

**RANCANG BANGUN ALAT PENGANGKAT GARPU *HAND FORKLIFT*
BERKAPASITAS 200 KG MENGGUNAKAN SISTEM
PENGGERAK MOTOR *ELECTRIC WINCH***

TUGAS AKHIR

Oleh:

SYAMTIDAR

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna
menyelesaikan program Diploma Tiga Program Studi
Teknik Manufaktur Industri Agro**



**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I
POLITEKNIK ATI MAKASSAR**

2018

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era perkembangan teknologi seperti sekarang ini, kebutuhan manusia semakin meningkat dengan hadirnya inovasi-inovasi pembaharuan teknologi yang sangat memanjakan perilaku manusia di berbagai bidang dan sektor skala kecil, menengah hingga skala besar seperti industri. Kehadiran alat-alat yang memudahkan pekerjaan manusia ini otomatis mengurangi penggunaan tenaga manusia. Beberapa sumber daya manusia hanya dibutuhkan untuk mengoperasikan dan mengawasi penggunaan alat-alat tersebut. Alat bantu angkat barang pun tak luput dari kemajuan teknologi dengan hadirnya mesin angkat seperti *crane*, *forklift* dan lain-lainnya. (Rudenko N., 1994)

Forklift adalah mesin yang menggunakan dua garpu untuk mengangkat dan menempatkan beban ke posisi yang biasanya sulit dijangkau. *Forklift* umumnya menggunakan 2 sistem pengangkatan (vertikal) yaitu dengan sistem hidrolis dan sistem elektrik, sistem hidrolis sebagai mesin pengangkat garpu *forklift* dengan mengandalkan fluida jenis oli sebagai tenaga penggerak garpu. Keuntungannya adalah tenaga yang dihasilkan besar, kecepatan mudah diatur serta tidak ribut, dengan kerugian yang dimiliki yaitu konstruksi ruwet, tidak ekonomis serta

perawatan serta perbaikan yang sulit. Untuk jenis elektrik pengangkatan garpu memanfaatkan arus listrik DC sebagai tenaga penggerak motor yang biasanya diambil dari baterai atau *accu* kendaraan dengan perantara kopling serta roda cacing. Dengan Kelebihan konstruksi yang sederhana, murah dan dapat dipercaya, serta perawatan dan perbaikan yang mudah dan tentunya ekonomis (Sujanto,1983).

Pada Laboratorium Proses Produksi di kampus Politeknik Ati Makassar penggunaan mesin alat bantu pengangkatan sangat dibutuhkan karena banyaknya mesin serta perkakas bengkel yang sangat berat dan tentunya membutuhkan tenaga lebih untuk memindahkannya dari satu tempat ke tempat lainnya.

Penelitian kali ini untuk perencanaan pengangkatan garpu dengan rangkaian tali baja, drum penggulung tali, sistem katrol dan putaran daya motor sebagai permasalahan utama. Adapun penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan judul “Rancang Bangun Prototipe *Forklift* Manual Dengan Kapasitas 200 Kg”. Namun pada penelitian sebelumnya sistem penggerak hidrolik masih menggunakan tenaga manual (dipompa). (Hardian, 1993). Untuk mencari alternatif lain, maka penulis menawarkan alat angkat yang menggunakan Sistem penggerak motor (*electric winch*). Sedangkan untuk memindahkan *hand forklift* ke tempat lain masih menggunakan tenaga manusia (didorong).

Dari latar belakang diatas maka penulis mengangkat judul penelitian yaitu **“Rancang Bangun Alat Pengangkat Garpu *Hand Forklift* Berkapasitas 200 Kg Menggunakan Sistem Penggerak Motor *ELECTRIC WINCH*”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah meliputi :

1. Bagaimana cara merancang bangun sistem alat angkat *hand forklift* tipe katrol dengan kapasitas 200 Kg.
2. Bagaimana menghitung kapasitas dan umur bateray penggerak *electric winch*.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Mengetahui cara merancang bangun sistem alat angkat *hand forklift* tipe katrol dengan kapasitas 200 Kg.
2. Dapat menghitung kapasitas dan umur bateray *electric winch*.

1.4. Batasan Masalah

Karena begitu luasnya masalah dalam perancangan alat angkat *hand forklift* ini, maka penulis membatasi masalah dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Analisa perancangan hanya menghitung kekuatan daya tarik dari motor penggerak *hand forklift*.
2. Analisa perancangan tidak menghitung kekuatan rangka.
3. Ketinggian angkat 1,5 m.
4. Kapasitas angkat maksimum 200 kg.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Menambah wawasan dan pengalaman penulis dalam merancang alat angkat *hand forklift*.
2. Dapat meningkatkan kinerja manusia dan menghindari adanya cedera pada saat mengangkat suatu beban berat.
3. Semoga dapat digunakan sebagai bahan acuan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan rancang bangun alat angkat khususnya penelitian mengenai alat angkat *hand forklift*.
4. Menambah fasilitas *workshop* jurusan Teknik Manufaktur Industri Agro.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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, solar, atau bahan bakar propana. Beberapa *forklift* industri kecil yang didukung oleh sebuah motor listrik berjalan dari baterai internal (Rudenko N., 1994)



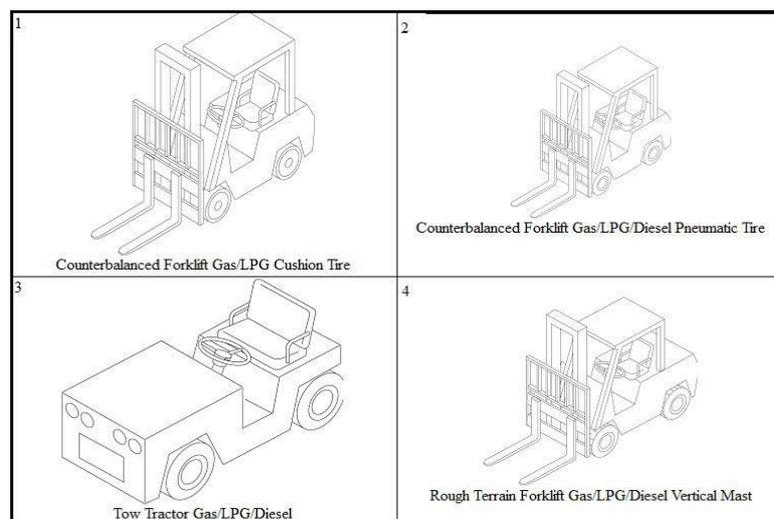
Gambar 2.1 *Forklit* (Sumber: indotaro)

Alat ini sangat ramah lingkungan dan tidak menimbulkan polusi, bahkan telah dilengkapi sistem manajemen baterai canggih untuk mengoptimalkan masa pakai baterai dan menghindari pembuangan percuma. Penggunaan *forklift* dinilai sangat membantu karena selain dapat menghemat biaya operasi bonal, produktifitas kerja pun lebih meningkat. Kapasitas forklift biasanya secara umumnya berkisar antara 1-10 ton dengan daya angkat masing-masing unitnya mampu menjangkau hingga ketinggian 3-6 meter.

a. Jenis – jenis *Forklift* diantaranya :

1) *Forklift diesel*

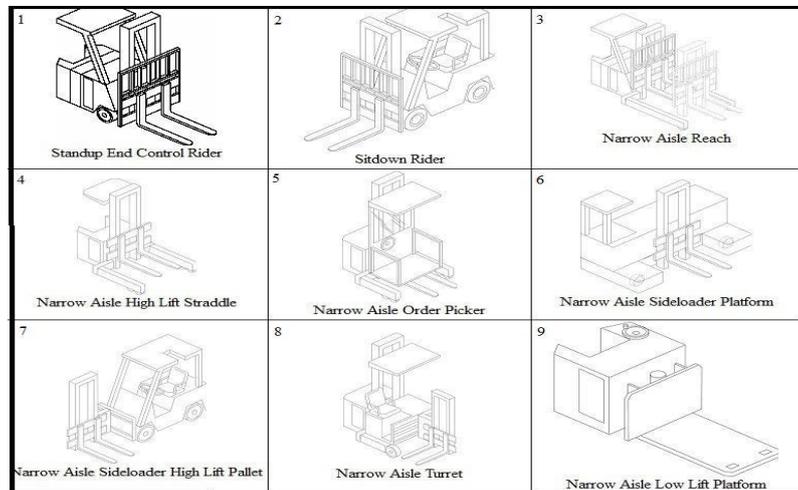
Forklift ini menggunakan mesin diesel sebagai penggeraknya. Secara otomatis, *forklift* ini berbahan bakar solar dan biasanya memiliki jenis ban yang terbuat dari karet seperti ban kendaraan pada umumnya.



Gambar 2.2 Jenis *Forklift* (Sumber: energi diesel)

2) Forklift electric

Forklif ini menggunakan tenaga *bateri* sebagai sumber energinya. *Bateri* ini mempunyai *lifetime* sehingga diperlukan sebuah alat untuk *merrecharge* sehingga *bateri* dapat berfungsi kembali. Fungsi perawatan ini sangat penting untuk kelangsungan hidup dari sebuah *bateri*.



Gambar 2.3 Jenis *Forklift* (Sumber: energi listrik)

2.2 Bagian Utama *Forklift*

Pada umumnya *Forklift* tersusun atas:

a. *Fork*

Fork adalah bagian utama dari sebuah *forklift* yang berfungsi sebagai penopang untuk membawa dan mengangkat barang. *Fork* berbentuk dua buah besi lurus dengan panjang rata-rata 2.5 m. Posisi

peletakan barang di atas *pallet* masuk ke dalam *fork* juga menentukan beban maksimal yang dapat diangkat oleh sebuah *forklift*.

b. *Carriage*

Carriage merupakan bagian dari *forklift* yang berfungsi sebagai penghubung antara *mast* dan *fork*. Ditempat inilah *fork* melekat. *Carriage* juga berfungsi sebagai sandaran dan pengaman bagi barang-barang dalam *pallet* untuk transportasi atau pengangkatan.

c. *Mast*

Mast adalah bagian utama terkait dengan fungsi kerja sebuah *fork* dalam *forklift*. *Mast* adalah satu bagian yang berupa dua buah besi tebal yang terkait dengan *hydrolic system* dari sebuah *forklift*. *Mast* ini berfungsi untuk *lifting* dan *tilting*.

d. *Overhead Guard*

Overhead guard merupakan pelindung bagi seorang *forklift driver*. Fungsi pelindungan ini terkait dengan *safety user* dari kemungkinan terjadinya barang yang jatuh saat diangkat atau diturunkan, juga sebagai pelindung dari panas dan hujan.

e. *Counterweight*

Counterweight merupakan bagian penyeimbang beban dari sebuah *forklift*. Letaknya berlawanan dengan posisi *fork*.



Gambar 2.4 Komponen *Forklift*

(Sumber: <https://www.indotara.co.id/mengenal-bagian-bagian-forklift-diesel-dan-fungsinya%id3D594.html>.)

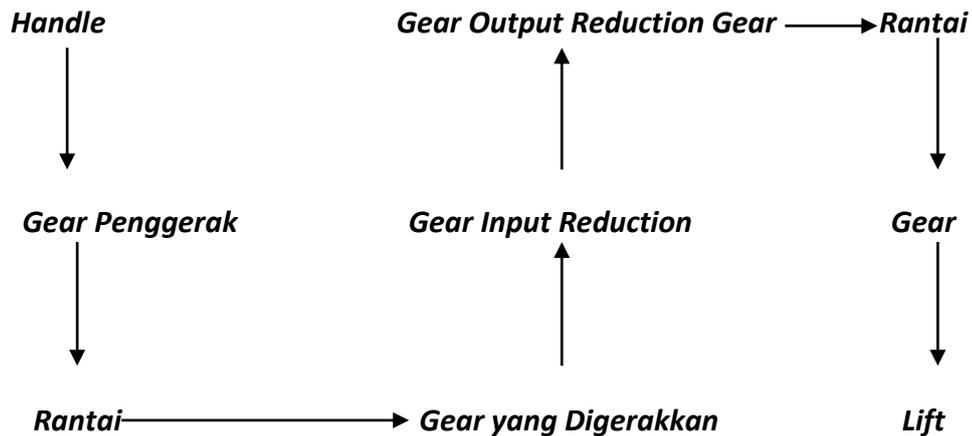
2.3 Prinsip Kerja *Forklift* Secara Umum

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 penyangga *mast*. *Fork assembly* diikat ke salah satu ujung rantai dan yang lainnya terikat pada *beam* tiang penyangga. 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 penyangga (*outer mast*). 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 m.

Prinsip kerja proses *lifting* dan *travel* pada rancang bangun *forklift*



Gambar 2.5 Alir proses *lifting forklift*

(Sumber: <http://eprints.polsri.ac.id/1615/3/BAB%2011.pdf>.)

2.4 Winch

Winch adalah pesawat bantu di deck kapal yang berfungsi untuk mengulur dan menarik beban berat yang tidak dapat dilakukan oleh tenaga manusia. Penggunaannya sangat meluas sampai kapal kecil sekalipun memiliki satu atau lebih winch di atas deck kapal.

Menurut (Hartono, 1988), derek atau yang lazim disebut *winch* oleh mekanik-mekanik di kapal pukat udang adalah alat bantu yang membutuhkan putaran lambat yang digunakan untuk mengangkat atau mengulur tali *tros* (tali baja) ataupun jaring pukat udang.

a. Jenis-Jenis *Winch* serta kelebihan dan kekurangannya

Ada beberapa jenis *winch* yang ada di kapal dan masing-masing mempunyai fungsi tersendiri, seperti *winch cargo* yang digunakan untuk mengangkat dan menurunkan barang atau untuk menarik dan mengulur tali *tross (wire)*.

Menurut (Traung J. Olof 1975), menyatakan bahwa jenis-jenis *winch trawl* yang digunakan untuk sebuah operasi kegiatan penangkapan dibagi atas dua jenis *winch* di antaranya adalah :

1) *Hydraulic Winch*

Hydraulic Winch adalah *winch* yang menggunakan *fluida* sebagai tenaga penggerak, *fluida* yang digunakan berjenis oli. Adapun keuntungan dari *winch* sistem hidrolis adalah tenaga yang dihasilkan besar serta dapat bekerja dengan kecepatan beban yang dapat diatur dengan mudah dan sama sekali tidak rebut. Dan kerugian yang dimiliki oleh *winch* sistem *hidrolis* ini adalah konstruksinya ruwet, tidak ekonomis dan perawatan serta perbaikan yang sulit (Sujanto, 1983).

2) *Electric Winch*

Yang dimaksud dengan *Electric Winch* ialah *winch* yang menggunakan tenaga penggerak sebuah motor listrik dengan perantara kopling serta roda cacing. Keuntungan menggunakan *winch electric* adalah konstruksinya yang sederhana murah dapat dipercaya,

dan dari pada itu perawatan serta perbaikan mudah serta ekonomis. Adapun kerugiannya yang dimiliki dari winch electric adalah tenaga yang dihasilkan kecil (Sujanto, 1983).

Winch ini di gerakan oleh motor yg ditenagai oleh arus listrik DC yang biasa nya diambil dari baterai atau accu kendaraan, untuk *Winch Electric* sendiri umum nya terbagi menjadi 2 jenis, yaitu *Winch* Tidur dan *Winch* Berdiri, kenapa di sebut *Winch* Tidur karena memang bentuk nya memanjang dengan motor DC berada di salah 1 sisi drum dan gear housing di sisi lainnya. *Winch* tidur ini sering kali dikategorikan sebagai *Winch* untuk pemula karena memang memiliki speed yang relatif lebih lambat dibanding *Winch* Berdiri.



Gambar 2.6 Motor *Electric Winch*

(Sumber: <https://www.scribd.com/document/334747770/winch>.)

Untuk *Winch Electric* yang berbentuk berdiri karena bentuk nya yang lebih tinggi dan bertingkat, dimana drum ada di posisi bawah dengan gigi reduksi di sisi drum dan motor DC berada di atas nya. Kehadiran gigi reduksi ini membuat *winch* tipe ini memiliki kecepatan dan torsi yang lebih besar dibanding *Winch* tidur sehingga

dikategorikan untuk pemakaian tingkat lanjut, bahkan untuk penggunaan ekstrim dan kompetisi ada yang mengganti casing bagian atasnya sehingga bisa memakai 2 motor DC sekaligus atau dikenal dengan *twin* motor.

b. Tenaga Penggerak *Winch*

Gerakan berputar *winch* merupakan hasil perpindahan gerak berputar dari sumber tenaga penggerak. Adapun sumber penggerak *winch* yaitu motor listrik, mesin uap, transmisi elektro *hidrolik* dan ada juga menggunakan mesin diesel.

Pada umumnya penggunaan *winch* di kapal-kapal perikanan untuk membantu operasi penangkapan rata-rata menggunakan tenaga penggerak motor *winch* berupa tekanan minyak *hidrolik*. Namun pada penelitian kali ini penulis akan menggunakan *Electric Winch* sebagai pengangkat garpu dengan rangkaian tali baja, drum penggulung tali dan motor sebagai pemutar daya.

1) Komponen utama *Electric Winch*

a) Motor Penggerak

Seperti yang kita ketahui bahwa motor listrik bekerja dengan memanfaatkan medan magnet untuk menciptakan gerakan. Gerakan tersebut menggerakkan gear dan diteruskan ke *drum*. Sehingga drum memiliki kekuatan untuk menarik beban dan sebaliknya.

b) *Wire Drum*

Drum ini berbentuk lingkaran dan menjadi wadah bagi *wirerope*. Di drum ini, *wirerope* tergulung rapi dan dengan bentuk drum yang melingkar memudahkan *wirerope* untuk keluar masuk ketika dioperasikan.

c) *Steel Wire Rope*

Wirerope memiliki varian panjang berbeda-beda tergantung kebutuhan user. Panjang *wirerope* cukup panjang mulai dari 30 meter hingga 200 meter pun ada.

d) *Gear Train*

Komponen ini menerima kekuatan dari motor dan mengubahnya menjadi kekuatan untuk menarik beban.

e) *Hook*

Hook terletak pada ujung *wirerope* di mana berfungsi untuk mengaitkan beban.

f) *Remote Control Wire*

Remote ini adalah alat kendali untuk mengontrol *winch* baik menarik beban atau sebaliknya. Untuk alasan *safety* juga, setiap remote dilengkapi *emergency stop* untuk kondisi darurat.

g) *Brake System*

Setiap *winch* dilengkapi *brake system* untuk mengerem atau mengunci pergerakan *winch* sendiri. Brake jenis kampas harus

diganti secara periodik agar *winch* dapat dioperasikan dengan aman mengingat fungsi *brake* yang vital.

h) *Box Panel*

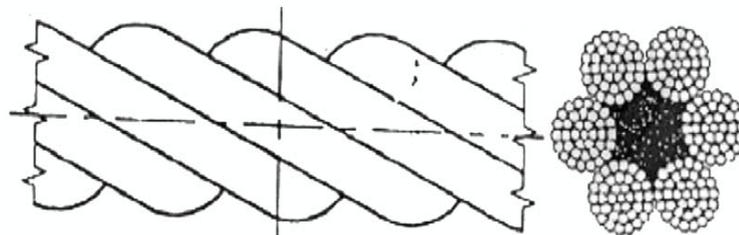
Box panel biasanya terdiri dari *contactor*, *rectifier*, dan komponen *electrical*

2.5 Perencanaan Tali Baja

Tali baja berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban serta memindahkan gerakan dan gaya. 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 sekali digunakan pada mesin pengangkat karena dibandingkan dengan rantai, tali baja mempunyai 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 *internal wear* 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 lebih 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 menonjol keluar sehingga lebih aman dalam pengangkatan dan tidak akan merusak kawat yang berdekatan



Gambar 2.7. Konstruksi serat tali baja (Sumber: anzdoc.com)

2.6 Pemilihan Tali Baja

Fenomena yang sangat rumit terjadi di dalam pengoperasian tali, karena banyak parameter yang tidak dapat ditentukan dengan tepat. Setiap kawat di dalam tali yang ditekuk mengalami tegangan yang rumit, yang merupakan gabungan tegangan tarik, lentur dan puntir serta ditambah dengan saling menekan dan bergesekan diantara kawat dan untaian. Akibatnya, tegangan total yang terjadi dapat ditentukan secara analitis

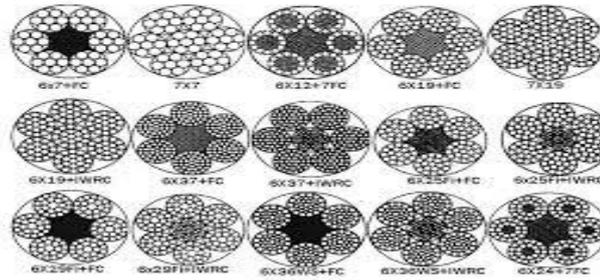
hanya pada tingkat pendekatan tertentu. Lagi pula bila tali melewati puli dan drum kawat pada bagian terluar akan mengalami kikisan yang akan mengurangi kekuatan tali tersebut.

Diketahui juga bahwa setiap tali hanya dapat mengalami lengkungan tertentu sepanjang umur pakainya, sejumlah lengkungan tertentu yang telah melewati batas ini akan rusak dengan cepat. Umur tali dapat ditentukan dengan memakai perbandingan $\frac{D_{min}}{d}$ (D_{min} adalah diameter minimum puli atau drum dan d ialah diameter tali) dan $\frac{D_{min}}{\delta}$ (δ - diameter kawat tali). Penyelidikan menunjukkan bahwa dengan perbandingan $\frac{D_{min}}{d}$ yang sama, umur tali kira-kira berbanding terbalik dengan jumlah lengkungan. Jumlah lengkungan yang ditentukan oleh jumlah titik (puli, drum) tempat tali lewat, lengkungan dalam satu arah pada titik tersebut setara dengan lengkungan tunggal dan lengkungan variabel serta dengan lengkungan ganda (Rudenko,1996).

Tabel 2.6 Tali untuk Crane dan Pengangkat

Jumlah lengkungan	$\frac{D_{min}}{d}$						
1	16	5	26,5	9	32	13	36
2	20	6	28	10	33	14	37
3	23	7	30	11	34	15	37,5
4	25	8	31	12	35	16	38

(Sumber: Rudenko, 1996)



Gambar 2.8 Lengkungan Tali Baja (Sumber: Seosmarines.com)

Menurut (Rudenko,1996), Pemeriksaan kekuatan tali dilakukan berdasarkan metode pengangkatan muatan menggunakan tabel 2.6 untuk mencari $\frac{D_{min}}{d}$. Dengan menyatakan diameter tali dengan rumus :

$$d = 1,5\delta\sqrt{i} \dots\dots\dots 2.1$$

Kita peroleh : $\frac{D_{min}}{1,5\delta\sqrt{i}}$

Dengan :

δ – diameter satu kawat

i – jumlah kawat tali

Tegangan pada tali yang dibebani pada bagian yang melengkung karena tarikan dan lenturan adalah :

$$\sigma_{\varepsilon} = \frac{\delta b}{K} = \frac{S}{F} + \frac{\delta E'}{D_{min}} \dots\dots\dots 2.2$$

dengan :

δb – kekuatan putus bahan kawat tali, dalam kg/cm^2

K – faktor keamanan tali

S – tarikan pada tali, dalam kg

F – penampang berguna tali, dalam cm^2

$E' = \frac{3}{8} E$ – modulasi elastisitas yang dikoreksi

Dengan mengubah rumus kita peroleh rumus hanya berlaku untuk satu ukuran kawat.

$$F = \frac{S}{\frac{\delta b}{K} - \frac{\delta}{D_{min}} E'} = \frac{S}{\frac{\delta b}{K} - \frac{d}{D_{min}} - \frac{\delta}{d} E'} = \frac{S}{\frac{\delta b}{K} - \frac{d}{D_{min}} \cdot \frac{E'}{1,5 \sqrt{i}}} \dots\dots\dots 2.3$$

Setelah menentukan K dan memilih jumlah kawat i yang tergantung pada konstruksi tali, pada σ_b dan $\frac{d}{D_{min}}$ tertentu, kita menggunakan rumus untuk mencari luas penampang tali.

Setelah mendapat nilai F , kemudian untuk memilih tali yang mempunyai karakteristik yang hampir menyerupai. Pertama dengan memeriksa apakah kekuatan σ_b sesuai pada nilai yang diterima. Jumlah kawat dalam tali ditentukan oleh desain yang memenuhinya.

Untuk tali yang paling sering dipakai pada mesin pengangkat (kecuali tali pintalan kompon), misalnya tali dengan 114, 222, dan 342 buah kawat menjadi :

$$F_{(114)} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}} 50.000} \dots\dots\dots 2.4a$$

$$F_{(222)} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}} 36.000} \dots\dots\dots 2.4b$$

$$F_{(342)} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}} 29.000} \dots\dots\dots 2.4c$$

Dengan mengalikan kedua sisi kita dapat memperoleh rumus untuk memilih tali menurut kekuatan putusanya P yang diacu pada penampang total tali sebagai berikut :

$$P_{(114)} = \frac{S \cdot \sigma_b}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{min}}} 50,000 \dots\dots\dots 2.4d$$

$$P_{(222)} = \frac{S \cdot \sigma_b}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{min}}} 36,000 \dots\dots\dots 2.4e$$

$$P_{(342)} = \frac{S \cdot \sigma_b}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{min}}} 29,000 \dots\dots\dots 2.4f$$

Nilai d dan ∂ pada tali yang dipilih sudah tidak perlu diperiksa lagi, karena pengaruh nilai tersebut diperhitungkan di dalam rumus desain. Dalam perencanaan ini kapasitas maksimum berat muatan yang diangkat adalah 200 kg.

Menurut (Teguh,2009), Karena pada pengangkatan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti *overload*, keadaan dinamis dalam operasi dan perubahan udara yang tidak terduga, maka diperkirakan penambahan beban 10 % dari beban semula sehingga berat muatan yang diangkat menjadi :

$$Q_0 = 200 + (10\% \times 200) = 220 \text{ Kg}$$

Kapasitas angkat total beban pengangkatan adalah :

$$Q = Q_0 + q$$

Dimana : q = berat *spereader*

Tegangan tarik maksimum pada tali dari sitem pulli beban (S) dihitung dengan rumus :

$$S = \frac{Q}{n \cdot \eta \cdot \eta_1} \dots\dots\dots 2.5(Rudenko)$$

Q – berat muatan yang diangkat, dalam kg

n – jumlah muatan puli yang menyangga muatan

η – efisiensi puli (*lampiran 3*)

η_1 – efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekakuan ketika menggulung pada drum yang diasumsikan sebesar 0,98.

Tali hanya boleh diperiksa satu kali terhadap tegangan tarik sebenarnya dengan rumus :

$$S = \frac{P}{K} \dots \dots \dots 2.6 \text{ (Rudenko)}$$

Dimana :

S = Tarikan maksimum yang diinginkan pada tali, dalam kg

P = Kekuatan putus tali sebenarnya, dalam kg

K = Faktor keamanan yang didapat dari (*lampiran 8*) sesuai dengan jenis mekanisme dan kondisi operasinya.

Menurut (Syamsir, 1990), mula-mula beberapa serat (*steel wire*) dipintal hingga jadi satu jalinan (*strand*), kemudian beberapa *strand* dijalin pula pada suatu inti (*core = kern*), sehingga membentuk tali dari tipe-tipe sebagai berikut :

- 6 x 19 + 1 *fibre core, hoisting ropes, elevator rope* dan lain-lain
- 6 x 19 *seal L.W.R.C (Independent wire rope center), Steel wire core*, dengan inti logam lunak.
- 6 x 37 + 1 fc; 6 x 36; 6 x 41 dan lain-lain.

Ukuran-ukuran tali adalah sebagai berikut :

- d = diameter tali (mm)

- D = diameter *sheave* atau drum (mm)
- δ = diameter wayar (mm)
- t = jarak antara (*pitch*) mm

Umur tali sangat bergantung pada frekuensi pembengkokan dari tali tersebut, jadi jumlah pembengkokan/nomor bengkakan (*Number of Bend, NB*). Titik-titik dalam satu arah merupakan NB dari pembengkokan tunggal (*single bend*) dan dalam dua arah merupakan NB dari pembengkokan berganda (*double bend*).

Jenis tali dapat dipilih dengan pertimbangan bahwa semakin banyak kawat baja yang dipakai maka akan lebih aman dari tegangan putus, tegangan maksimum tali baja yang diizinkan dapat dicari dengan rumus :

$$S_{izin} = \frac{P_b}{K} \dots \dots \dots 2.7(\text{suriansyah})$$

Dimana,

P_b = beban patah (lampiran 6)

K = Faktor keamanan saat operasi (5,5). *Lampiran 8*

Tegangan tarik pada tali yang diizinkan dapat ditentukan dengan rumus:

$$\sigma_\epsilon = \frac{\sigma_b}{K_{izin}} \dots \dots \dots 2.8(\text{suriansyah})$$

Dimana,

σ_b = tegangan patah

K_{izin} = faktor keamanan saat operasi (5,5). *Lampiran 8*

Untuk menentukan tegangan tarik yang aktual dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_t = \frac{P}{F_{114}} \text{ kg/mm}^2$$

atau,

$$\sigma_t = \frac{S}{K} \dots \dots \dots 2.9(\text{Syamsir})$$

Dimana,

S = Tarikan maksimum yang diinginkan pada tali, dalam Kg

K = Faktor keamanan saat operasi (5,5). *Lampiran 8*

Metode perhitungan daya tahan tali kawat yang dijelaskan dari penelitian bertahun-tahun oleh Hammer dan Sickle Works, dari berbagai konstruksi mulai dari 3 mm sampai 28 mm diuji dengan 3 buah mesin khusus dan didapat rumus secara matematis yaitu:

$$A = \frac{D}{d} = m\sigma C C_1 C_2 + 8 \dots \dots \dots 2.10(\text{Rudenko})$$

dimana :

$A = \frac{D}{d}$ = Perbandingan diameter drum atau puli dengan diameter tali.

m = faktor yang tergantung pada jumlah lengkungan berulang dari tali z selama periode keausannya sampai tali rusak. (*lampiran 12*)

σ = Tegangan tarik sebenarnya pada tali.

C = Faktor yang memberi karakteristik konstruksi dan tegangan patah tali baja. (*lampiran 7*)

C_1 = Faktor yang tergantung diameter tali baja. (*lampiran 8*)

$C_2 = 0,9 / 1$ (Baja Karbon), Faktor yang menentukan produksi dan operasi tambahan.

Untuk mencari umur tali baja (N) dapat diperoleh dari rumus :

$$z_1 = a \cdot z_2 \cdot N \cdot \beta$$

atau,

$$N = \frac{z}{a \cdot z_2 \cdot \beta \cdot \phi} \dots \dots \dots 2.11 (\text{Syamsir})$$

Dimana,

z_1 = jumlah lengkungan berulang yang diizinkan

a = jumlah siklus rata-rata per bulan (lampiran 9)

z_2 = jumlah lengkungan berulang per siklus kerja (mengangkat dan menurunkan) pada tinggi pengangkatan penuh dan lengkungan satu sisi (lampiran 9)

N = umur tali

β = faktor perubahan daya tahan tali akibat mengangkut muatan lebih rendah dari tinggi total dan lebih ringan dari muatan penuh (lampiran 9)

ϕ = perbandingan jumlah lengkungan dengan jumlah putus tali = 2,5

2.7 Perencanaan Drum (Tromol)

Drum pada operasi pengangkatan dipergunakan untuk menggulung rantai atau tali. Perbedaannya adalah pada sarang rantai (*pocket chain*) untuk drum rantai (*chain drum*) dan alur tali (*groove*) untuk drum tali (*rope drum*). (Syamsir, 1990)

a. Drum Rantai (*chain drum*)

Drum rantai dipergunakan untuk keperluan operasional kran-kran putar yang digerakkan dengan tangan dengan kapasitas angkat sampai 5 ton.

b. Drum tali (*Rope Drum*)

Drum untuk tali baja dibuat dari yang licin dengan flens tinggi untuk memungkinkan menggulung tali dalam beberapa gulungan.

Diameter drum : $D > 10 d$

Drum untuk tali baja terbuat dari bahan besi tuang, jarang sekali yang dari baja tuang, dengan perhitungan gesekan bearing maka,

$$\eta = \pm 0,95$$

Kalau pergerakan dengan mesin maka drum dilengkapi dengan alur spiral (*helical groove*), maka oleh sebab itu gulungan tali akan merata dan dapat mengurangi gesekan. Drum dengan satu kali lilitan tali hanya mempunyai satu alur spiral kanan sedangkan yang ditunjukkan bagi dua bagian tali mempunyai dua jenis alur yaitu alur spiral kanan dan alur spiral kiri, kemudian dapat dihitung dengan :

$$n = \frac{h \cdot i}{\pi D} + 2 \dots \dots \dots 2.12(\text{Syamsir})$$

Dimana,

h = tinggi angkatan

i = sistem suspensi (2 pully)

D = diameter drum

Untuk menghitung waktu yang digunakan Drum untuk melakukan penggulangan, adalah sebagai berikut

$$K = 2. \pi. r \dots \dots \dots 2.13(Syamsir)$$

Dimana,

$$r = \text{jari} - \text{jari poros penggulang} (m)$$

Untuk menentukan banyaknya putaran tabung penggulangan saat mengangkat adalah :

$$n = \frac{h}{K} \dots \dots \dots 2.14(Syamsir)$$

Dimana,

$$h = \text{tinggi angkatan} (m)$$

$$K = \text{keliling drum}$$

Sedangkan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menggulang atau mengangkat adalah :

$$t = \frac{n \times 60}{N2} \dots \dots \dots 2.15(Syamsir)$$

Dimana,

$$N2 = \text{kecepatan putar motor (Amps). Lampiran 1}$$

2.8 Perencanaan Motor DC

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.

Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Untuk membedakan sebagai generator atau motor dari mesin difungsikan sebagai apa. 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.

a. Prinsip Kerja Motor DC

Motor DC memiliki prinsip kerja yang berbeda dengan Motor AC. Pada motor DC jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.

b. Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum

- 1) Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
- 2) Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran atau *loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- 3) Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar atau *torque* untuk memutar kumparan

4) Motor memiliki beberapa *loop* pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan *Elektromagnetik* yang disebut kumparan medan.

2.9 Perhitungan pada Motor DC

Untuk menentukan daya mekanis yang diperlukan untuk mengangkat dan menurunkan beban garpu secara vertikal, dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$P_m = \frac{W_v \times 100}{102 \cdot n} \dots\dots\dots 2.16(Eswar)$$

dengan :

P_m = daya mekanis

W = berat beban (load) yang diangkat, kg

v = kecepatan, m/s

n = efesiensi mekanis, tidak termaksud efesiensi motor dalam %

Penentuan putaran motor

Daya atau dalam bahasa inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah *sirkuit* atau rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah *sirkuit* atau rangkaian listrik. Kita mengambil contoh

lampu pijar dan *heater* (pemanas), lampu pijar menyerap daya listrik dan mengubahnya menjadi cahaya sedangkan *heater* mengubah serapan daya listrik tersebut menjadi panas. Semakin tinggi nilai watt maka semakin tinggi pula daya listrik yang dikonsumsi. Rumus umum yang digunakan untuk menghitung daya listrik dalam sebuah rangkaian listrik adalah sebagai berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots 2.17 \text{ (Suriansya)}$$

Dimana :

P : Daya listrik (Watt)

V : Tegangan Listrik (Volt)

I : Arus yang Mengalir (Ampere)

2.10 Perencanaan Katrol

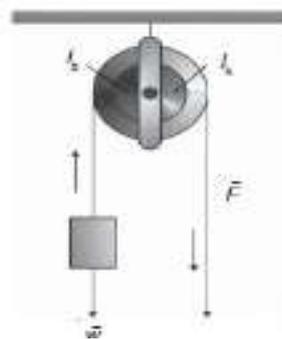
Katrol adalah roda beralur dengan sebuah tali atau rantai yang lewat pada alur itu. Katrol berfungsi untuk memudahkan kita dalam melakukan kerja. Jika kamu menimba air di sumur tanpa bantuan katrol maka kamu akan mengalami kesulitan saat melakukannya. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan katrol, katrol yang dipasang pada tali untuk menimba akan mengubah gaya tarik ke bawah menjadi gaya angkat ke atas sehingga air dapat ditimba dengan lebih mudah. Seperti halnya tuas, katrol juga memiliki kuasa, beban, dan titik tumpu. (Suriansya, 2017)

- Jenis – Jenis Katrol

Jenis katrol dapat dibedakan menjadi katrol tetap, katrol bergerak, dan katrol ganda. Berikut jenis-jenis katrol diantaranya :

1) Katrol Tetap

Katrol tetap adalah katrol yang jika digunakan untuk melakukan usaha, tidak berpindah tempat melainkan hanya berputar pada porosnya. Katrol yang digunakan untuk menimba air di sumur merupakan contoh katrol tetap dalam kehidupan sehari-hari. Contoh gambar katrol tetap dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Katrol Tetap (pelajaran ipa online, 2016)

Keuntungan mekanis katrol tetap dapat dicari dengan membandingkan antara beban yang diangkat dengan kuasa. Jika gesekan antara tali dan katrol diabaikan maka keuntungan mekanis katrol tetap dapat dituliskan sebagai berikut.

$$w \times lb = F \times lk \dots\dots\dots 2.18(suriansyah)$$

Karena $lb = lk$ (jari-jari katrol) maka $w = F$. Dengan demikian, keuntungan mekanis katrol tetap adalah 1 (satu). Artinya

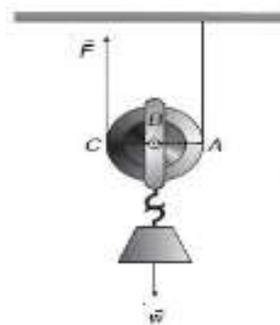
gaya yang dikerjakan untuk mengangkat benda sama dengan berat benda yang diangkat. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$KM = \frac{W}{F} = 1 \dots \dots \dots 2.19(Suriansya)$$

Keuntungan menggunakan katrol tetap, yaitu arah kuasa searah dengan gaya berat.

2) Katrol Bergerak

Katrol bergerak adalah katrol yang dapat bergerak bebas apabila digunakan untuk mengangkat benda. Pada katrol bergerak, gaya yang dikerjakan sama dengan setengah berat benda. Hal ini disebabkan pada katrol bergerak, benda yang akan diangkat diikatkan pada poros katrol. Contoh gambar katrol bergerak dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Katrol bergerak (pelajaran ipa online, 2016)

Salah satu ujung katrol bergerak diikatkan pada suatu tempat tetap, sedangkan ujung yang lainnya digunakan sebagai kuasa. Keuntungan mekanis pada katrol bergerak adalah sebagai berikut.

$$W \times lb = f \times lk$$

$$W \times AB = f \times CA$$

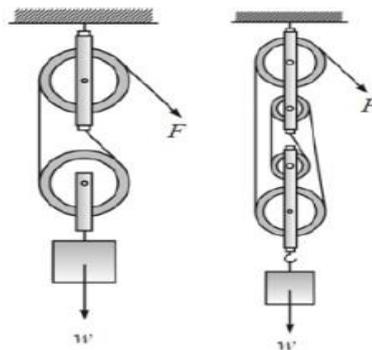
$$W \times AB = f \times 2AB$$

$$\frac{W}{F} = 2 \dots \dots \dots 2.20(Suriansyah)$$

Dengan demikian, keuntungan mekanis katrol bergerak adalah 2.

3) Katrol Ganda

Katrol ganda merupakan gabungan antara katrol tetap dan katrol bergerak yang digunakan bersama-sama. Katrol ganda pada gambar di bawah ini terdiri atas 2 katrol tetap dan 2 katrol bergerak. Contoh gambar katrol ganda dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Katrol ganda (pelajaran ipa online, 2016)

Dengan menggunakan katrol ganda keuntungan mekanisnya akan lebih besar. Keuntungan mekanis katrol dapat ditentukan dengan menghitung jumlah tali yang menghubungkan katrol bergerak atau menghitung banyaknya gaya yang bekerja melawan

beban. Pada gambar tersebut di atas jumlah tali yang menghubungkan katrol bergerak ada 4. Dengan demikian, keuntungan mekanis katrol tersebut adalah 4.

Keuntungan mekanis dari katrol berganda dirumuskan:

$$K_m = x \text{ atau } K_m = 2n \dots \dots \dots 2.21(\text{Syamsir})$$

Keterangan:

x : banyak tali

n : banyak katrol bergerak

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat merancang alat di *Workshop CNC/Desain*, Pembuatan alat dilakukan di *Workshop* Proses Produksi Politeknik ATI Makassar bertempat di jl. Sunu No. 220 Makassar. Bulan Juli sampai dengan Agustus 2018.

Tabel Perencanaan Kerja

NO	KEGIATAN	JULI	AGUSTUS
1	Pembuatan Proposal		
2	Ujian Proposal		
3	Pembuatan Alat		
4	Pengujian Alat		
5	Pembuatan Laporan		
6	Seminar Hasil		
7	Ujian Tutup		

3.2 Alat dan Bahan

a. Alat

Adapun alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :

- 1) Mesin las AC/DC.
- 2) Bor Duduk dan Bor Tangan.
- 3) Gurinda Duduk dan Gurinda Tangan.
- 4) Penitik dan Penggores.
- 5) Mistar Baja.
- 6) Penyiku.
- 7) Palu.
- 8) Alat Pendukung Lainnya.

b. Bahan

Ada 10 macam bahan yang digunakan dalam pembuatan alat *hand forklift*, antara lain:

- 1) Besi kanal U baja UNP.
- 2) Elektroda.
- 3) Baja siku.
- 4) Drum penggulung tali baja.
- 5) Tali baja.
- 6) Puli.
- 7) Roda

- 8) Baut.
- 9) Pelat baja.
- 10) Mesin *elektrik* DC.

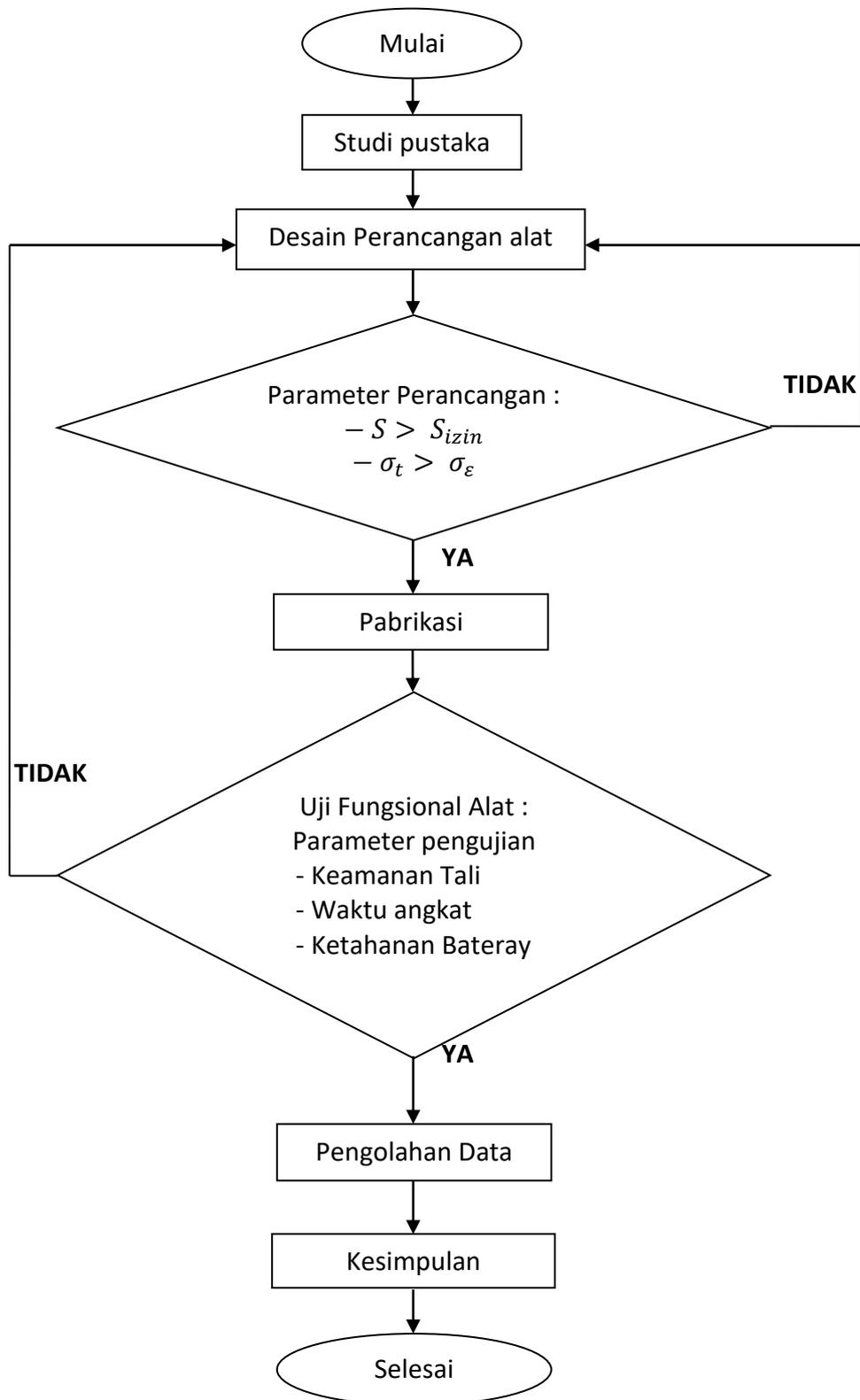
3.3 Parameter Penelitian

Adapun parameter penelitian yang digunakan adalah parameter ketahanan tegangan tali baja, ketahanan bateray dan waktu yang digunakan untuk mengangkat beban. Uji fungsi parameter yang digunakan adalah melakukan uji coba pengangkatan dengan mengangkat beban yang beratnya bervariasi dan pengujian alat angkat dengan beban merata.

3.4 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian secara eksperimen yaitu membuat alat dan melakukan pengujian langsung pada alat untuk mengetahui spesifikasi dari alat.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

3.6 Metode Rancang Bangun

Berdasarkan rancangan yang diperoleh, maka pembahasan rancang bangun tugas akhir ini dapat dilakukan dengan langkah–langkah sebagai berikut :

a. Studi pustaka

Bertujuan untuk mencari dan mengumpulkan referensi serta dasar teori yang diambil dari berbagai buku penunjang untuk pembuatan *hand forklift*. Metode ini dimaksudkan untuk memperoleh suatu rancangan alat yang baik dari segi ekonomi maupun kualitas.

b. Desain perancangan alat

Melakukan perancangan adalah penggambaran, perencanaan, perhitungan serta pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam suatu kesatuan yang utuh.

c. Parameter perencanaan tali baja

Melakukan pemilihan serta rekayasa perhitungan kekuatan daya tarik tali baja terhadap beban angkat garpu *hand forklift*. Apabila tidak maka akan kembali ke desain perancangan alat.

d. Pabrikasi

Melakukan perakitan serta penyatuan beberapa komponen perencanaan alat sesuai parameter perencannan tali baja dan pemilihan mesin terhadap beban angkat garpu *hand forklift*.

e. Pengujian alat

Pengujian alat berfungsi untuk mengetahui apakah alat yang sudah di buat dapat dioperasikan dengan baik dan aman, jika tidak maka alat tersebut akan di lakukan pembongkaran serta kembali ke desain perancangan alat.

f. Pengolahan Data

Digunakan sebagai metode untuk mengumpulkan data hasil uji kelayakan penggunaan alat

g. Kesimpulan

Setelah alat diuji dan layak untuk digunakan maka dilanjutkan membuat kesimpulan yang berisi tentang data-data dari uji coba alat.

h. Selesai

Pembuatan alat dikatakan selesai ketika tahap-pahap perancangan di atas telah dilewati dan alat dapat beroperasi dengan maksimal.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menghitung Total Beban Angkat

a. Menghitung Berat Besi Garpu

Diketahui, panjang total garpu 950 mm

profil UNP 65x42 mempunyai massa jenis 7,09 Kg/m³ atau 0,00709 Kg/mm³. (lampiran 13)

$$\begin{aligned} \text{maka, berat besi garpu} &= 950 \text{ mm} \times 0,00709 \text{ Kg/mm}^3 \\ &= 6,7355 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

b. Menghitung Berat Stand Gantungan Garpu

Rumus yang digunakan adalah $\text{Berat besi} = Vb \times Bjb = \dots \text{Kg}$

Dimana, $Vb = \text{Volume Besi (m}^3\text{)}$

$Bjb = \text{Berat Jenis Besi (7850 Kg/m}^3\text{)}$

1) Untuk poros ϕ 1 inch atau 25,4 mm

Diketahui, ϕ besi poros = 1 inch, Panjang besi poros = 117cm,

maka :

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang } \phi 25,4 \text{ mm} &= \frac{1}{4}(\pi)d^2 \\ &= \frac{1}{4}(3,14)(0,0254)^2 \\ &= 0,0005064506 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Volume Besi } \phi 25,4 \text{ mm} &= \text{Luas Penampang} \times \text{Panjang Batang} \\
&= 0,0005064506 \text{ m}^2 \times 1,17 \text{ m} \\
&= 0,0005925472 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Berat Besi } \phi 25,4 \text{ mm} &= \text{Volume Besi} \times \text{Berat Jenis Besi} \\
&= 0,0005925472 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ Kg/m}^3 \\
&= 4,65 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

2) Untuk poros ϕ 16 mm dengan panjang 750 mm

Diketahui, ϕ besi poros = 16 mm, panjang besi poros = 75 cm,

maka :

$$\begin{aligned}
\text{Luas Penampang } \phi 16 \text{ mm} &= \frac{1}{4}(\pi)d^2 \\
&= \frac{1}{4}(3,14)(0,016)^2 \\
&= 0,00020096 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Volume Besi } \phi 16 \text{ mm} &= \text{Luas Penampang} \times \text{Panjang Batang} \\
&= 0,00020096 \text{ m}^2 \times 0,75 \text{ m} \\
&= 0,00015072 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Berat Besi } \phi 16 \text{ mm} &= \text{Volume Besi} \times \text{Berat Jenis Besi} \\
&= 0,00015072 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ Kg/m}^3 \\
&= 1,18 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

Jadi berat stand gantungan garpu adalah,

$$\begin{aligned}
\text{Berat besi poros } \phi 25,4 \text{ mm} + \text{Berat besi poros } \phi 16 \text{ mm} \\
&= 4,65 \text{ Kg} + 1,18 \text{ Kg} \\
&= 5,83 \text{ Kg}.
\end{aligned}$$

3) Menghitung berat tali baja tipe 6 x 19 = 114 Ulir.

Dapat ditentukan dengan rumus, $Berat\ Tali\ Baja = G \times p_{tali}$

Dimana, $G = 0,18$, bobot tiap (m) dalam Kg (mendekati) Lampiran 4

$p_{tali} = Panjang\ Tali\ Baja$

Maka, Berat Tali Baja = $G \times p_{tali}$

$$= 0.18\ Kg \times 5\ m$$

$$= 0.9\ Kg$$

Perencanaan Alat Bantu Angkat Garpu Forklift

Data primer diketahui adalah

- a) Tipe Sling = (6 x 19 = 114 ulir)
- b) Berat Sling = 0,9 kg
- c) Berat garpu = 6,7355 kg
- d) Berat gantungan garpu = 5,834 Kg
- e) Kecepatan motor = 4,2 m/min
- f) Spesifikasi baterai = DC 12 V 45 Ah
- g) Beban angkat = 200 kg

Dalam perencanaan ini kapasitas maksimum berat muatan yang diangkat adalah 200 kg. karena pada pengangkatan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti *overload*, keadaan dinamis dalam operasi dan perubahan udara yang tidak terduga, maka diperkirakan penambahan beban (10 %) dari beban semula sehingga berat muatan yang diangkat menjadi :

$$Q_0 = 200 + (10\% \times 200) = 220 \text{ Kg}$$

$$q = 12,5695 \text{ kg}$$

Kapasitas total beban angkat adalah :

$$Q = Q_0 + q$$

$$Q = 220 + 12,5695$$

$$Q = 232,5695 \text{ kg}$$

4.2 Perhitungan Tali Baja

Tegangan tarik maksimum (S) pada tali dari sistem pulli beban dihitung dengan rumus (2.5 hal.20-21) :

$$S = \frac{Q}{n \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

$$S = \frac{232,5695}{2 \times 0,951 \times 0,98}$$

$$S = \frac{232,5695}{1,86}$$

$$S = 125,037 \text{ Kg.}$$

Kekuatan putus tali yang sebenarnya (P) dapat ditentukan dengan rumus (2.6 Hal.21), $S = \frac{P}{K}$ atau $P = S \cdot K$

dimana : K = Faktor keamanan dengan jenis mekanisme dan kondisi

$$\text{operasinya} = 5,5 \text{ (lampiran 10)}$$

$$P = 125,037 \times 5,5$$

$$= 687,703 \text{ Kg.}$$

Dari hasil kekuatan putus tali (P), maka pada perencanaan ini dipilih tipe tali baja menurut *United Rope Works Standard*, Rotterdam Holland yaitu $6 \times 19 + 1$ fibre core (dapat dilihat pada lampiran 5 dan 6) dengan :

$$\text{Diameter tali } (d) = 6 \text{ mm}$$

$$\text{Beban patah } (P_b) = 3200 \text{ kg}$$

$$\text{Tegangan patah } (\sigma_b) = 130-140 \text{ kg/mm}^2$$

Jenis tali ini dipilih dengan pertimbangan bahwa semakin banyak kawat baja yang digunakan konstruksi tali maka akan lebih aman dari tegangan putus tali dan dapat menahan beban putus tali.

Tegangan maksimum tali baja yang diizinkan adalah :

$$S_{izin} = \frac{P_b}{K} \text{ (rumus 2.7 Hal.22)}$$

$$S_{izin} = \frac{3200}{5,5}$$

$$= 581,82 \text{ Kg/mm}^2$$

Tegangan tarik yang diizinkan, (rumus 2.8 Hal.22) adalah :

$$\sigma_\varepsilon = \frac{\sigma_b}{K_{izin}} = \frac{P_b}{K}$$

$$\sigma_\varepsilon = \frac{140}{5,5}$$

$$\sigma_\varepsilon = 25,45 \text{ Kg/mm}^2$$

Luas penampang tali baja dapat dihitung dengan rumus (2.4a Hal.19) :

$$\begin{aligned}F_{114} &= \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}} (50.000)} \\&= \frac{125,037}{\frac{14000}{5,5} - \frac{1}{28} (50.000)} \\&= \frac{125,037}{2545,45 - 1785,7} \\&= \frac{125,037}{759,75} \\&= 0,164 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Tegangan tarik yang terjadi pada tali baja adalah (rumus 2.9 Hal.23) :

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{S}{K} \\&= \frac{125,037}{5,5} \\&= 22,734 \text{ Kg/mm}^2\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa perencanaan tali baja aman untuk digunakan karena tegangan maksimum tali (S) yang direncanakan lebih kecil dari tegangan maksimum izin (S_{izin}) yaitu : $125,037 \text{ kg} < 581,82 \text{ kg}$. Dan tegangan tarik (σ_t) yang direncanakan lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan (σ_e) yaitu : $22,734 \text{ Kg/mm}^2 < 25,45 \text{ Kg/mm}^2$.

Kerusakan tali baja disebabkan oleh kelelahan bahan dan mengalami jumlah lengkungan tertentu. Umur pakai tali tergantung pada ukuran puli

atau drum, beban, konstruksi tali dan kondisi operasi. Ketahanan (batas kelelahan) tali baja ditentukan berdasarkan umur operasi tali baja tersebut.

Faktor yang bergantung pada jumlah lengkungan berulang selama periode keausannya sampai tali tersebut rusak (m) yang ditentukan dengan persamaan (rumus 2.10 Hal.23-24) :

$$A = \frac{D}{d} = m \cdot \sigma \cdot C \cdot C_1 \cdot C_2 + 8$$

dimana :

A = Perbandingan diameter drum atau puli dengan diameter tali, $A = 27$

σ = Tegangan tarik sebenarnya pada tali, $\sigma = 22,88 \text{ Kg/mm}^2$

C = Faktor yang memberi karakteristik konstruksi dan tegangan patah tali baja, $C = 0,61$ (lihat lampiran 7)

C_1 = Faktor yang tergantung diameter tali baja, $C_1 = 0,85$ (lampiran 8)

C_2 = Faktor yang menentukan produksi dan operasi tambahan, $C_2 = 1$

$$A = \frac{D}{d} = m \cdot \sigma \cdot C \cdot C_1 \cdot C_2 + 8$$

$$\begin{aligned} \text{maka, } m &= \frac{A - 8}{\sigma \cdot C \cdot C_1 \cdot C_2} \\ &= \frac{27 - 8}{22,734 \times 0,61 \times 0,85 \times 1} \\ &= \frac{19}{11,787} \\ &= 1,61 \end{aligned}$$

Untuk $m = 1,61$ (lihat lampiran 12). Karena pada tabel harga faktor (m) tidak di temukan 1,61, maka kita dapat menggunakan rumus Interpolasi untuk mendapatkan harga faktor (m) dengan persamaan :

Diketahui, $230 = 1,50$ dan $255 = 1,62$.

$$m = 1,61$$

Ditanyakan, $z = X = \dots ?$

$$\text{Jadi, } \frac{255 - 230}{1,62 - 1,50} = \frac{X - 230}{1,61 - 1,50}$$

$$\frac{25}{0,12} = \frac{X - 230}{0,11}$$

$$X - 230 = \frac{2,75}{0,12}$$

$$X - 230 = 22,91$$

$$X = 22,91 + 230$$

$$X = 252,91$$

Maka z diambil dari faktor (m) yang tergantung pada jumlah pembengkokan tali selama periode pemakaian, jadi nilai $z = 252.910$ umur tali ditentukan sebagai berikut (rumus 2.11 Hal.24):

$$\begin{aligned} N &= \frac{z}{a \cdot z_2 \cdot \beta \cdot \phi} \\ &= \frac{252.910}{1.000 \times 4 \times 0,5 \times 2,5} \\ &= \frac{252.910}{5.000} \\ &= 50,58 \text{ bulan} \end{aligned}$$

4.3 Perencanaan Drum Penggulung Tali Baja

Menghitung waktu yang digunakan untuk melakukan penggulungan

Diketahui :

Diameter tabung penggulung = $8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$

Jarak gulungan sling saat pengangkatan (tinggi unit) = $150 \text{ cm} = 1,5 \text{ m}$

Keliling drum, yaitu

$$K = 2 \cdot \pi \cdot r \text{ (rumus 2.13 Hal. 26)}$$

$$K = 2 \cdot \pi \cdot r$$

$$= 2 \times 3,14 \times 0,04$$

$$K = 0,2512 \text{ m.}$$

Banyaknya putaran tabung penggulung untuk mengangkat. Kalau pergerakan dengan mesin maka drum dilengkapi dengan alur spiral (*helical groove*), maka oleh sebab itu gulungan tali akan merata dan dapat mengurangi gesekan (rumus 2.12 Hal 25)

$$n = \frac{h \cdot i}{\pi \cdot D}$$

$$= \frac{1,5 \times 2}{3,14 \times 0,08}$$

$$n = 11,94 \text{ Putaran}$$

Waktu yang diperlukan untuk menggulung atau mengangkat (rumus 2.15 Hal.26)

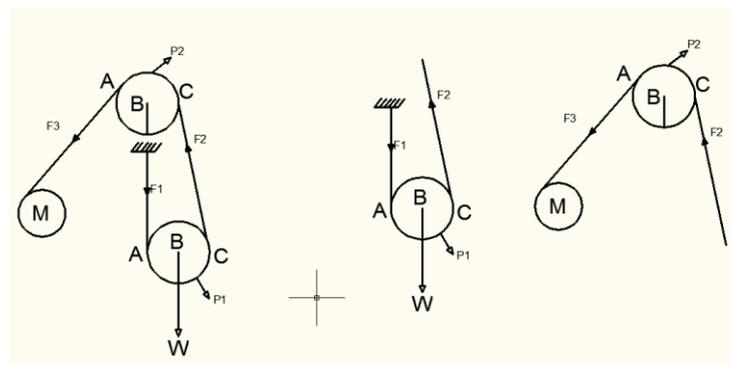
$$t = \frac{n \times 60}{N2}$$

$$t = \frac{11,94 \times 60}{20}$$

$$t = \frac{716,4}{20} = 35,82 \text{ detik}$$

Jadi, waktu yang diperlukan untuk menggulung atau mengangkat beban keatas adalah 35,82 detik.

4.4 Perhitungan Keuntungan Mekanis Katrol



Gambar 4.1 Metode Pengangkatan

Pada gambar di atas menggunakan sistem pengangkatan tipe katrol gabungan antara katrol bergerak dengan katrol tetap dimana,

M = motor listrik

F_{123} = gaya yang dibutuhkan untuk mengangkat beban

Km = keuntungan mekanis pada katrol

w = beban yang diangkat

g = gaya grafitasi yang diasumsikan (10 m/s)

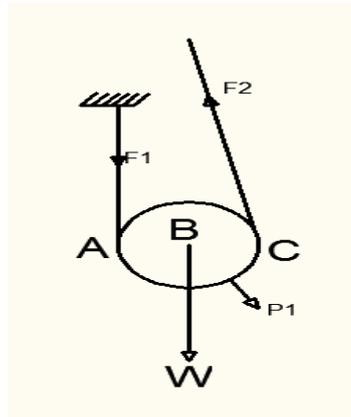
Maka, $w = m \cdot g$

$$w = 232,5695 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}$$

$$w = 2325,695 \text{ N}$$

Jadi, beban yang diangkat adalah 2325,695 N

- a. Untuk katrol bergerak, gaya yang diperlukan sama dengan setengah berat benda, (rumus 2.20 Hal.32)



Gambar 4.2 Tipe Katrol Bergerak

Dari gambar 4.2 dapat ditentukan persamaan untuk menghasilkan keuntungan mekanis katrol sebagai berikut :

$$W \times AB = F_2 \times CA$$

$$W \times AB = F_2 \times AB$$

$$\frac{W}{F_2} = 2$$

Maka,

$$2F_2 = w$$

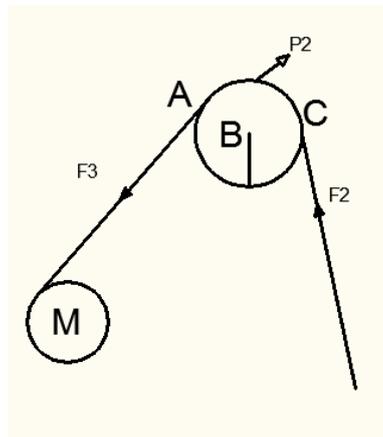
$$2F_2 = 2325,695 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{2325,695 \text{ N}}{2}$$

$$F_2 = 1162,84 \text{ N}$$

Jadi gaya yang diperlukan untuk mengangkat benda tersebut dengan katrol bergerak adalah 1162,84 N

- b. Untuk katrol tetap (tidak bergerak), gaya yang diperlukan sama dengan berat beban :



Gambar 4.3 Tipe Katrol Tetap

Dari gambar 4.3 dapat ditentukan persamaan untuk menghasilkan keuntungan mekanis katrol sebagai berikut, (rumus 2.19 Hal. 30):

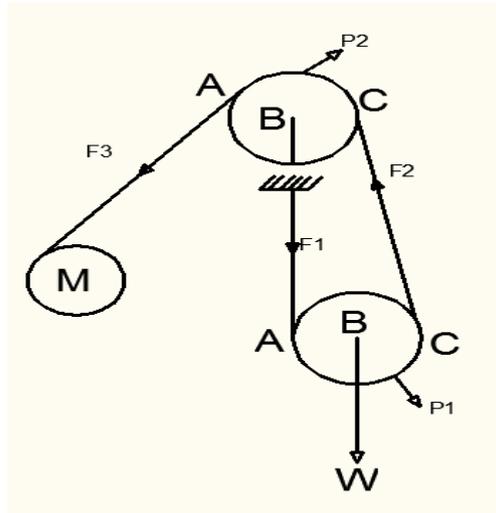
$$F3 \times BC = F2 \times AB$$

$$F3 = F2, \text{ maka}$$

$$F3 = 1162,84 \text{ N}$$

Jadi untuk katrol tetap, gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban adalah 1162,84 N.

- c. untuk sistem katrol ganda yang terdiri dari dua buah katrol (satu tetap dan satu bergerak), $n = 1$,



Gambar 4.4 Tipe Katrol Gabungan

Dari gambar 4.4 dapat ditentukan persamaan untuk menghasilkan keuntungan mekanis katrol sebagai berikut, (rumus 2.21 Hal. 33):

Dimana $n = 1$, karena keuntungan mekanis yang terjadi pada gambar 4.4 hanya terjadi pada katrol bergerak.

$$w = 2nF$$

$$F = \frac{w}{2n}$$

$$F = \frac{2325,695 \text{ N}}{2 \times 1}$$

$$F = \frac{2325,695 \text{ N}}{2}$$

$$F = 1162,84 \text{ N}$$

Jadi gaya yang diperlukan untuk mengangkat benda tersebut dengan sistem takal yang terdiri dari dua buah katrol adalah 1162,84 N

4.5 Perhitungan Daya Motor DC

a. Momen torsi

Diketahui :

$$F1 = 1162,84 \text{ N}$$

r = jari-jari dari tabung penggulung sling adalah $0,04 \text{ m}$

maka momen torsi pada tabung penggulung yaitu,

$$\begin{aligned} T1 &= F1 \times r \\ &= 1162,84 \text{ N} \times 0,04 \text{ m} \\ &= 46,51 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Momen torsi pada gear poros motor ($T3 = T4$)

r adalah jari-jari gear yang melekat pada shaft tabung = $0,1 \text{ m}$

$$T1 = F2 \times r$$

$$F2 = \frac{T1}{r}$$

$$F2 = \frac{46,51 \text{ Nm}}{0,1 \text{ m}}$$

$$F2 = 465,13 \text{ N}$$

Maka dapat dihitung daya motor dari persamaan :

$$Wt = \frac{60 (10)^3 H}{\pi d n}$$

$$465,13 = \frac{60 (10)^3 H}{3,14 \times 80 \times 11,94}$$

$$465,13 = \frac{60.000 H}{2999,328}$$

$$465,13 = 20,004 \times H$$

$$H = \frac{465,13}{20,004}$$

$$H = 23,25 \text{ watt}$$

Dari hasil diatas maka dapat ditentukan umur baterai dari persamaan (rumus 2.17 Hal.29).

$$Wt = V \times I$$

$$23,25 \text{ watt} = 12 \text{ volt} \times I$$

$$I = \frac{23,25 \text{ watt}}{12 \text{ volt}}$$

$$I = 1,93 \text{ A}$$

Dengan asumsi jumlah pemakaian t_{pakai}

$$t_{pakai} = \frac{45Ah}{1,93 \text{ A}}$$

$$t_{pakai} = 23,31 \text{ Jam}$$

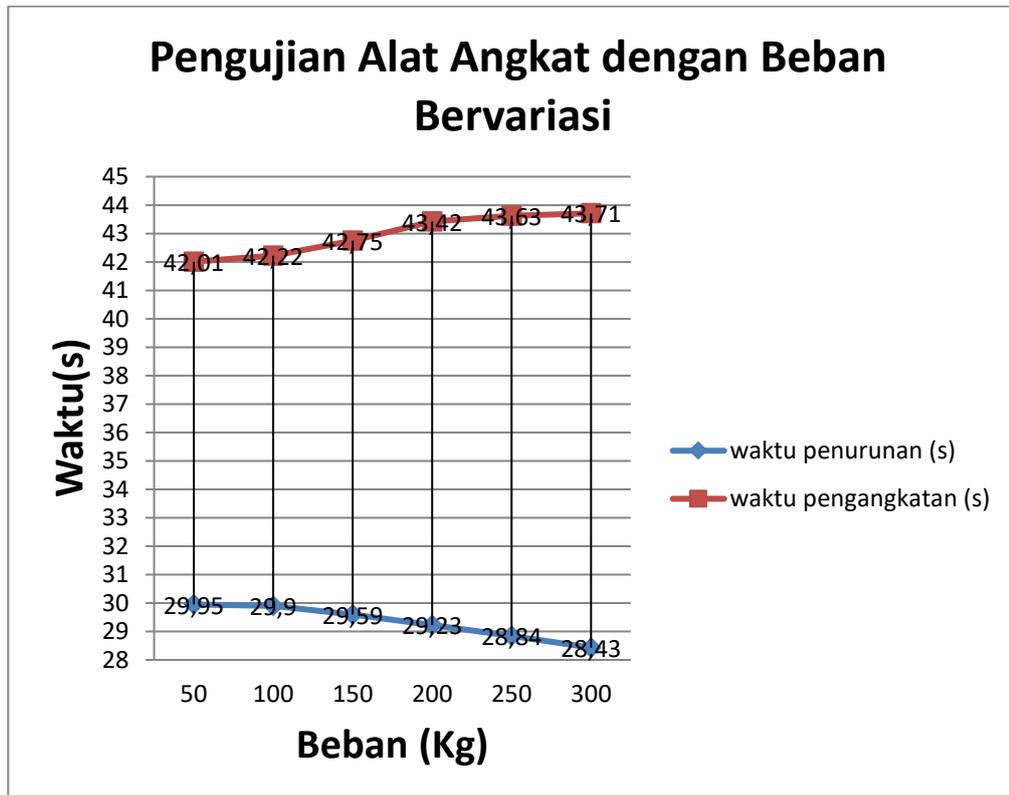
Jadi, dapat ditentukan bahwa lama waktu pemakaian baterai/accu dengan spesifikasi $DC 12 V 45 Ah$ adalah $23,31 \text{ jam}$.

4.6 Paramater Pengujian Alat

Tabel 4.1 Pengujian Alat Angkat dengan Beban Bervariasi

No	Beban (Kg)	$t_{pengangkatan}$	$t_{penurunan}$	V_{DC}
1	50	42,01 detik	29,95 detik	12,68 V
2	100	42,22 detik	29,90 detik	12,66 V
3	150	42,75 detik	29,59 detik	12,65 V
4	200	43,42 detik	29,23 detik	12,65 V

5	250	43,63 detik	28,84 detik	12,63 V
6	300	43,71 detik	28,43 detik	12,62 V

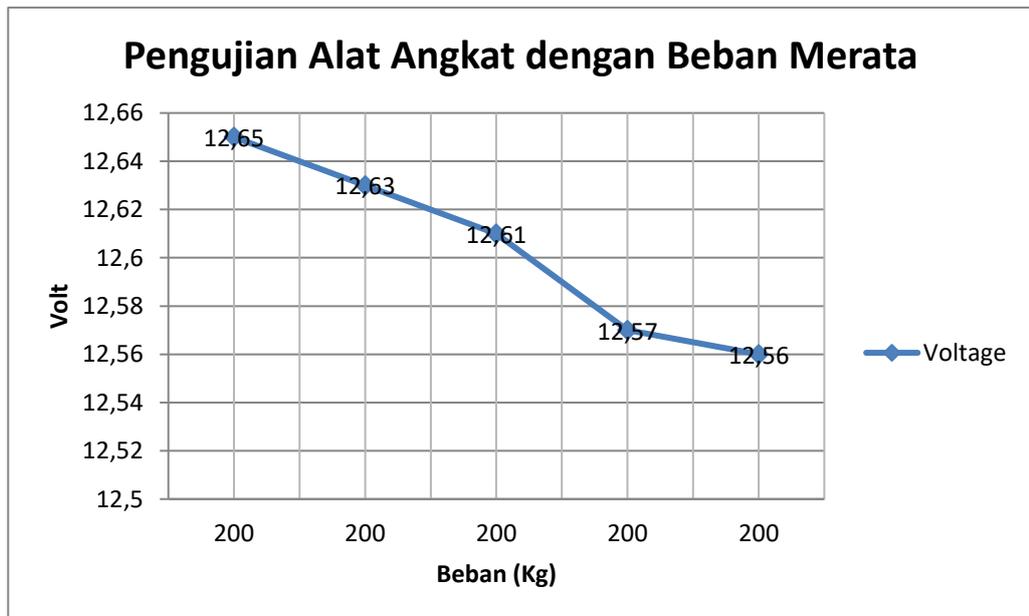


Gambar 4.5 Diagram Pengujian Dengan Beban Bervariasi

Pengujian seperti pada tabel di atas menggunakan metode pengukuran beban angkat dengan berat yang bervariasi. Dari hasil pengujian didapat sebuah hasil bahwa, semakin besar beban yang diberikan maka waktu pengangkatan semakin lambat dan jumlah tegangan baterai/aki berkurang signifikan. Perubahan tidak normal yang terjadi pada tabel hasil nomor 3 ke nomor 4 akibat dari permulaan angkatan garpu yang sedikit dinaikkan karena adanya penambahan alas untuk beban angkat.

Tabel 4.2 Pengujian Alat Angkat dengan Beban Merata

No	Beban (Kg)	$t_{pengangkatan}$	$t_{penurunan}$	V_{DC}
1	220	43,81 detik	29,43 detik	12,65 V
2	220	43,20 detik	29,60 detik	12,63 V
3	220	42,75 detik	29,59 detik	12,61 V
4	220	42,82 detik	29,62 detik	12,57 V
5	220	43,68 detik	29,38 detik	12,56 V



Gambar 4.6 Diagram Pengujian Dengan Beban Merata

Pada pengujian diatas didapat bahwa pengangkatan dan penurunan beban yang sama mendapatkan hasil waktu yang stabil dimana hasil pada pada saat pengangkatan konsisten pada rata-rata waktu 43 detik dan pada saat penurunan beban konsisten pada waktu 29 detik. Namun pada keluaran tegangan bateray/aki mengalami penurunan atau perubahan yang cukup besar dengan rataan pengurangan 0,016 Voltage.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

- a. Dari analisis data dalam merancang bangun *hand forklift* tipe katrol adalah untuk perhitungan tegangan maksimum tali baja sebesar $125,037 \text{ kg/mm}^2$ dan tegangan tarik tali baja sebesar $22,734 \text{ kg/mm}^2$. Sedangkan tali baja dapat dipakai selama 50,58 bulan. Waktu yang diperlukan drum untuk menggulung atau mengangkat beban keatas adalah $35,82 \text{ detik}$. Untuk katrol sistem katrol ganda (gabungan antara katrol tetap dan katrol bergerak) gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban adalah $1162,84 \text{ N}$.
- b. Dari analisa data perhitungan kapasitas dan umur batteray yaitu untuk perhitungan daya motor mendapat hasil $23,25 \text{ watt}$. Sedangkan umur dari batteray adalah $23,31 \text{ Jam}$. Untuk waktu pengangkatan dan penurunan beban yang bervariasi dan beban merata mendapat hasil yang stabil, namun pada keluaran tegangan bateray/aki mengalami penurunan atau perubahan yang cukup besar.

5.2. Saran

Peneliti selanjutnya diharapkan dapat membuat alat angkat *hand forklift* dengan kapasitas yang lebih besar lagi.