacker*

Sumber : Lit. 2

7. *Drum Handler* merupakan alat angkut yang difungsikan untuk memudahkan penataan, pengangkatan dan pemindahan drum secara

mudah, cepat dan efisien. Alat ini banyak sekali digunakan di pabrik-pabrik dan industri-industri bahan cair dan penempatannya kebanyakan didalam drum. Menggunakan industri hydraulis dengan cara pemompaan manual dan elektrik. Dilengkapi besi berukuran setengah lingkaran pada bagian depan yang memiliki daya cengkram kuat sehingga mampu mengangkat dan memindahkan drum baja maupun industri berkapasitas besar. Dapat dioperasikan dengan mudah dan aman serta stir kemudi yang mampu diputar 360° yang dapat memutar drum untuk membantu pada saat proses penuangan cairan dalam drum. Alat angkut ini sangat cocok pada penggunaan outdoor maupun *indoor* dengan roda kemudi yang fleksibel untuk dipindahkan. Penggunaan alat ini dinilai sangat diperlukan dalam kegiatan operasional perusahaan untuk menunjang produktivitas kerja maupun meringankan beban operator. Sangat cocok digunakan pada pabrik makanan dan minuman, industri obat-obatan, industri bahan kimia, maupun industri lain yang berhubungan dengan penggunaan drum. Terdapat 3 jenis *Drum Handler* : *Drum Handler Stacker/Lifter*, *Drum Porter*, dan *Drum Gripper N1* dan *N2*.



Gambar 2.7 *Drum Handler*

Sumber : Lit. 2

2.3 Manual Material Handling

Manual material handling (MMH) dapat diartikan sebagai tugas pemindahan barang, aliran material, produk akhir atau benda-benda lain yang menggunakan manusia sebagai sumber tenaga. Selama ini pengertian MMH hanya sebatas pada kegiatan *lifting* dan *lowering* yang melihat aspek kekuatan vertikal. Padahal kegiatan MMH tidak terbatas pada kegiatan tersebut diatas, masih ada kegiatan *pushing* dan *pulling* di dalam kegiatan MMH. Kegiatan MMH menurut pendapat McCormick dan Sanders (1994) yang sering dilakukan oleh pekerja di dalam industri, yaitu:

1. Kegiatan pengangkatan benda (*lifting task*),
2. Kegiatan pengantaran benda (*caryying task*),
3. Kegiatan mendorong benda (*pushing task*),
4. Kegiatan menarik benda (*pulling task*).

Bekerja tanpa alat bantu tentunya menggunakan tenaga otot untuk mengangkat, memindahkan, mendorong atau menahan sesuatu objek. Aktifitas yang mengerahkan tenaga ini dapat menimbulkan cedera yang tidak hanya mempengaruhi otot-otot dan jaringan lembut, akan tetapi bisa juga berakibat pada sendi dan susunan tulang belakang jika terlalu dipaksakan.

2.4 Dasar-dasar Pemilihan Bahan

Dalam membuat dan merencanakan rancang bangun suatu alat atau mesin, perlu sekali memperhitungkan dan memilih material yang akan dipergunakan. Bahan merupakan unsur utama disamping unsur-unsur lainnya. Bahan yang akan diproses harus kita ketahui guna meningkatkan nilai produk. Hal ini akan sangat mempengaruhi peralatan tersebut karena kalau material tersebut tidak sesuai dengan fungsi dan kebutuhan maka akan berpengaruh pada keadaan dan nilai produk. Pemilihan material yang sesuai akan sangat menunjang keberhasilan pembuatan rancangan bangun dan perencanaan alat tersebut. Material yang akan diproses harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada desain produk,

dengan sendirinya sifat-sifat material yang akan sangat menentukan proses pembentukan.

2.4.1 Kriteria Pemilihan Bahan

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan material dalam pembuatan suatu alat adalah:

1. Fungsi dari perencanaan

Bahan yang direncanakan untuk dipakai diharapkan mampu menahan beban yang diterima. Bagian-bagian utama dari alat tersebut haruslah sesuai dengan fungsinya, sehingga apabila terjadi kerusakan pada bagian tersebut akan dapat cepat diketahui dengan menganalisa fungsi dari bagian yang rusak tersebut.

2. Kekuatan Material

Yang dimaksud dengan kekuatan material adalah kemampuan dari material yang dipergunakan untuk menahan beban yang ada, baik beban puntir maupun beban lentur dan lain sebagainya.

3. Kemudahan Mendapatkan Material

Dalam perencanaan suatu produk perlu di ketahui apakah bahan yang digunakan mudah didapat atau tidak. Walaupun bahan yang di rencanakan sudah cukup baik akan tetapi tidak di dukung oleh persediaan dipasaran, maka perencanaan akan megalami kesulitan atau masalah dikemudian hari karena hambatan bahan baku tersebut. Untuk itu harus terlebih dahulu apakah bahan yang digunakan itu mempunyai komponen penggantian dan tersedia di pasaran.

4. Fungsi dari Komponen

Dalam pembuatann rancang bangun peralatan ini, komponen yang direncanakan mempunyai fungsi berbeda-beda sesuai dengan bentuknya. Oleh karena itu perlu dicari material yang sesuai dengan komponen yang dibuat.

5. Harga Bahan Relatif Murah

Untuk membuat komponen yang direncanakan, maka diusahakan agar material yang digunakan untuk komponen tersebut harganya semurah mungkin dengan tanpa mengurangi kualitas komponen yang akan dibuat. Dengan demikian pembuatan komponen tersebut dapat mengurangi atau menekan ongkos produksi dari pembatan alat tersebut.

6. Kemudahan dalam proses produksi

Kemudahan dalam proses produksi sangat penting dalam pembuatan suatu komponen karena jika material sukar untuk dibentuk maka akan banyak waktu untuk memproses material tersebut yang akan meambah biaya produksi.

2.4.2. Data Komponen Yang Digunakan

Dalam merencanakan suatu alat, kita harus mengetahui karakteristik ataupun sifat-sifat dari bahan yang akan digunakan. Berikut ini diuraikan bahan-bahan yang dipilih pada setiap komponen dari perencanaan alat bantu angkut tools pada *workshop* perawatan dan perbaikan dengan beban maksimum 40 kg, meliputi :

1. Box Pengangkut

Direncanakan bahan yang digunakan untuk membuat box pengangkut ini adalah pelat metal dengan ketebalan 1mm. Dimensi keseluruhan dari toolbox yang direncanakan adalah (600 x 600 x 300)mm .



Gambar 2.8 Pelat Metal

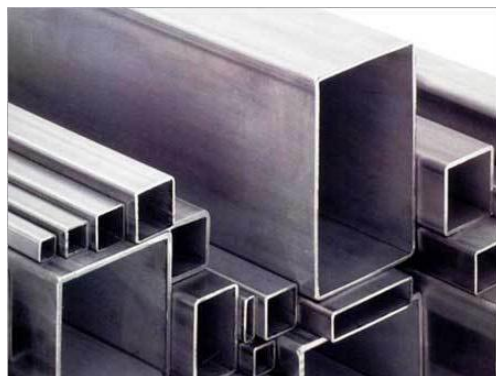
Sumber : Lit. 12

2. Rangka

Pemilihan rangka yang digunakan adalah besi hollow (20x20)mm dengan tebal 1,8 cm. Besi Hollow yang digunakan FE 360 dengan panjang keseluruhan adalah 6 m.

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, bulat, berbentuk U, berbentuk L, dan lain-lain.

Suatu struktur menerima bahan dinamis, struktur ini dapat berkedudukan mendatar, miring maupun tegak. Untuk struktur yang tegak (*vertical*) dinamakan kolom sedangkan untuk struktur mendatar (*horizontal*) dinamakan balok.



Gambar 2.9 Kerangka Profil Persegi dan Persegi Panjang

Sumber : Lit. 2

3. Motor DC

Penggerak alat angkut ini adalah motor DC. Motor Listrik DC atau DC Motor adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (Direct Current) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC.

Spesifikasi Motor DC yang digunakan pada alat angkut ini 12Volt 35Watt dengan putaran mesin sebesar 13.000 rpm.

4. Aki

Akumulator (accu, aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Aki merupakan sel yang banyak kita jumpai karena banyak digunakan pada sepeda motor maupun mobil. Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali. secara sederhana aki merupakan sel yang terdiri dari elektrode Pb sebagai anode dan PbO₂ sebagai katode dengan elektrolit H₂SO₄



Gambar 2.10 Aki Kering

Sumber : Lit. 12

Sumber tenaga dari alat angkut ini adalah baterai aki.berjenis aki kering. Spesifikasi aki yang digunakan adalah 12V 7AH

5. *Remote Controller*

Remote controller digunakan sebagai alat pengatur/pengontrol gerak dari *mini electric car* yang menggunakan 2 unit baterai remote A1,5V.

6. Roda

Dalam pemilihan roda pada perencanaan alat angkut ini, dipilih roda jenis roda karet dengan diameter 24cm . Roda depan dan tengah dipilih roda yang bisa bergerak bebas, sedangkan roda belakang menggunakan roda kaku/mati.

2.5. Rumus-rumus yang Berkaitan

Rumus-rumus yang ada kaitannya dengan rancang bangun *mini electric car* sebagai alat bantu angkut ini antara lain :

2.5.1 Menghitung Berat Kerangka

Fungsi dari kerangka adalah sebagai dudukan dari rangkaian alat yang akan digunakan. Berat rangka dalam keadaan normal tanpa beban adalah:

$$m = V \cdot \rho \quad \dots\dots\dots(2.1. Lit.10, hal.24)$$

$$V = p \cdot l \cdot t$$

Dimana:

W = Berat kerangka (Kg)

V = Volume kerangka (cm³)

p = Panjang kerangka (cm)

l = Lebar kerangka (cm)

t = Tinggi kerangka (cm)

m = massa (kg)

ρ = massa jenis (kg/m³)

2.5.2 Rumus Gaya

Gaya adalah interaksi apapun yang dapat menyebabkan sebuah benda bermassa mengalami perubahan gerak, baik dalam bentuk arah, maupun konstruksi geometris. Dengan kata lain, sebuah gaya dapat menyebabkan sebuah objek dengan massa tertentu untuk mengubah kecepatannya (termasuk untuk bergerak dari keadaan diam), atau berakselerasi, atau untuk terdeformasi.

$$F = m \cdot g \quad \dots\dots\dots(2.2. \text{ Lit.10, hal. 33})$$

m = massa benda (kg)

g = gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

2.5.3 Menghitung titik berat benda

Titik berat benda merupakan pusat massa benda dimana dimana benda akan berada dalam keseimbangan rotasi.

Rumus titik berat benda dengan f_i = gaya yang terjadi dititik I, x_i = jarak sumbu x dititik i, dan y_i = jarak sumbu y dititik i:

- Untuk sumbu x:

$$x = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} \quad \dots\dots\dots (2.3. \text{ Lit 4, hal.21})$$

- Untuk sumbu y:

$$y = \frac{\sum f_i \cdot y_i}{\sum f_i} \quad \dots\dots\dots (2.4. \text{ Lit.4, hal.21})$$

- Resultant sumbu x dan sumbu y:

$$R = \sqrt{\sum x^2 + \sum y^2} \quad \dots\dots\dots (2.5. \text{ Lit.4, hal.21})$$

- Arah R terhadap $f_i \cdot y_i$

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{\sum f_i \cdot x_i}{R} \quad (2.8) \quad \dots\dots\dots(2.6. \text{ Lit.4, hal.21})$$

2.5.4 Rumus Kecepatan Linear

Kecepatan adalah besaran vector yang menunjukkan seberapa cepat benda berpindah dari satu titik ke titik yang lainnya. Besarnya kecepatan dapat diketahui dari besarnya jarak yang ditempuh per satuan waktu.

$$v = s / t \quad \dots\dots\dots(2.7. Lit. 10, hal.17)$$

s = jarak yang ditempuh (m,km)

v = kecepatan (km/jam, m/s)

t = waktu tempuh (jam,sekon)

2.5.5 Roda Gigi

Roda gigi adalah sebuah silinder yang disekelilingnya terdapat gigi. Roda gigi merupakan alat pemindah daya/putaran yang paling presisi, oleh karena perpindahannya bukan berdasarkan gesekan antara roda dengan roda, tetapi antara gigi dengan gigi. Dalam hal ini, gigi layaknya seperti tuas/pengungkit kecil yang menggerakkan komponen lain.

Kelebihan roda gigi dari pemindah daya lainnya antara lain :

- Bisa memindahkan daya yang cukup besar
- Gerakan/putarannya presisi/tidak terjadi slip
- Bentuknya kecil dan simple
- Bisa memindahkan putaran antara 2 poros yang tidak sejajar /paralel

Daya yang mampu dipindahkan roda gigi :

$$P = \sigma_{ijin} \cdot b \cdot p \cdot Y \cdot v \quad \dots\dots\dots(2.8. Lit. 9, hal.54)$$

Dimana :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_u}{3} \times C_v \quad \dots\dots\dots(2.9. Lit. 9, hal.54)$$

B = lebar roda gigi (mm)

- P = Pitch gigi (mm)
- Y = Faktor Lewis
- v = kecepatan keliling (m/s)

Kecepatan keliling :

$$v = \frac{\pi \cdot D_p \cdot n}{60000} \dots\dots\dots(2.10. \text{ Lit. 9, hal. 54})$$

dimana :

Dp = diameter pitch (mm)

n = putaran (rpm)

Faktor Lewis (Y) untuk beberapa bentuk gigi dirumuskan seperti tabel dibawah ini

Tabel 2.1 : Nilai Faktor Lewis

Rumus	Bentuk Gigi	Jumlah Gigi Minimal
$Y = 0,175 - \frac{0,841}{Z}$	20° stub involute	14
$Y = 0,124 - \frac{0,684}{Z}$	14 ¹ / ₂ ° full depth involute	32
$Y = 0,154 - \frac{0,912}{Z}$	20° full depth involute	18

Sumber : Lit. 9

Sementara besarnya faktor koreksi kecepatan C_v dapat dilihat seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 : Faktor Koreksi Kecepatan

Kecepatan Rendah	< 10 m/s	$\frac{3}{3 + v}$
Kecepatan Sedang	10-20 m/s	$\frac{6}{6 + v}$

Kecepatan Tinggi	> 20 m/s	$\frac{5,5}{5,5 + \sqrt{v}}$
------------------	----------	------------------------------

Sumber : Lit. 9

2.5.6 Rumus yang berkaitan pada poros pejal

Untuk mengetahui batas tegangan yang diijinkan pada suatu material digunakan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma u}{V} \quad \dots\dots(2.11. Lit.9, hal.15)$$

Dimana :

σ_{ijin} = tegangan ijin material (N/mm²)

σu = tegangan ultimate material (N/mm²)

V = faktor keamanan bahan

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan elemen mesin masih terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum. Menurut Joseph P Vidosic (1957) dalam *Machine Design Projects*, besarnya faktor keamanan bahan ditentukan dari :

1. Bahan dalam kondisi terkontrol dan tegangan yang bekerja dapat ditentukan dengan pasti, maka $V = 1,25 - 1,5$
2. Bahan yang sudah diketahui, kondisi lingkungan beban dan tegangan yang tetap dan dapat ditentukan dengan mudah, maka $V = 1,5 - 2,0$
3. Bahan yang beroperasi secara rata-rata dengan Batasan beban diketahui, maka $V = 2,0 - 2,5$
4. Bahan yang diketahui tanpa mengalami tes, pada kondisi beban dan tegangan rata-rata, maka $V = 2,5 - 3,0$
5. Bahan yang sudah diketahui, kondisi beban, tegangan, dan lingkungan yang tidak pasti, maka $V = 3,0 - 4,0$

Sementara itu, menurut Vladimir Dobrovolsky (1968) dalam *Machine Elements*, besarnya factor keamanan berdasarkan jenis beban adalah :

1. Beban Statis, $V = 1,25 - 2$
2. Beban Dinamis, $V = 2 - 3$
3. Beban Kejut, $V = 3 - 5$

Kemudian untuk mengetahui tegangan bengkok yang terjadi pada poros pejal digunakan persamaan seperti dibawah ini :

$$\sigma_b = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3} \quad \dots\dots(2.12. \text{ Lit. 9, hal.12})$$

Dimana :

M = momen bengkok (Nmm)

d = diameter poros (mm)

σ_b = tegangan bengkok (N/mm²)

2.5.7 Penekukan Plat

Luas penekukan adalah luas yang tercakup oleh sudut penekukan. Untuk menentukan panjang garis netral, perlu menghitung penekukan yang diijinkan "A" dan jumlah setiap panjang adalah "L" yang merupakan panjang bukaan plat, maka :

$$L_{\text{total}} = L1 + L2 + A$$

$$A = \frac{2\pi\alpha}{360^\circ}(R + x) \quad \dots\dots(2.13. \text{ Lit. 7, hal.41})$$

Dimana x adalah jarak dari permukaan dengan garis netral besarnya berubah – ubah tergantung pada perbandingan ketebalan plat (T) yang ada terhadap radius penekukan (R) :

$$R < 2T \quad \quad \quad x = 0,33 T$$

$$R = 2T \text{ s/d } 4T \quad \quad \quad x = 0,4 T$$

$$R > 4 T \quad \quad \quad x = 0,5 T$$