



PERANCANGAN KATROL PADA CRANE PORTABLE KAPASITAS 300 KG GUNA ALAT BANTU DI BENGKEL PERALATAN AKADEMI MILITER

Satriyo¹, Sukahar², Suparyana³
Teknik Mesin Pertahanan Akademi Militer Magelang^{1,2,3}
juniartosatriyo@mesinhan.akmil.ac.id¹
sukahar@mesinhan.akmil.ac.id²
suparyana@mesinhan.akmil.ac.id³

Abstract

Military Academy equipment workshop one of the main tasks is to carry out the supply and maintenance of weapons, munitions and vehicle commodities to support the smooth running of education in the Military Academy environment. In the maintenance of vehicles often found a damaged vehicle engine so it needs to be repaired by lowering the vehicle engine. One of the tools needed is a crane. Crane is needed to move an item from one place to another. In the design of making this portable crane using steel rope type calculation according to United Rope Works Standard, Rotterdam Holland. Where the weight of the cargo lifted on this plan is 300 kg. Because the lifting is influenced by several factors, such as overload, dynamic conditions in operation and unexpected air changes, it is estimated that the additional load of 10% of the original load so that the weight of the cargo lifted to 330 kg. The maximum allowable stress value of steel rope is 362.946 kg, the permissible tensile stress is 59 kg/mm², the cross-sectional area of steel rope is 0.088 cm², the tensile stress that occurs on the rope is 41.24 kg / cm². The calculation results are based on the selected type of steel rope according to United Rope Works Standard, Rotterdam Holland, which is 6 x 37 +1 fiber core. it is expected that planning steel rope is safe to use because the planned maximum tension (S) is smaller than the permit maximum tension (S) i.e. : 362.946 kg < 433.33 kg. And the planned tensile stress is smaller than the allowable tensile stress is : 41.24 kg/mm² < 59 kg/mm².

Keywords: Crane, pulley, sling, spreader.

Abstrak

Bengkel Peralatan Akademi Militer salah satu tugas pokoknya adalah melaksanakan pembekalan dan pemeliharaan komoditi senjata, munisi dan kendaraan guna mendukung kelancaran jalannya pendidikan di lingkungan Akademi Militer. Didalam pemeliharaan kendaraan sering dijumpai mesin kendaraan yang rusak sehingga perlu diadakan perbaikan dengan menurunkan mesin kendaraan tersebut. Sehingga dibutuhkan alat bantu salah satunya crane. Crane sangat dibutuhkan untuk memindahkan suatu barang dari suatu tempat ketempat lainnya. Dalam perancangan pembuatan crane portable ini menggunakan perhitungan tipe tali baja menurut United Rope Works Standard, Rotterdam Holland. Dimana berat muatan yang diangkat pada perencanaan ini yaitu 300 kg. Karena pada pengangkat 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 330 kg. Nilai tegangan maksimum tali baja yang diizinkan yaitu 362.946 kg, tegangan tarik yang diizinkan yaitu 59 kg/mm², luas penampang tali baja yaitu 0,088 cm², tegangan tarik yang terjadi pada tali yaitu 41,24 kg/cm². Hasil perhitungan tersebut berdasarkan dipilih tipe tali baja menurut United Rope Works Standard, Rotterdam Holland yaitu 6 x 37 +1 fibre core. diharapkan perencanaan tali baja aman untuk digunakan karena tegangan maksimum (S) yang direncanakan lebih kecil dari tegangan maksimum izin (S izin) yaitu : 362,946 kg < 433,33 kg. Dan tegangan tarik (σ_t) yang direncanakan lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan (σ_s) yaitu : 41,24 kg/mm² < 59 kg/mm².

Kata kunci : Crane, katrol, sling, spreader.



PENDAHULUAN

Akademi Militer mendidik dan melatih pemuda-pemuda pilihan merupakan salah satu lembaga pendidikan di Angkatan Darat untuk menjadi perwira di jajaran Angkatan Darat yang mempunyai kompetensi tinggi yang dapat memimpin dan melatih anggotanya di satuan nantinya setelah di luluskan dari lembaga pendidikan ini. Taruna sebagai seorang calon perwira diwajibkan memiliki tiga aspek utama yaitu akademik, fisik, dan kepribadian.

Tidak hanya itu mereka dituntut oleh Bangsa dan Negara sebagai seorang pasukan yang tidak hanya mahir di bidang militer namun menguasai teknologi baik informatika maupun otomotif yang nantinya setelah lulus akan berhubungan dengan berbagai alutsista modern yang dimiliki Angkatan Darat. Dan alutsista tersebut banyak berhubungan dengan teknologi di bidang kendaraan.

Agar meningkatkan kemampuan serta pengetahuan para Taruna yang berhubungan dengan kendaraan maka para Taruna prodi teknik mesin banyak mendapatkan pelajaran yang berhubungan dengan kendaraan, terutama mesin yang banyak di gunakan pada alutsista TNI, baik yang berhubungan dengan produksi, perawatan dan modifikasi pada mesin alutsista tersebut.

Bengkel Peralatan Akademi Militer salah satu tugas pokoknya adalah melaksanakan pembekalan dan pemeliharaan komoditi senjata, munisi dan kendaraan guna mendukung kelancaran jalannya pendidikan di lingkungan Akademi Militer. Didalam pemeliharaan kendaraan sering dijumpai mesin kendaraan yang rusak sehingga perlu diadakan perbaikan dengan menurunkan mesin kendaraan tersebut. Sehingga dibutuhkan alat bantu salah satunya *crane*. *Crane* sangat dibutuhkan untuk memindahkan suatu barang dari suatu tempat ke tempat lainnya.

Crane adalah salah satu alat berat (*heavy equipment*) yang digunakan sebagai alat pengangkat dalam proyek konstruksi. *Crane* bekerja dengan mengangkat material yang akan dipindahkan, memindahkan secara horizontal, kemudian menurunkan material ditempat yang diinginkan. Alat ini memiliki bentuk dan kemampuan angkat yang besar dan mampu berputar hingga 360 derajat dan jangkauan hingga puluhan meter. *Crane* biasanya digunakan dalam pekerjaan pekerjaan proyek, pelabuhan, perbengkelan, industri, pergudangan dll.

Crane adalah gabungan mekanisme pengangkat secara terpisah dengan rangka untuk

mengangkat atau sekaligus mengangkat dan memindahkan muatan yang dapat digantungkan secara bebas atau diikatkan pada *crane*. *Crane* memiliki komponen utama yang disebut dengan *crane hook* (kait) dimana komponen ini berfungsi sebagai pengait yang menghubungkan beban dengan *crane*. Ada beberapa jenis kait yaitu kait standar (tunggal), kait tanduk ganda dan *shackles*. Jenis-jenis kait tersebut dapat didesain dengan menggunakan *software* elemen hingga. Dari *software* ini dapat didesain bentuk kait sehingga sesuai dengan kapasitas angkat dan beban yang diberikan, dikarenakan kait harus dirancang dengan memperhitungkan secara detail dari segi fungsi, material, bentuk, dan faktor keamanan dalam penggunaannya. Beberapa tipe *crane* yang umum dipakai adalah *crawler crane*, *mobile crane*, *crane* untuk lokasi terbatas, *tower crane*, *hidraulik crane*, *hoist crane*, dan *jip crane*.

Rumusan Masalah.

Dari uraian latar belakang di atas maka permasalahan yang diambil dalam perencanaan ini adalah :

- Bagaimana perhitungan katrol pada *crane portable* kapasitas 300 kg ?
- Bagaimana perhitungan kekuatan *sling* (kabel penarik) benda pada *crane portable*?

Batasan Masalah.

Agar perhitungan dan perancangan alat tersebut tidak terlalu meluas maka dibatasi masalah sebagai berikut :

- Membahas dan menghitung tentang katrol dan *sling*; dan
- Menganalisa tegangan yang bekerja pada *crane* khususnya pada bagian katrol dan *sling*.

LANDASAN TEORI Pengertian Crane.

Crane adalah suatu alat pengangkat dan pemindah material yang bekerja dengan prinsip kerja tali, *crane* digunakan untuk angkat muatan secara vertikal dan gerak kearah horizontal bergerak secara bersama dan menurunkan muatan ke tempat yang telah ditentukan dengan mekanisme pergerakan *crane* secara dua derajat kebebasan.

Kelompok *crane* putar yang diam di tempat, umumnya merupakan *crane* tetap dengan tiang yang miring dan dapat berputar. Kelompok *crane* yang bergerak pada rel biasanya terdiri dari kantilever dan monorel yang bergerak lurus pada satu jalur. Kelompok *crane* tanpa lintasan terdiri atas *crane* tiang yang dipasang pada truk, mobil

atau traktor agar dapat bergerak bebas tanpa lintasan tertentu. Kelompok *crane* yang diletakkan di atas lokomotif termasuk crane tiang yang lebih kuat dan bergerak pada jalur rel serta di dalam daerah gudang. Kelompok crane jenis jembatan terdiri atas *crane* yang berjalan pada jembatan gelagar-rangka dan dapat bergerak pada jalur rel yang dibuat pada dinding bangunan atau permukaan tanah. Khusus untuk rel yang dibentang pada permukaan tanah, jembatannya harus dilengkapi dengan kaki pendukung yang tinggi, yang dipasang pada kedua sisi jembatan. Adapun *crane* memiliki beberapa bagian utama yang berfungsi untuk membantu dalam proses mengangkat dan memindahkan muatannya. Bagian-bagian utama pada crane dapat dilihat pada gambar 2.3.

Jenis-Jenis Utama Crane.

a. *Crane* stasioner yang dapat diputar
Crane stasioner yang dapat diputar atau *crane* putar yang diam ditempatkan umumnya merupakan *crane* yang tetap dengan tiang miring yang dapat berputar pada sumbu vertikal.

Crane jenis ini yang sekarang sangat populer adalah *tower crane*. Di dalam proyek konstruksi bangunan bertingkat, *tower crane* sangat cocok dipakai untuk pelayanan bangunan bertingkat (*high rise building*) untuk melayani daerah konstruksi sesuai luas lahan. *Tower crane* menjadi sentral atau alat yang paling utama karena dalam proyek gedung bertingkat, *tower crane* digunakan untuk mengangkat muatan secara horizontal maupun vertikal, menahannya apabila diperlukan, dan menurunkan muatan ke tempat lain yang ditentukan dengan mekanisme pendongkrak (*luffing*), pemutar (*slewing*), dan pejalan (*travelling*).

b. Crane yang bergerak pada rel.
Crane yang bergerak pada rel umumnya terdiri dari *crane* kantilever dan monorel (baik yang berupa dapat diputar maupun tidak) yang bergerak lurus pada suatu jalur khusus.

c. *Crane* Tanpa Lintasan
Crane tanpa lintasan terdiri dari atas *crane* tiang yang dipasang diatas truk, mobil atau traktor agar dapat bergerak pada jalan berkapur, berbatu, dan beraspal.

d. *Crane* yang dipasang pada traktor rantai atau lokomotif.

Crane yang dipasang pada lokomotif atau traktor atau kendaraan beroda belakang, termasuk pula *crane* tiang yang lebih kuat yang bergerak pada jalur rel, jalan tanah dan didalam daerah gudang.

e. *Crane* Jembatan.

Crane jembatan terdiri dari *crane* yang berjalan pada jembatan rangka dan yang bergerak pada jalur rel yang dibentang pada permukaan tanah. Untuk rel yang dibentang di permukaan tanah, jembatannya dilengkapi dengan kaki pendukung yang tinggi, yang dipasang pada kedua sisi jembatan (*gantry* dan jembatan pemindah muatan) atau hanya pada satu sisi jembatan semigantri.

Crane tipe jembatan dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

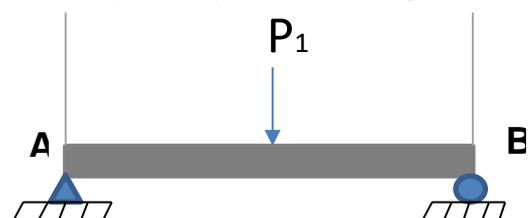
- 1) *Crane* berpalang
- 2) *Crane* berpalang tunggal untuk gerakan *overhead*.
- 3) *Crane* berpalang ganda untuk gerakan *overhead*.
- 4) *Gantry crane* dan semi *gantry*

Beban.

Suatu gaya atau berat dari material tersebut. Beban dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu beban operasional, beban dari alam atau lingkungan dan beban *sustain* (beban dari material itu sendiri). Beban operasional adalah beban yang timbul akibat adanya gerakan dan operasi dari material tersebut, seperti beban yang timbul akibat putaran yang akan menghasilkan torsi dan lain-lain. Beban dapat dibagi atas beberapa jenis berdasarkan daerah pembebanannya, yaitu :

a. Beban terpusat .

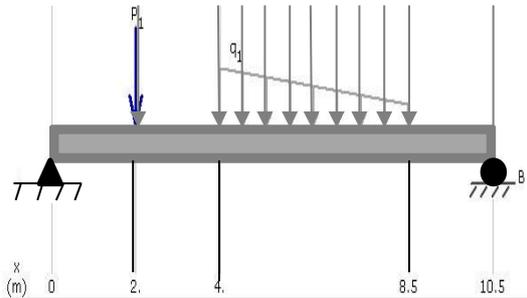
Pembebanan yang diberikan secara terpusat dan berada pada satu titik dari suatu material. Beban terpusat ini daerah pembebanannya sangat kecil dibandingkan dengan beban terdistribusi, contoh beban terpusat dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Beban terpusat
Sumber : (<http://eprints.polsri.ac.id>)

b. Beban terdistribusi .

Beban terdistribusi adalah jenis pembebanan yang daerah beban yang diberikan secara merata pada seluruh bagian batang, contoh beban terdistribusi dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Beban terdistribusi

Sumber : (<http://eprints.polsri.ac.id>)

Ada juga jenis pembebanan yang diklasifikasikan berdasarkan sistem kerjanya, yaitu sebagai berikut :

1) Pembebanan dinamik.

Pembebanan secara dinamik adalah jenis pembebanan yang dipengaruhi oleh fungsi waktu. Besarnya pembebanan dinamik ini tidak tetap.

2) Pembebanan statik.

Pembebanan secara statik adalah jenis pembebanan yang tidak dipengaruhi oleh waktu, besarnya beban yang diberikan adalah konstan.

Prinsip Keseimbangan Benda Tegar.

Pada dasarnya prinsip suatu struktur harus memiliki keseimbangan gaya, hal ini diperlukan agar suatu struktur itu dapat bekerja sesuai fungsinya dalam menahan ataupun menompa beban. Prinsip dasar ini dilihat dari tumpuan pada struktur yang digunakan. Jenis tumpuan ini akan menimbulkan reaksi gaya dengan arah yang berbeda-beda. Berikut macam-macam jenis tumpuan :

Hal yang harus diperhatikan dalam membuat suatu struktur adalah hukum kesetimbangan gaya, yaitu :

Jenis Tumpuan	Simbol	Reaksi Gaya	Keterangan
Tumpuan engsel			Terdapat dua gaya yaitu gaya searah bidang tumpuan dan gaya tegak lurus bidang tumpuan
Tumpuan rol			Terdapat satu gaya yaitu gaya tegak lurus bidang tumpuan
Tumpuan jepit			Terdapat tiga gaya yaitu gaya searah bidang tumpuan, gaya tegak lurus bidang tumpuan, dan momen

Sumber : (Zainuri, 2008)

Hal yang harus diperhatikan dalam membuat suatu struktur adalah hukum kesetimbangan gaya, yaitu :

$$\sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \sum M = 0 \text{ (Zainuri, 2008 ; 20)}$$

Tegangan Dan Regangan .

Untuk menganalisa suatu struktur harus memperhatikan tegangan, regangan dan deformasi yang terjadi. Tegangan adalah gaya persatuan luas dan juga dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana :

σ = tegangan (N/m²)

F = gaya (N)

A = luas penampang (m²)

Regangan adalah perbandingan deformasi total terhadap panjang mula-mula suatu struktur. Regangan juga dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

Dimana :

ε = regangan

δ = defleksi yang terjadi (mm)

L = panjang mula-mula suatu struktur (mm)

Sedangkan untuk elastisitas yang dijelaskan pada hukum Hooke adalah

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana :

σ = Tegangan (Pa)

ε = Regangan

E = Modulus elastisitas (Pa)

Dari hukum Hooke dijelaskan bahwa transisi dari elatisitas menuju plastis dinamakan kekuatan luluh (*yield strength*). Jika diberikan penambahan beban diatas batas kekuatan luluhnya maka struktur tersebut akan bersifat patah.

Katrol (Pulley).

Katrol merupakan kepingan bundar yang terbuat dari logam atau pun non logam. Pinggiran

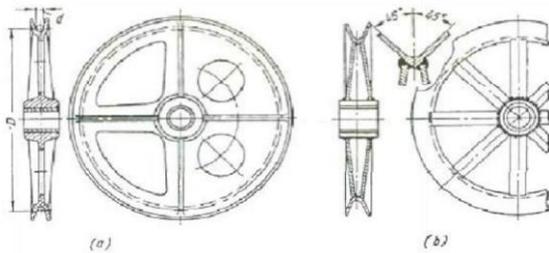
kepingan diberi alur yang berfungsi sebagai saluran tali untuk memindahkan gaya dan gerak. Katrol terdiri dari dua jenis yaitu:

a. Katrol Tetap.

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

b. Katrol Bebas.

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



Gambar Katrol

(Sumber: Rudenko, N. 1994 : 72)

Rumus – rumus yang digunakan dalam perancangan katrol antara lain:

- 1) Rumus untuk mencari diameter drum atau katrol untuk pemakaian tali baja yang diizinkan.

$$D = e_1 \cdot e_2 \cdot d$$

Dimana:

D = Diameter puli pada dasar alurnya (mm).

d = Diameter tali (mm).

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

e_2 = Faktor yang tergantung pada konstruksi tali.

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

$$d_g = \frac{Q}{p \cdot l}$$

Dimana :

Dg = Diameter gandar / poros roda puli (mm)

Q = Kapasitas total yang diangkat (N)

P = Tekanan bidang poros (N/mm²)

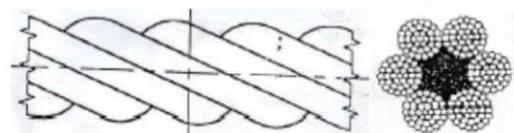
L = Panjang bushing (mm)

Tali (Line).

Tali berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban serta mengatur kemiringan boom. Tali baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (steel wire) dengan kekuatan $\sigma_b = 130-200\text{kg/mm}^2$.

Beberapa serat dipintal hingga menjadi satu jalinan (strand), kemudian beberapa strand dijalin pula pada suatu inti (core) sehingga membentuk tali. Tali baja banyak digunakan pada mesin pengangkat karena dibandingkan dengan rantai, tali baja memiliki keunggulan antara lain :

- a. lebih tahan terhadap beban sentakan, karena beban terbagi rata pada semua strand;
- b. operasi yang tenang walaupun pada kecepatan operasi yang tinggi;
- c. keandalan operasi yang tinggi;
- d. lebih fleksibel dan ketika beban lengkungan tidak perlu mengatasi internal stress;
- e. sedikit mengalami fatigue dan internalwear karena tidak ada kecenderungan kawat untuk menjadi lurus yang selalu menyebabkan internal stress;
- f. kurangnya kecenderungan untuk membelit karena peletakan yang tepat pada drum dan puli, penyambungan yang cepat, mudah dijepit (clip), atau ditekuk (socket); dan
- g. kawat yang patah setelah pemakaian yang lama tidak akan menonjol keluar sehingga lebih aman dalam pengangkatan dan tidak akan merusak kawat yang berdekatan.



Untuk menganalisa tegangan berat muatan yang akan diangkat maksimal harus ditentukan terlebih dahulu. Karena pada pengangkatan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti berat trolley dan berat kait (hook),

sehingga berat muatan yang diangkat dapat dibuat rumus sebagai berikut:

- a. Berat muatan yang diangkat
 $Q_m = Q_0 + (10\% \times Q_0)$

Dimana :

Q_m = Berat muatan yang diangkat (N)
 Q_0 = Berat muatan yang telah ditentukan (N)

- b. Kapasitas total yang diangkat
 $Q = Q_m + Q_{trolley} + Q_{hook}$

Dimana :

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

- c. Tegangan maksimum dari sistem tali puli

$$s = \frac{Q}{n \cdot \eta \cdot \eta_1}$$

Pemilihan puli yang digunakan adalah puli tetap.

Dimana :

S = Tegangan maksimum pada tali (kg)
 Q = Kapasitas total yang diangkat (kg)
 n = Jumlah puli yang digunakan sebagai penumpu
 η = Efisiensi puli = 0,96
 η_1 = Efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekuatan ketika menggulung pada drum yang diasumsikan 0,98

METODE PENELITIAN

Perencanaan Perancangan sistem.

Dalam bab III perencanaan alat bantu *Crane Portable* dengan kapasitas angkat 300 kg guna alat bantu di lingkungan Bengkel Peralatan Akademi Militer. Untuk mendapatkan hasil perencanaan dan perancangan yang cermat, tepat dan teliti. Maka perlu adanya hal-hal yang harus direncanakan, yaitu:

- perancangan rangka *crane portable* dengan kapasitas angkat 300 kg guna alat bantu di lingkungan bengkel Peralatan Akademi Militer dan;
- perhitungan katrol pada *crane portable* dengan kapasitas angkat 300 kg guna alat bantu di lingkungan bengkel peralatan Akademi Militer.

Diagram Alir Perencanaan Perancangan Sistem.

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram di bawah ini:

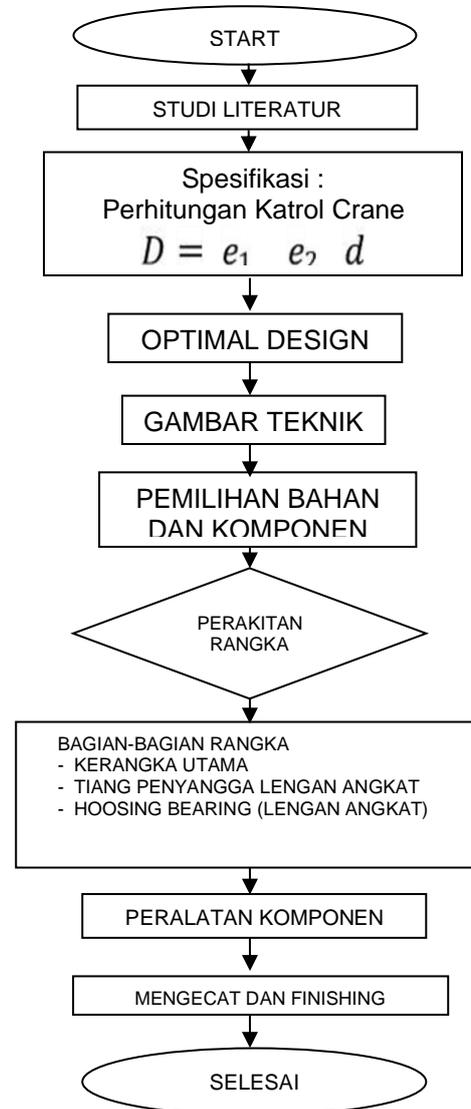
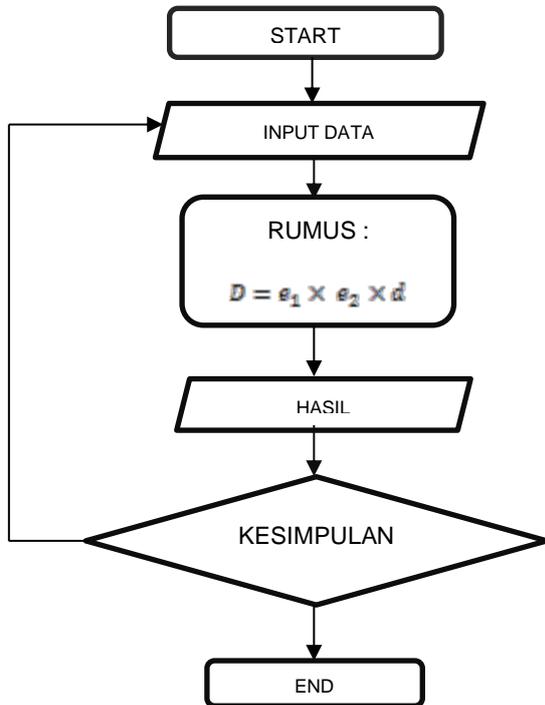


Diagram Alir Perencanaan Perhitungan Katrol.



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Tali Baja (Steel Wire Rope).

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 $\sigma_b = 130-200$ kg/mm². 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 :

- Lebih ringan dan lebih murah harganya.
- Lebih tahan terhadap beban sentakan, karena beban terbagi rata pada semua *strand*.
- Operasi yang tenang walaupun pada kecepatan operasi yang tinggi.
- Keandalan operasi yang tinggi.
- Lebih fleksibel dan ketika beban lengkungan tidak perlu mengatasi *internal stress*.
- Sedikit mengalami *fatigue* dan *internal wear* karena tidak ada kecenderungan kawat untuk

menjadi lurus yang selalu menyebabkan *internal stress*.

- Kurangnya kecenderungan untuk membelit karena peletakan yang tepat, pada drum dan puli, penyambungan yang lebih cepat, mudah dijepit (*clip*), atau ditekuk (*socket*).

Dalam perencanaan ini kapasitas maksimum berat muatan yang diangkat adalah 300 kg. Karena pada pengangkat 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 :

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

$$Q_0 = 300 + (10\% \times 300) = 330 \text{ kg}$$

Kapasitas angkat total pesawat adalah :

$$Q = Q_0 + q$$

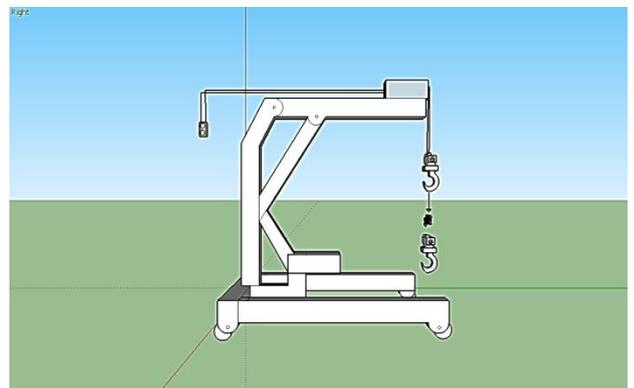
Dimana :

$$q = \text{Berat spreader} = 5 \text{ kg (Hasil survei)}$$

Maka :

$$Q = 330 \text{ kg} + 5 \text{ kg} = 335 \text{ kg}$$

Jadi, kapasitas angkat total pesawat (Q) yaitu 335 kg.



Gambar. Konstruksi Crane Portable

Perhitungan tegangan tarik maksimum dan kekuatan putus tali.

Dalam perancangan dari sistem puli *crane portable* dapat direncanakan perhitungan

tegangan tarik maksimum pada tali dengan rumus sebagai berikut :

$$s = \frac{Q}{n \cdot \eta \cdot \eta_1}$$

Dimana :

n = Jumlah puli yang menyangga (suspensi) = 1

η = Efisiensi puli = 0,951

η_1 = Efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekakuannya ketika menggulung pada drum yang diasumsikan 0,971.

Maka :

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

$$S = \frac{335}{1,0,951 \cdot 0,971}$$

$$S = \frac{335}{0,923}$$

$$S = 362,946 \text{ kg}$$

Jadi, Tegangan tarik maksimum pada tali (S) yaitu 362,946 kg

Kekuatan putus tali sebenarnya (P) dapat dicari dengan rumus :

$$P = S \cdot k$$

Dimana :

Puli tunggal		Puli ganda		Efisiensi	
Jumlah alur	Jumlah puli yang berputar	Jumlah alur	Jumlah puli yang berputar	Gesekan pada permukaan puli (faktor resisten 1 puli)	Gesekan angular pada permukaan puli (Faktor resistensi 1 puli)
2	1	4	2	0,951	0,971
3	2	6	4	0,906	0,945
4	3	8	6	0,861	0,918
5	4	10	8	0,823	0,825
6	5	12	10	0,784	0,873

K = Faktor keamanan dengan jenis mekanisme dan kondisi operasinya 3.

S = Tegangan tarik maksimum (kg)

Maka :

$$P = 362,946 \times 3 = 1088,8 \text{ kg}$$

Jadi, kekuatan putus tali (P) yaitu 1088,8 kg.

Tabel 4.2 Nilai K (faktor keamanan) pada tali baja

kontruksi keamanan tali K	Kontruksi Tali Baja							
	6x19=144+1c		6x37=222+1c		6x61=366+1c		18x19=342+1c	
	Cross	lang	cross	lang	cross	lang	cross	regular
	jumlah wayar yang patah setiap jarak t (pitch)							
1 s/d 2	4	2	14	3	28	10	28	14
2 s/d 3	6	3	16	5	30	12	30	15
3 s/d 4	8	4	18	7	32	14	32	16
4 s/d 5	10	5	20	9	34	16	34	17
5 s/d 6	12	6	22	11	36	18	36	18
6 s/d 7	14	7	26	13	38	19	38	19

(Sumber :Rudenko ,N. 1992)

Tabel 4.3 Beban patah pada tali baja.

breaking load of wire rope			
diameter	construction	weight(kg/100m)	breaking load(N)
1.0mm	1X19	0.495	>950(95kg)
	7X7	0.393	>650(95kg)
1.2mm	1X19	0.713	>1400(95kg)
	7X7	0.566	>950(95kg)
1.5mm	1X19	1.114	>2200(220kg)
	7X7	0.884	>1500(150kg)
1.8mm	1X19	1.604	>3200(320kg)
	7X7	1.273	>2100(210kg)
2.0mm	1X19	1.98	>3900(390kg)
	7X7	1.572	>2650(265kg)
2.4mm	1X19	2.851	>5650(565kg)
	7X7	2.264	>3800(380kg)
2.5mm	1X19	3.094	>6100(610kg)
	7X7	2.381	>4100(410kg)
3.2mm	7X7	4.024	>6850(685kg)
	7X19	3.901	>6800(680kg)
3.8mm	7X7	5.675	>9650(965kg)
	7X19	5.502	>9600(960kg)
4.0mm	7X19	6.096	>12500(1250kg)
4.2mm	7X7	6.933	>13000(1300kg)
4.5mm	7X7	7.958	>15300(1530kg)
4.8mm	7X19	8.778	>15300(1530kg)
6.0mm	7X19	13.716	>23900(2390kg)

(Sumber : Rudenko ,N. 1992)

Dari hasil kekuatan putus tali (P), maka pada perencanaan ini dipilih tipe tali baja menurut *United Rope Works Standard*, Rotterdam Holland yaitu 6 x 37 +1 fibre core dengan :

- a. Beban Patah (P_b) = 13.000 N
= 1300 kg
- b. Tegangan Patah (σ_b) = 1770 N/mm²
= 177 kg/mm²
- c. Berat Tali (W) = 0,069 kg/m
- d. Diameter Tali (d) = 4,2 mm

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.

Maka tegangan maksimum tali baja yang diizinkan adalah :

$$S_{izin} = \frac{P_b}{K}$$

Maka :

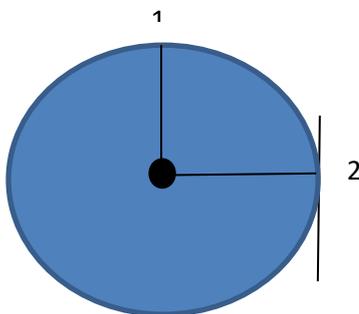
$$S_{izin} = \frac{1300 \text{ kg}}{3} = 433,33 \text{ kg}$$

Tegangan Tarik yang diizinkan yaitu :

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_b}{k} = \frac{177}{3}$$

$$= 59 \text{ kg/mm}^2$$

Jadi, tegangan tarik yang diizinkan (σ_{izin}) yaitu 59 kg/mm²



Gambar 4.3 Jumlah Lengkungan (NB) pada puli

Untuk jumlah lengkungan NB = 2, karena jumlah puli yang menyangga adalah 1.

Luas penampang tali baja dapat dihitung dengan rumus :

$$F_{222} = \frac{S}{\left(\frac{\sigma_b}{k}\right) - \left(\frac{d}{D_{min}}\right) \times 36000}$$

Dimana perbandingan diameter drum dan diameter tali baja D_{min}/d untuk jumlah lengkungan (NB) = 20 seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel. 4.4 Jumlah NB (jumlah lengkungan)

$$F_{222} = \frac{S}{\left(\frac{\sigma_b}{k}\right) - \left(\frac{d}{D_{min}}\right) \times 36000}$$

$$= \frac{362,946}{\left(\frac{17700}{3}\right) - \left(\frac{1}{20}\right) \times 36000}$$

$$= \frac{362,946}{4100}$$

$$= 0,088 \text{ cm}^2$$

Jadi, luas penampang tali baja yaitu 0,088 cm²
Tegangan tarik yang terjadi pada tali

$$\sigma_t = \frac{S}{F_{222}}$$

$$= \frac{362,946}{0,088}$$

$$= 4124,38 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 41,24 \text{ kg/mm}^2$$

Jadi, tegangan tarik yang terjadi pada tali yaitu 41,24 kg/mm²

Dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa perencanaan tali baja aman untuk digunakan karena tegangan maksimum (S) yang direncanakan lebih kecil dari tegangan maksimum izin (S_{izin}) yaitu : 362,946 kg < 433,33 kg. Dan tegangan tarik (σ_t) yang direncanakan lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan (σ_{izin}) yaitu : 41,24 kg/mm² < 59 kg/mm²

Perancangan Puli.

Puli (kerek atau katrol) yaitu cakra (*disc*) yang dilengkapi tali, merupakan kepingan bundar, terbuat dari logam ataupun nonlogam. Pinggiran cakra diberi alur (*grove*), berfungsi sebagai laluan tali untuk memindahkan gaya dan gerak.

Puli ada 2 jenis yaitu :

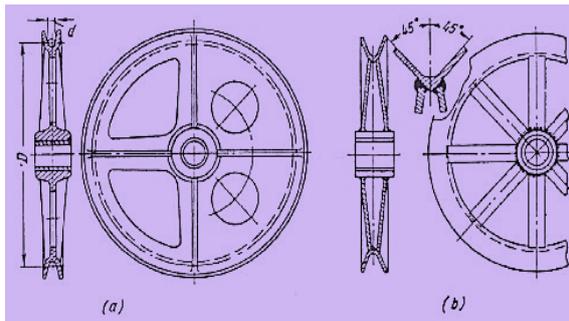
- a. Puli Tetap

Puli tetap terdiri dari sebuah cakra dan sebuah tali yang dilingkarkan pada alur di bagian atasnya dan pada salah satu ujungnya digantungi beban,

sedangkan ujung lainnya ditarik ke bawah sehingga beban terangkat keatas.

b. Puli Bergerak

Puli bergerak terdiri dari cakra dan poros yang bebas. Tali dilingkarkan dalam alur di bagian bawah. Salah satu ujung tali diikatkan tetap dan di ujung lainnya ditahan atau ditarik pada waktu pengangkatan, beban digantungkan pada kait yang tergantung pada poros.



Gambar 4.4 Puli

(Sumber : Rudenko ,N. 1992)

Diameter drum atau puli minimum untuk pemakaian tali baja yang diizinkan diperoleh dengan rumus :

$$D = e1 \cdot e2 \cdot d$$

Dimana :

D = Diameter drum atau puli pada dasar alurnya (mm)

d = Diameter tali baja (mm) = 4,2 mm

e1 = Faktor yang tergantung pada tipe alat pengangkat dan kondisi operasinya = 25

e2 = Faktor yang tergantung pada konstruksi

tali = 0,9

maka :

$$D = 25 \cdot 0,9 \cdot 4,2$$

$$D = 94,5 \text{ mm}$$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa perancangan penulis. Dapat ditarik kesimpulan dari perancangan katrol pada crane portable kapasitas angkat 300 kg guna alat bantu di bengkel peralatan Akademi Militer sampai dengan pengujian alat maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

a. Didapatkan nilai perhitungan katrol yaitu nilai diameter drum atau puli pada dasar alurnya (D). Nilai diameter drum (D) pada katrol disesuaikan dengan diameter tali yaitu 4,2 mm yang dikalikan dengan e1 dan e2 sehingga nilai diameter drum katrol tersebut adalah 94,5mm.

b. Didapatkan Nilai tegangan maksimum tali baja yang diizinkan yaitu 362,946 kg, tegangan tarik yang diizinkan yaitu 59 kg/mm², luas penampang tali baja yaitu 0,088 cm², tegangan tarik yang terjadi pada tali yaitu 41,24 kg/mm². Hasil perhitungan tersebut berdasarkan dipilih tipe tali baja menurut *United Rope Works Standard*, Rotterdam Holland yaitu 6 x 37 +1 fibre core. Dari hasil perhitungan tersebut terlihat bahwa perencanaan tali baja aman untuk digunakan karena tegangan maksimum (S) yang direncanakan lebih kecil dari tegangan maksimum izin (S izin) yaitu : 362,946 kg < 433,33 kg. Dan tegangan tarik (σ_t) yang direncanakan lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan (σ_z) yaitu : 41,24 kg/mm² < 59 kg/mm².

DAFTAR PUSTAKA

Daryanto, Drs. 1986 . Alat Pesawat Pengangkat. Jakarta : Radar Jaya Offset.

Foad, Nazar, Ir. (Penterjemah). 1992. *Mesin Pemindah Bahan*. Jakarta : PT. Erlangga.

Kou, S., 1987, *Welding of Metallurgy*, A Willey Interscience Publication, University of Winconsin, Kanada.

Malau, V., 2003, *Diktat Kuliah Teknologi Pengelasan Logam*, Yogyakarta.

Rudenko, N. 1994. *Material Handling Equipment*. Jakarta : PT.Erlangga.

Sonawan, H., Suratman, R., 2004, *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*, Alfa Beta, Bandung.

Zainuri, Muhib. 2009. *Mesin Pemindah Bahan*. Yogyakarta : Penerbit Andi.