

PERENCANAAN ALAT ANGKAT KENDARAAN NIAGA KAPASITAS 2 TON

Hiskia Goni¹⁾, Jan Soukotta²⁾, Rudy Poeng³⁾
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

ABSTRACT

Equipment design start from component design. In order to meet the requirements, it is designed base on the material used.

The purpose of this study is to design a manually operated lifting equipment of 2 ton capacity used in a commercial vehicles in the form of engineering drawing. Comparison data used in this study is a triple lift floor jack.

From the calculations, it is found that the largest load happened a 10⁰ lifting position.

Keywords: lift equipment, commercial vehicle, 2 ton manual lifting equipment

ABSTRAK

Perencanaan suatu peralatan, pada dasarnya merupakan perencanaan komponen, yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan mekanisme dari suatu peralatan. Kekuatan direncanakan harus lebih kecil dari kekuatan bahan yang ditentukan dengan faktor keamanan sesuai dengan kebutuhan.

Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan alat angkat kendaraan niaga kapasitas 2 ton yang dituangkan dalam bentuk gambar teknik. Data perencanaan yang dipergunakan sebagai perbandingan adalah alat angkat kendaraan jenis *triple lift floor jack*.

Dari hasil perhitungan diperoleh gaya-gaya reaksi terbesar terjadi pada alat angkat kendaraan niaga posisi 10⁰ ketika awal pengangkatan.

Kata Kunci: Alat Angkat, Kendaraan Niaga, Sistem Penggerak

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan suatu peralatan, pada dasarnya merupakan perencanaan bagian (komponen), yang direncanakan dan dibuat untuk memenuhi kebutuhan mekanisme dari suatu peralatan, maka sangat dibutuhkan perencanaan yang teliti. Dalam tahap-tahap perencanaan tersebut, pertimbangan-pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam memulai perencanaan peralatan meliputi jenis-jenis pembebanan yang direncanakan, jenis-jenis tegangan yang ditimbulkan akibat pembebanan tersebut dan pemilihan kebutuhan material (bahan). Untuk mendapatkan bagian peralatan yang sesuai dengan kekuatannya, dilakukan pemilihan bahan dengan kekuatan yang sesuai dengan kondisi beban serta tegangan yang terjadi. Kekuatan direncanakan harus lebih kecil dari kekuatan bahan yang

ditentukan dengan faktor keamanan sesuai dengan kebutuhan. Sebagai *Mechanical Engineering* harus bisa memanfaatkan ilmu-ilmu yang telah dipelajari untuk diaplikasikan, dimana salah satu aplikasi tersebut adalah perencanaan teknologi tepat guna.

Saat ini, dunia industri otomotif berkembang dengan sangat baik di berbagai bidang, termasuk di bidang kendaraan mobil. Hal ini juga harus terjadi pada industri pembuatan alat angkat mobil. Alat angkat yang dipakai pada mobil mengalami perkembangan yang cukup baik. Salah satu alat angkat mobil yang banyak dijumpai, yaitu jenis *triple lift floor jack* yang penggunaannya sangat mudah dan efisien dalam membantu pekerjaan, dimana operator dapat melakukan kegiatannya dengan nyaman dan dapat membantu kinerja dalam perawatan atau perbaikan kendaraan mobil.

Berdasarkan hal tersebut maka penulisan ini akan dilakukan perencanaan satu unit alat angkat kendaraan niaga dengan beban maksimum mobil 2 ton.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang diangkat dalam penulisan ini adalah bagaimana merencanakan alat angkat kendaraan niaga kapasitas 2 ton.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, tujuan penelitian dari penulisan ini adalah merencanakan alat angkat kendaraan niaga kapasitas 2 ton yang dituangkan dalam bentuk gambar teknik.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian penulisan skripsi ini lebih terarah dan jelas, perlu adanya pembatasan masalah yang dibatasi pada beberapa hal berikut :

1. Obyek alat angkat kendaraan niaga yang akan direncanakan yaitu jenis *triple lift floor jack* yang sudah ada dipasaran sebagai perbandingan.
2. Perencanaan yang dilakukan dibatasi pada komponen-komponen yang digunakan alat angkat kendaraan niaga dengan dengan berat maksimum 2 ton.

1.5 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan pengetahuan kepada penulis maupun instansi serta industri mengenai sistem manufaktur.
2. Memberikan wawasan yang luas mengenai teknologi tepat guna.
3. Memahami proses kerja alat angkat mobil.

II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Alat Angkat Kendaraan Niaga

2.1.1 Kendaraan Niaga

Dalam konteks kendaraan niaga, definisi tentang "berat kendaraan" punya beberapa arti. Berat kendaraan memiliki makna penting bagi *commercial vehicle* yang memang ditujukan untuk membawa beban (barang atau penumpang), sehingga pada spesifikasi teknisnya berat ini selalu dicantumkan. (<http://www.facebook.com>)

2.1.2 Alat Angkat Kendaraan

Saat ini, dunia industri otomotif berkembang dengan sangat baik di berbagai bidang, termasuk di bidang kendaraan mobil. Hal ini juga harus terjadi pada industri pembuatan alat angkat mobil. Alat angkat yang dipakai pada mobil mengalami perkembangan yang cukup baik.

Ditinjau dari segi konstruksinya, alat angkat kendaraan cukup banyak jenisnya termasuk yang digunakan untuk alat berat. Tetapi yang akan dibahas pada penulisan ini adalah alat angkat kendaraan penumpang atau kendaraan ringan (niaga), salah satu yang banyak dijumpai, yaitu jenis *triple lift floor jack* yang penggunaannya sangat mudah dan efisien dalam membantu pekerjaan, dimana operator dapat melakukan kegiatannya dengan nyaman dan dapat membantu kinerja dalam perawatan atau perbaikan kendaraan mobil ebagai perbandingan dalam perencanaan.

Alat angkat kendaraan niaga ini mudah digunakan karena gampang menggesernya kearah posisi yang diinginkan, disamping itu waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat kendaraan lebih cepat dan aman, akan tetapi digerakkan secara manual. Alat ini dibuat dari baja tuang dapat berjalan dan berputar diatas empat roda, terdapat sebuah pompa minyak yang toraknya digerakkan oleh tuas panjang. Tuas tersebut dapat juga dipakai untuk mendorong atau menarik. (<http://www.toolsmithonline.com>)



Gambar 2.1 Alat angkat jenis *triple lift floor jack*
(<http://www.toolsmithonline.com>)

2.2 Dasar Perencanaan

Untuk menentukan ukuran suatu elemen mesin, harga untuk tegangan yang diperbolehkan (dari tabel pada lampiran 3) dapat dipakai untuk keadaan yang jauh lebih banyak. Dari tabel ini ternyata bahwa perbandingan tegangan yang diperbolehkan untuk keadaan tegangan I, II dan III. Sebagai pengganti

keamanan yang diisyaratkan, juga sering bekerja dengan apa yang dinamakan tegangan diperbolehkan. Dalam hal ini tegangan yang diperbolehkan merupakan perbandingan antara kekuatan leleh elemen mesin dan keamanan yang diisyaratkan untuk elemen yang dimaksud,

$$\text{Jadi } \bar{\sigma} = \frac{\sigma_{MAKSm}}{\bar{v}} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana: $\bar{\sigma}$ = tegangan yang diperbolehkan /dijinkan (N/mm²)

σ_{MAKSm} = kekuatan leleh elemen mesin (N/mm²)

\bar{v} = keamanan yang diisyaratkan

Bertolak dari keamanan yang dihitung maka diperoleh:

$$v = \frac{\sigma_{MAKSm}}{\sigma_{maks}} \text{ dengan } v \geq \bar{v} \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana: σ_{maks} = tegangan nominal (N/mm²)

v = keamanan terhadap patah leleh.

ini menjadi :

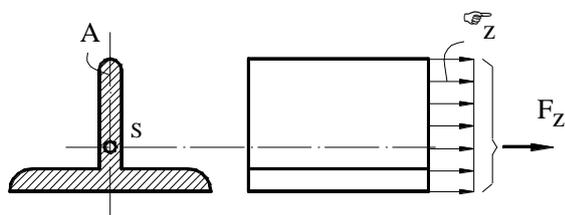
$$v \leq \frac{\sigma_{MAKSm}}{\sigma_{maks}} \text{ atau}$$

$$\sigma_{maks} \leq \frac{\sigma_{MAKSm}}{\bar{v}} = \bar{\sigma} \dots \dots \dots (2.3)$$

Hal ini menyatakan bahwa elemen mesin yang direncanakan dapat memberikan keamanan yang cukup. (Stolk, dan Kros, 1986)

2.3 Tegangan Normal Disebabkan Gaya Aksial

Gaya aksial F_z menimbulkan tegangan normal σ_z disetiap titik dari sebuah penampang A. Lihat gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tegangan normal karena gaya aksial pada titik S (Niemann, 1992)

Persamaan tegangan normalnya adalah: (Niemann, 1992)

$$\sigma_z = \frac{F_z}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana, F_z = gaya aksial (N)

A = luas penampang (mm²)

Tegangan normal positif disebut tegangan tarik dan sebaliknya tegangan normal negatif disebut tegangan tekan. (Niemann, 1992)

2.4 Tegangan Normal Berasal dari Momen Lengkung

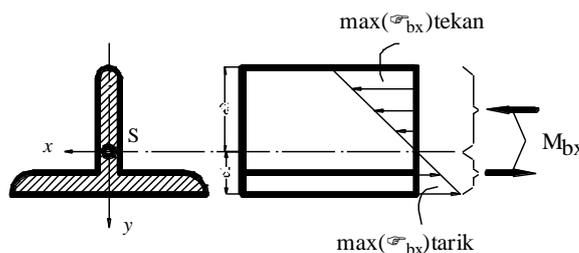
Momen lengkung sebuah poros inersia utama, misalnya momen M_{bx} dari poros x, menimbulkan tegangan lengkung σ_{bx} .

$$\sigma_{bx} = \frac{M_{bx}}{I_x} y \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (2.5)$$

I_x adalah bidang momen inersia untuk lengkung dari sekeliling poros x.

Dari gambar 2.3 menunjukkan distribusi dari tegangan. Tegangan terus bertambah dari $y=0$ sampai mencapai maksimum pada $y=e_1$ pada bagian tarik dan $y=e_2$ pada bagian tekan.

(Niemann, 1992)



Gambar 2.3 Distribusi dari tegangan lengkung untuk penampang T (Niemann, 1992)

2.5 Tegangan Geser dari Gaya Lintang

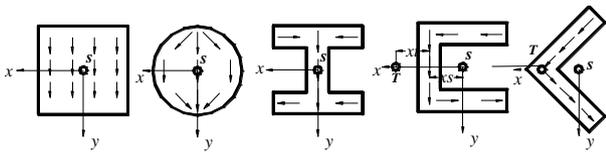
Umumnya gaya lintang timbul bersamaan dengan momen lengkung. Tegangan lengkung sebuah batang untuk jangka lama akan timbul gaya lintang yang berarti, momen lengkung tidak besar dan secara serempak ukuran penampang tetap dijaga kecil. Hal ini dijumpai pada ujung poros dan pada ujung balok lintang bila penampangnya mengecil. Tegangan-tegangan geser tersebar tidak merata di atas penampang. Distribusi tegangan geser untuk beberapa penampang penting diilustrasikan dalam gambar 2.4.

Harga rata-rata tegangan geser adalah: (Niemann, 1992)

$$\tau = \frac{Q}{A_s} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana, Q = Gaya lintang (N)

A_s = Luas penampang geser (mm²).



Gambar 2.4 Distribusi dari tegangan geser untuk berbagai penampang (Niemann, 1992)

2.6 Tegangan Geser dari Puntiran

Momen puntir M_w menimbulkan tegangan di dalam penampang yang disebut tegangan puntir. Tegangan puntir terbesar disebabkan puntiran adalah: (Niemann, 1992)

$$\tau_w = \frac{M_w}{W_w} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (2.7)$$

dimana, M_w = momen puntir (Nmm)

W_w = momen tahanan puntir (mm^3).

Untuk beberapa penampang dibutuhkan dalam menghitung tegangan geser momen inersia bidang untuk puntiran. Ini dibutuhkan juga untuk menentukan sudut putar dan karena itu harus diberikan untuk penampang yang akan dihitung tegangan gesernya.

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penulisan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Jurusan Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado. Dan waktu pelaksanaan mulai 01 Oktober sampai 20 Desember 2012.

3.2 Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan penelitian yang digunakan dalam penulisan ini, sebagai perbandingan dalam perencanaan adalah alat angkat mobil yang sudah ada dipasaran yaitu jenis *triple lift floor jack*.

3.3 Prosedur Penelitian

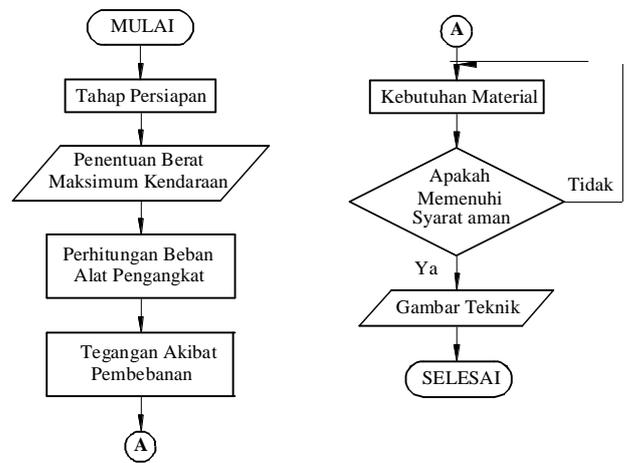
Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis dan struktur pelaksanaannya dengan prosedur penelitian seperti pada gambar 3.1.

3.4 Pengolahan Data

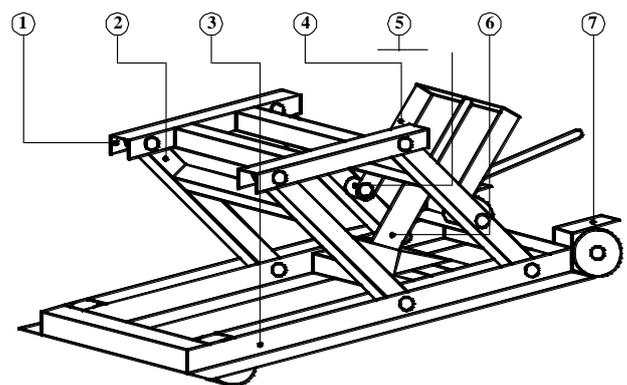
3.4.1 Model Alat Pengangkat Kendaraan Niaga yang Direncanakan

Alat pengangkat kendaraan mobil yang akan direncanakan seperti diperlihatkan pada gambar 3.2. Alat ini mudah digunakan karena gampang menggesernya kearah posisi yang diinginkan dan dapat berjalan dan berputar

diatas empat roda, terdapat sebuah dongkrak botol yang banyak dijumpai pada kendaraan umum yang digerakkan oleh tuas penggerak secara manual.



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian



Gambar 3.2 Alat angkat yang direncanakan

Komponen-komponen utama alat pengangkat yang akan direncanakan:

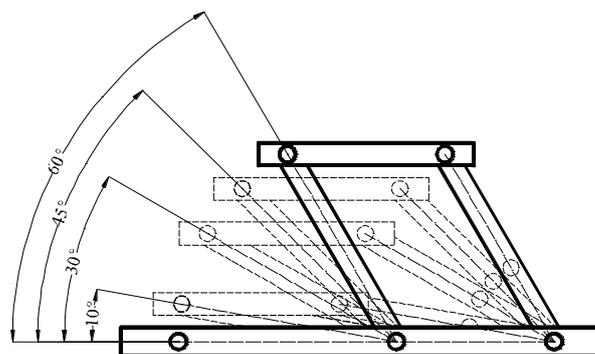
1. Rangka atas
2. Lengan pengangkat
3. Lengan datar
4. Rangka bawah
5. *Bushing*
6. Dongkrak botol
7. *Roller Whell*

3.4.2 Cara Kerja Alat Angkat Kendaraan

Prosedur yang dipersiapkan pada saat akan melakukan angkatan kendaraan dan penurunan kendaraan mobil adalah sebagai berikut:

1. Mobil pada posisi atau kondisi yang aman (diparkir dengan posisi ganjal pada kedua roda yang tidak diangkat) dengan perkiraan alat angkat dapat masuk dibawah kendaraan.

- Geser alat angkat tersebut dibawah kendaraan dengan penempatan sepatu angkat tepat suspensi, gandar maupun rangka dari kendaraan.
- Setelah pengesetan alat angkat dibawah kendaraan sudah tepat selanjutnya dilakukan angkatan kendaraan dengan cara manual yaitu menggerakkan tuas naik turun secara terus menerus sampai kendaraan mencapai ketinggian angkatan yang dikehendaki.
- Setelah selesai melakukan perbaikan pada kendaraan mobil maka kendaraan tersebut akan diruturukan kembali.
- Untuk menurunkan kendaraan mobil cukup dengan memutar katup kontrol sehingga alat angkat akan bergerak turun.
- Setelah kendaraan mobil turun, alat angkat digeser kembali dikeluarkan dari bawah kendaraan. Pada akhirnya kendaraan selesai dilakukan perbaikan atan perawatan.



Gambar 3.4 Beberapa posisi lengan angkat

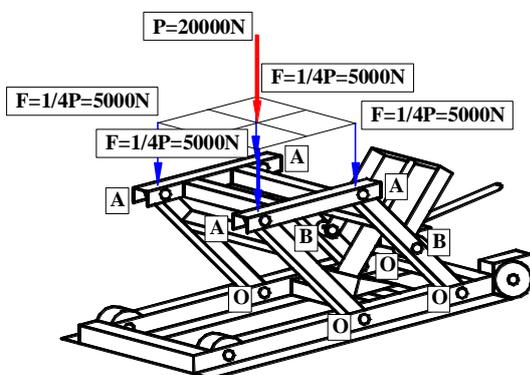
Tabel 3.1 Gaya reaksi yang bekerja pada lengan angkat bagian belakang untuk berbagai posisi

No	Posisi ($^{\circ}$)	Gaya Reaksi (N)		
		R_A	R_B	R_{OB}
1	10	5000	12467	7625
2	30	5000	11750	6875
3	45	5000	11025	6125
4	60	5000	6125	5250

Terlihat bahwa semakin besar posisi gerakan dari lengan angkat, maka gaya reaksi R_B dan R_{OB} semakin kecil. Gaya reaksi terbesar yang diterima lengan angkat ketika posisi 10° , yang akan dijadikan dasar perencanaan komponen alat angkat kendaraan niaga kapasitas 2 ton.

3.4.3 Perhitungan Beban Alat Pengangkat

Alat angkat yang direncanakan dapat digunakan untuk mengangkat kendaraan bagian depan atau bagian belakang. Beban yang diperhitungkan yaitu $P = 20000$ N dan gaya yang bekerja pada empat tumpuan pena atas masing-masing sebesar 5000 N.



Gambar 3.3 Sistem pembebanan pada tumpuan pena atas

3.4.4 Gaya yang Bekerja pada Lengan Angkat

Untuk memperoleh gaya-gaya yang bekerja pada lengan angkat dilakukan analisis gaya untuk beberapa posisi seperti ditunjukkan pada gambar 3.4.

Dari hasil perhitungan gaya reaksi yang bekerja pada alat angkat bagian belakang dengan berbagai posisi ditabelkan seperti diperlihatkan pada tabel 3.1.

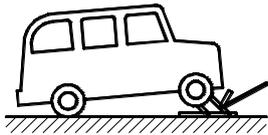
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

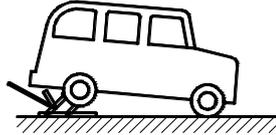
Hasil pengamatan yang didapatkan dari penelitian perencanaan alat angkat kendaraan niaga kapasitas 2 ton, adalah sebagai berikut:

- Model alat angkat yang direncanakan jenis *triple lift floor jack* yang sudah ada dipasaran sebagai perbandingan. Berdasarkan jenis tersebut direncanakan menjadi model lain dengan prinsip kerja yang sama.
- Alat angkat yang direncanakan dapat digunakan untuk mengangkat kendaraan dengan berat maksimum 2 ton yang dikategorikan sebagai kendaraan niaga.
- Alat angkat dapat digunakan untuk mengangkat kendaraan bagian depan atau bagian belakang, seperti diperlihatkan pada gambar 4.1.

Angkat bagian depan



Angkat bagian belakang



Gambar 4.1 Penggunaan alat angkat kendaraan

4.2 Hasil Pengolahan Data

Dari pengolahan data perencanaan alat angkat kendaraan niaga kapasitas 2 ton, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Hasil Gaya Reaksi yang Bekerja pada Alat Angkat

Ditinjau dari beberapa posisi lengan angkat dalam proses pengangkatan kendaraan niaga, yaitu posisi 10^0 , 30^0 , 45^0 dan 60^0 , maka gaya reaksi maksimal yang bekerja pada lengan angkat pada posisi 10^0 . Dari hasil perhitungan gaya reaksi yang bekerja pada alat angkat adalah sebagai berikut:

- Gaya reaksi hubungan antara rangka atas dan lengan angkat, $R_A = 5000$ N.
- Gaya reaksi hubungan antara lengan angkat bagian belakang dengan lengan penyangga dongkrak, $R_B = 12467$ N.
- Gaya reaksi hubungan antara lengan angkat bagian depan dengan rangka bawah, $R_{OD} = 5000$ N.
- Gaya reaksi hubungan antara lengan angkat bagian belakang dengan rangka bawah, $R_{OB} = 7625$ N.

2. Hasil Penentuan Kapasitas Dongkrak

Berdasarkan gaya reaksi yang bekerja antara lengan angkat bagian belakang dengan rangka bawah, maka dapat ditentukan kapasitas dongkrak yang akan digunakan, yaitu kapasitas 2 ton.

3. Hasil Perencanaan Alat Angkat kendaraan

Dari hasil perhitungan perencanaan alat angkat kendaraan niaga dengan kapasitas berat kendaraan 2 ton, diperoleh hasil seperti diperlihatkan pada tabel 4.1.

4.3 Pembahasan

Dari perencanaan alat angkat kendaraan niaga kapasitas 2 ton, pembahasannya sebagai berikut:

1. Sebenarnya informasi dimensi dan ukuran alat angkat yang direncanakan disesuaikan dengan alat angkat yang sudah ada

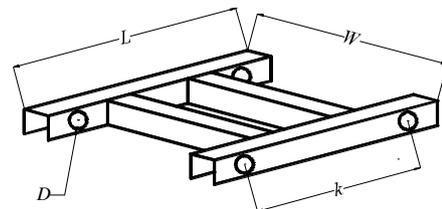
dipasaran dan kondisi alat yang dapat digeserkan dibawah kendaraan.

Tabel 4.1 Hasil perencanaan alat angkat

No	Komponen	Kekuatan Bahan	Kekuatan Las
1	Rangka Atas	Fe 360 kelas II	Fe 360 kelas III
2	Lengan Angkat	Fe 490 kelas III	Fe 490 kelas III
3	Rangka Bawah	Fe 460 kelas II	Fe 360 kelas III
4	Lengan Penyangga Dongkrak	Fe 490 kelas I	Fe 490 kelas III
5	Bushing	Fe 490 kelas III	-
6	Baut	Fe 590 Kelas II	-
7	Dongkrak	Kapasitas 3 ton	
8	Roda	Diameter 100 mm	

2. Material yang digunakan terdiri dari besi siku dan besi U yang ada di jual dipasaran.
3. Hasil yang diperoleh dari perencanaan alat angkat kendaraan ini dapat dituangkan dalam bentuk gambar kerja (Lampiran), sehingga dapat dilakukan proses pembuatan.
4. Dimensi dan ukuran dari komponen utama alat angkat kendaraan hasil perencanaan yaitu:

• Rangka Atas



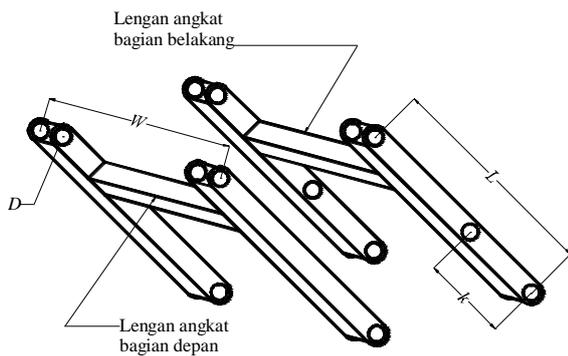
Gambar 4.2 Komponen rangka atas

Material	= Fe360 (Besi Siku 40x40 mm)
Panjang (L)	= 375 mm
Lebar (W)	= 320 mm
Diameter pena (D)	= 14 mm
Jarak antara pena (k)	= 275 mm
Proses penyambungan	= Las listrik
Jumlah	= 1 buah

• Lengan Angkat

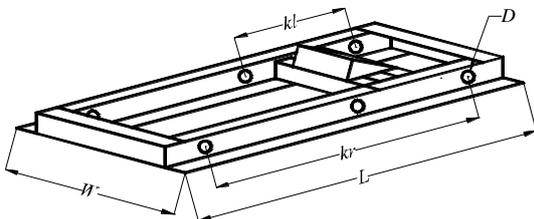
Material	= Fe490 (Besi Siku 40x40 mm)
Panjang (L)	= 380 mm
Lebar (W)	= 320 mm
Diameter pena (D)	= 14 mm
Jarak antara pena (k)	= 150 mm

Proses penyambungan = Las listrik
 Jumlah = 2 buah



Gambar 4.3 Komponen lengan angkat

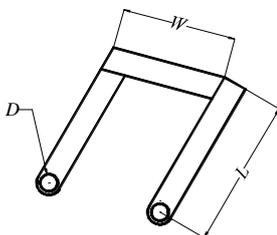
• Rangka Bawah



Gambar 4.4 Komponen rangka bawah

Material = Fe360(Besi Siku 50x50 mm)
 Panjang (L) = 843 mm
 Lebar (W) = 420 mm
 Diameter pena (D) = 14 mm
 Jarak antara pena (kl) = 275 mm
 Jarak anantara pena (kr) = 655 mm
 Proses penyambungan = Las listrik
 Jumlah = 1 buah

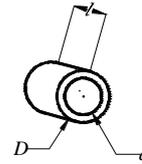
• Lengan Penyangga Dongkrak



Gambar 4.5 Komponen lengan penyangga dongkrak

Material = Fe490(Besi Siku 40x40 mm)
 Panjang (L) = 250 mm
 Lebar (W) = 190 mm
 Diameter pena (D) = 14 mm
 Proses penyambungan = Las listrik
 Jumlah = 1 buah

• Bushing



Gambar 4.6 Komponen Bushing

Material = Fe 490 (Besi Bulat)
 Panjang (L) = 25 mm
 Diameter dalam (d) = 14 mm
 Diameter luar (D) = 40 mm
 Jumlah = 2 buah

5. Komponen utama alat angkat kendaraan lainnya yang diperoleh dari pasaran dan pembuatan langsung yaitu:

• Dongkrak Botol



Gambar 4.7 Dongkrak botol kapasitas 2 ton

Capacity = 3 Ton
 Min Height = 181 mm
 Lifting Height = 116 mm
 Adjusting Height = 48 mm
 Base Plate Length & Width = 88x92 mm
 Weight = 3 Kg

• Roda



Gambar 4.8 Roda

Jenis = Roller wheel
 Diameter = 100 mm
 Jumlah = 4 buah.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan alat angkat kendaraan niaga kapasitas 2 ton, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan gaya alat angkat kendaraan niaga diperoleh gaya-gaya reaksi terbesar terjadi pada posisi 10^0 ketika awal pengangkatan.
2. Sistem penggerak menggunakan dongkrak botol kapasitas 3 ton yang digerakan secara manual oleh operator.
3. Hasil perencanaan yang dilakukan, alat angkat kendaraan niaga pada umumnya menggunakan material Fe 360 dan Fe 490, sehingga alat angkat yang direncanakan tersebut dapat memberikan keamanan yang cukup terhadap beban berat kendaraan yang diperhitungkan.
4. Pengelasan tiap komponen dan baut yang direncanakan juga memberikan keamanan yang cukup terhadap beban yang diperhitungkan.
5. Perencanaan yang dilakukan dituangkan dalam bentuk gambar teknik komponen-komponen alat angkat kendaraan niaga.
6. Hasil perencanaan alat ini dapat digunakan untuk mengangkat kendaraan dengan berat maksimum 2 ton.

5.2 Saran

Perencanaan alat angkat kendaraan niaga kapasitas 2 ton belum maksimal. Saran yang diberikan adalah:

1. Sistem penggerak dapat dikembangkan dengan menggunakan sistem penggerak pneumatik, sehingga dapat bekerja secara otomatis.
2. Perlu memperhitungkan gaya berat tiap komponen alat kendaraan niaga sehingga hasil perhitungan gaya akan lebih cermat.
3. Diharapkan hasil perencanaan alat kendaraan niaga ini dapat dilanjutkan dengan proses pembuatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A. Z.. 1990, Diktat Kuliah Dinamika Teknik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Martawirya, Y. 2002. Modul Perencanaan Produksi. Laboratorium Teknik Produksi Mesin Institut Teknologi Bandung.

Niemann G., Budiman, A., Priambodo, B. 1992., Disain dan Kalkulasi dari Sambungan, Bantalan dan Poros, Erlangga, Jakarta.

Rochim, T. 2001. Proses Pemesinan, Laboratorium Teknik Produksi Mesin Institut Teknologi Bandung.

Stolk, J dan Kros C. 1986, Elemen Konstruksi Bangunan Mesin, Erlangga, Jakarta

Sularso., Suga, K. 1985, Dasar Perencanaan dan Pemilihan, Pradnya Paramita.

-----, Menguasai AutoCAD 2002, Salemba Infotek, Jakarta