

## PERENCANAAN PESAWAT ANGKAT DIPERGUNAKAN DALAM PROSES ANGKAT BEBAN KAPASITAS ANGKAT 8000 Kg

Rahmadsyah

Universitas Asahan, Jln. Jend. Ahmad Yani, Telp/Fax (0623) 347222

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNA, Kisaran Sumatera Utara

E-mail : madsyah.mt@gmail.com

### ABSTRAK

*Pesawat angkat adalah setiap peralatan mesin atau alat yang digerakkan tenaga mekanis, tenaga listrik atau tenaga hidrolis yang dapat digunakan sebagai mesin pengangkat termasuk rel, jalan rel atau alat pembantu lainnya.*

*Mobile crane adalah adalah suatu pesawat pengangkat yang bersifat dinamis, maksudnya bahwa pesawat pengangkat ini dapat berpindah-pindah tempat, pada saat sedang melakukan pengangkatan beban. Mobile Crane merupakan salah satu pesawat pengangkat yang dapat memindahkan atau mengangkat beban dari suatu tempat ketempat lain.*

**Kata Kunci :** *Mobile crane, Pesawat Pengangkat, Beban*

### ABSTRACT

*Lifting aircraft is any machine or tool that is driven by mechanical, electric or hydraulic power that can be used as a lifting machine including rails, railroad tracks or other auxiliary devices.*

*Generally cranes can travel on the highway, so no special equipment is needed to transport the cranes unless weight or other size limitations are in place. If this happens, the largest cranes are equipped with either special trailers to help spread the load on the axle more or be able to disassemble to meet the requirements. Along with the development of increasingly advanced technology that greatly helps humans in solving all kinds of complex problems so that results are obtained efficient as expected. With the discovery of technological inventions that are good, with it can facilitate and help people who do their jobs*

*A Mobile crane is a dynamic lifting aircraft, meaning that this lifting aircraft can move places when lifting weights. Car Crane is one of the lifting aircraft that can move or lift loads from one place to another.*

**Keywords:** *Crane car, Lifting Plane, Load*

### 1. Latar Belakang

Mesin pemindah bahan merupakan salah satu peralatan mesin yang digunakan untuk memindahkan bahan muatan dilokasi pabrik, konstruksi, tempat penyimpanan, pembongkaran muatan dan sebagainya.

Pemilihan mesin pemindah bahan yang terdapat pada setiap aktivitas diatas akan meningkatkan efisiensi dan daya saing dari aktivitas tersebut. Pesawat angkat adalah setiap peralatan mesin yang penggerakannya bisa dengan tenaga mekanis, tenaga listrik atau tenaga hidrolis yang dapat digunakan.

Crane adalah salah satu pesawat pengangkat yaitu kombinasi dari mesin pengangkat dan rangka yang bekerja secara bersama – sama untuk mengangkat dan memindahkan bahan. Salah satu jenis crane adalah Mobile crane yaitu suatu pesawat pengangkat yang bersifat dinamis,

maksudnya bahwa pesawat pengangkat ini dapat berpindah-pindah tempat, pada saat sedang melakukan pengangkatan beban. Mobile Crane merupakan salah satu pesawat pengangkat yang dapat memindahkan atau mengangkat beban dari suatu tempat ketempat yang dituju, baik yang ada didalam ruangan maupun yang diluar ruangan sesuai dengan jarak dan kapasitas angkatnya.



Gambar 1 Mobile Crane

Keterangan Gambar:

1. Drum
2. Puli
3. Boom
4. Tali
5. Kait

Keuntungan – keuntungan dari Mobile Crane

1. Mudah untuk memindahkan serta praktis dalam operasinya.
2. Distribusi daya dapat digunakan untuk berbagai penggerak dan mekanisme penggerak.
3. Sistem control sederhana sekali sehingga mudah untuk mengoperasikannya.
4. Karena seluruh system dan mekanisme berasal dari sebuah motor, maka bila motor tidak beroperasi maka mekanisme pengangkat tidak dapat beroperasi.

### 2.3 Cara Kerja Mekanisme

Pada mekanisme ini putaran utama ( $n_1$ ) diperoleh dari motor itu sendiri yang dihubungkan melalui sebuah kopling sedangkan hubungan antara poros utama dengan gear box digunakan rotary engsel (roller chain)

#### A. Cara kerja naik

Daya mesin atau engine dimasukkan ke transmisi gear box dan diteruskan ke drum dan drum berputar menggulung tali berlawanan arah dengan jarum jam.

#### B. Cara kerja turun

Daya dari mesin atau engine dimasukkan ke transmisi gear box dan diteruskan ke drum dan drum berputar menggulung tali dengan searah jarum jam. Mobile crane adalah kombinasi dari mesin pengangkat dengan rangka pengangkat (hosting frame) yang bekerja sama – sama untuk mengangkat dan memindahkan beban.

Dalam pengoperasian ada dua gerakan pada Mobile crane antara lain :

- a. Gerakan horizontal (mendatar) yaitu gerakan pemindah dari satu tempat ketempat yang lain.
- b. Gerakan vertical yaitu gerakan turun naik. Sementara Mobile crane diam ditempat dengan memasang tiang utama dan tiang penahan

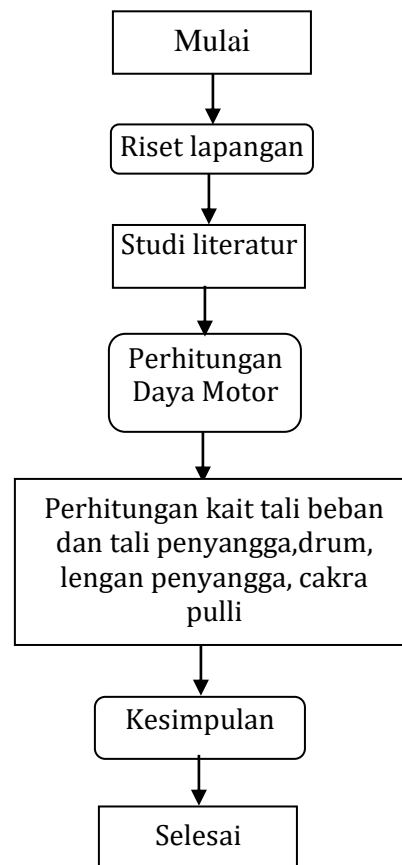
## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan dan pengambilan data dilakukan dengan melalui beberapa metode :

- a. Riset langsung dilapangan dengan melihat Mobile crane
- b. Melihat data laporan operasional Mobile crane dari operator
- c. Jurnal maupun makalah terkait dengan Mobile crane
- d. Mengumpulkan data dari literature yang terkait tentang Mobile crane maupun pesawat pengikat dari buku maupun dari website.

### 2.3. Diagram Alir



Gambar 2. Diagram alir

**3. Hasil dan Diskusi**

**3.1. Pemilihan Type dan Kapasitas**

Dalam perencanaan Mobile crane ini kita harus mengetahui kapasitas angkatnya dan jenis Mobile crane apa yang akan di rancang.

Dalam perencanaan ini diambil data dari type manual yang kapasitas angkatnya 1 sampai 8 Ton.

Spesifikasi dari Mobile Crane type manual adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas angkat : 8000 kg
- b. Tinggi angkat : 6 meter
- c. Berat kait : 20 kg
- d. Panjang badan Mobile : 6.5 meter
- e. Lebar badan Mobile : 2.10 meter

**3.2. Daya Motor**

Untuk mengangkat beban dibutuhkan daya di mana pada Mobile crane daya yang digunakan bersumber dari mesin penggerak utama yang di transmisikan melalui sistim mekanisme pengangkatan.

$$N = \frac{\Sigma^2. Q.V}{60.75}$$

- Dimana :
- Q = Daya Angkat Total (8000 kg)
- V=Kecepatan pengangkatan(9.75 m/menit)
- Σ = Faktor Tali (1.05)
- η = efisiensi mekanis pengangkat(0,814)

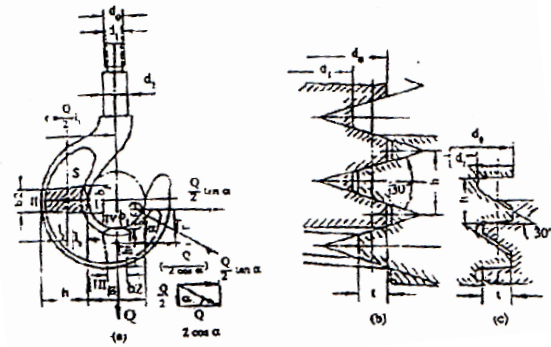
sehingga daya motor didapat :

$$N = \frac{1,05^2 \times 8000 \times 9,75}{60 \times 75}$$

$$N = 19,11 \text{ Hp} \approx 20 \text{ Hp}$$

**3.3. Kait**

Kait yang akan dipakai dicek terlebih dahulu kekuatannya, terutama pada tangki



Gambar 3. Kait

Tegangan tarikan yang diizinkan :

$$\sigma_i = \frac{Q}{\pi d_1^2 / 4}$$

dimana :

- σ<sub>i</sub> = Tegangan tarik izin ( kg / cm<sup>2</sup>)
- Q = Beban / kapasitas angkat ( kg )
- A = Luas penampang kritis ( cm<sup>2</sup> )

A tergantung pada kapasitas angka ini dapat di lihat pada tabel

$$\sigma_i = \frac{8000}{77,8}$$

$$= 102.82 \text{ kg/cm}^2$$

Bila dipakai ulir metric M 48 dengan

- do = di48 mm
- d<sub>1</sub> = 41.504 mm

Maka tegangan yang diizinkan :

$$\sigma_i = \frac{Q}{0,785 \times d_1^2}$$

$$\sigma_i = \frac{8000}{0,785 \times (4,15)^2}$$

$$\sigma_i = 591,73 \text{ kg/cm}^2$$

Tinggi minimum dari tangki kait

$$H = \frac{4 \times Q \times h}{\pi (d_o^2 - d_1^2) \sigma_p}$$

Dimana :

- σ<sub>p</sub> = Tegangan yang dialami ulir
- = Untuk baja ( 300 s/d 350 ) kg/cm<sup>2</sup> ( Muin 1990 : 156 )
- h = Jarak puncak ulir ( Pitch ) tergantung dari garis ulir.= 5.00 ( Muin, 1990 : 337. N82 )

Maka tinggi minum tangkai adalah :

$$H = \frac{4 \times 8000 \times 0,5}{\pi (4,8 - 4,15^2) 300}$$

$$H = 2,91 \text{ cm}$$

$$H = 29,1 \text{ mm}$$

### 3.4. Tali Beban dan Tali Penyangga

Dalam rancangan pesawat pengangkat ini yang dipakai adalah tali baja dengan type 6 x 37 + fc. Dalam perhitungan tali baja , yang akan ditentukan adalah diameter tali, kemudian disesuaikan dengan nilai standard yang ada

Maka luas penampang tali untuk 6 x 37 = 222

$$A_{222} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{\min}} \times 3600}$$

Dimana :

$$A_{222} = \text{Luas penampang tali} \\ = 6 \times 37 = 222$$

$$S = \text{Tegangan tali ( kg )}$$

$$\sigma_b = \text{Tegangan patah ( } 130 \text{ } s/d \\ 180 \text{ ) kg/cm}^2$$

$$= 160 \text{ kg/cm}^2 \text{ ( di ambil )}$$

$$k = \text{Factor keamanan} \\ = 5 \text{ ( di ambil )}$$

$d / D_{\min}$  = perbandingan diameter tali dengan diameter drum

**Tabel 1 Number of Bending**

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

Dari tabel di atas terlihat Number of Bending ( NB ) tali = 5

Maka :

$$\frac{d}{D_{\min}} = 26$$

Maka tegangan tali ( S )

$$s = \frac{Q}{2 \cdot \cos a} \\ = \frac{8000}{2 \cdot \cos a} \\ = 4061.70 \text{ kg}$$

Maka luas penampang tali (  $A_{222}$  )

$$A_{222} = \frac{4016.70}{\frac{1600}{5} - \frac{1}{26} \times 3600}$$

$$A_{222} = 22,3 \text{ mm}$$

$$A_{222} = 2,23 \text{ cm}^2$$

Diameter tali ( d )

$$d = 1.5 d \sqrt{i}$$

Dimana :

$$d = \text{Diameter wayar}$$

$$i = \text{Jumlah wayar dalam tali} \\ = 222$$

Maka diameter wayar ( d )

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi \cdot i}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,23}{\pi \cdot 222}}$$

Sehingga diameter wayar :

$$d = 1,5 \times 1,1 \sqrt{222} \\ = 24,58 \text{ mm}$$

### 3.5. Drum

Dalam perancangan ini yang di bahas hanya drum tali aja ( Rope Drum ) drum ini di buat licin dengan flens tinggi untuk memungkinkan menggulung tali dalam beberapa gulungan. Pada Mobile crane drum ini di gerakkan oleh motor penggerak yang beralur spiral atau beralur miring ( Halical Grover ), karena type ini akan menggulung tali secara merata dan dapat mengurangi gesekan.

diameter dalam drum adalah :

$$D > 10 \cdot d$$

$$D = 10 \cdot 24.36$$

$$= 243.6 \text{ mm}$$

$$= 24.36 \text{ cm}$$

Maka diameter drum ( D ) = 243.6 mm, diameter tali mendekati 28.0 mm.

Maka ukuran - ukuran lain dari drum yang beralur miring dapat dilihat pada tabel 2.23 ( Muin, 1990 : 82 ).

Jika :

$$r_1 = 15,5$$

$$s_1 = 31$$

$$c_1 = 8$$

Maka panjang drum ( L )

$$L = \left[ \frac{H \cdot i}{\pi} + 7 \right] S \quad (\text{Muin, 1990 : 83})$$

Dimana :

H = Tinggi angkatan  
= 6 meter  
= 600 mm

D = Diameter drum  
= 243,6 mm

i = perbandingan sistem tali, dalam hal ini 1 - 3.

= 2 diambil

S<sub>1</sub> = Jarak antara pitch  
= 31

Maka :

$$L = \left[ \frac{600,2}{3,14 \times 243,6} \right] + 31$$

$$L = 265,6 \text{ mm}$$

Jumlah lilitan pada drum untuk 2 tali suspansi (n)

$$n = \left[ \frac{H \cdot i}{\pi \cdot D} \right] + 2$$

$$n = \left[ \frac{600 \cdot 2}{3,14 \cdot 243,6} \right] + 2$$

= 3,6 lilitan

Tebal drum ( W ) :

W = 0,02 . D + ( 0,6 s/d 10 ) cm ( Muin : 1990 : 86 )

Bila :

W = Tebal drum

D = Diameter drum  
= 24,36 cm

Sehingga tebal drum :

$$W = 0,02 \cdot 24,36 + 1$$

$$= 1,48 \text{ cm}$$

$$= 14,8 \text{ mm}$$

Tegangan maksimum pada permukaan dalam drum :

$$\sigma_{\max} = \frac{S}{W \cdot S_1} \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Muin : 1990 : 86})$$

Dimana :

S = Tegangan tali (4061,70)

W = Tebal drum (1,48 cm)

S<sub>1</sub> = Jarak antara pitch ( 31)

Maka :

$$\sigma_{\max} = \frac{4061,70}{1,48 \cdot 31}$$

$$= 88,52 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan tekanan maksimum yang di izinkan dengan bahan drum Cost Iron adalah s/d 1000 kg/cm<sup>2</sup>.

Maka dari hasil perhitungan diatas tegangan maksimum lebih kecil dari tegangan maksimum yang di izinkan ( 88,52 < 1000 kg/cm<sup>2</sup> ). Maka drum aman untuk dipakai.

Maka putaran drum (nD) :

$$nD = \frac{V}{\pi \times D} \quad (\text{rpm})$$

Dimana :

V = Kecepatan angkat  
= 32 ft/menit ( diambil )  
= 9,75 m/menit.

D = Diameter drum  
= 0,2436 m

Maka :

$$nD = \frac{9,75}{3,14 \times 0,2436} \quad (\text{rpm})$$

$$= 12,75 \text{ rpm}$$

Daya untk menggerakkan drum (nD) :

$$nD = \frac{Q \times V}{75 \times \eta}$$

Dimana :

Q = kapasitas angkat  
= 8000 kg  
η = Kecepatan beban  
= efisiensi drum  
= ± 0,95

Maka :

$$V = \pi \times D \frac{nD}{60} \text{ m/s}$$

$$V = \pi \times 0,2436 \frac{12,75}{60} \text{ m/s}$$

$$= 0,2 \text{ m/s}$$

Maka :

$$nD = \frac{8000 \times 0,2}{75 \times 0,95}$$

$$= 22,45 \text{ Hp}$$

### 3.6. Lengan Penyangga

Besar momen yang terjadi pada boom akan mengalami perubahan tergantung pada sudut α yang dibentuk. Maka momen yang terjadi dapat dihitung dengan rumus :

$$M = Q \cdot \cos \alpha \cdot L$$

Dimana :

Q = Kapasitas angkat (8000 kg)

L = Panjang angkatan (300 cm)

Sehingga :

$$M_1 = 8000 \cdot \cos 10 \cdot 300 = 2363538 \text{ kg/cm.}$$

$$M_2 = 8000 \cdot \cos 20 \cdot 300 = 2255262 \text{ kg/cm}$$

$$M_3 = 8000 \cdot \cos 30 \cdot 300 = 2078460 \text{ kg/cm}$$

Maka dari hasil perhitungan di atas, jika sudut semakin kecil momennya maka boom semakin besar, untuk menentukan diameter dari silinder yang berlubang di ambil berdasarkan momen yang paling besar (  $M_{max} = 2363538 \text{ kg.cm}$  ).

Lengkungan maksimum :

$$\sigma_{max} = \frac{32 \cdot M_{max} \cdot D}{\pi \cdot (D^4 - d^4)}$$

Dimana dalam perancangan dan perhitungan  $\sigma_{max} \leq \sigma_1$ , dari hubungan tersebut dapat ditentukan diameternya.

Dimana :

$\sigma_1$  = Tegangan tarik izin (3800 kg/cm<sup>2</sup>)

W = Momen perlawanan lengkung

$$= \frac{\pi [D^4 - d^4]}{32 \times D}$$

d = Diameter dalam boom (5 cm, ditentukan ).

Maka :

$$\frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{32 \cdot M_{max}}{\pi \cdot \sigma_1}$$

$$= \frac{32 \cdot 2363538}{3,14 \cdot 3800}$$

$$\frac{D^4 - 625}{D} = 6335,47$$

$$\frac{D^4}{D} = 6335,47 + 625$$

$$= 6960,47$$

$$D = \sqrt[4]{6960,47}$$

$$= 19,1 \text{ cm}$$

Maka :

$$\sigma_{max} = \frac{32 \cdot M_{max} \cdot D}{\pi \cdot (D^4 - d^4)}$$

$$= \frac{32 \cdot 2363538 \cdot 19,1}{\pi \cdot (19,1^4 - 5^4)}$$

$$= 3472,18 \text{ kg/cm}$$

### 3.7. Cakra Pully

Cakra berfungsi sebagai tempat jalannya rantai maupun tali dalam mentransmisikan gerak gaya pengangkatan, diameter cakra tidak boleh kurang dari 10 kali diameter tali atau  $D \geq 10 d$ . atau diameter minimum dari cakra adalah

$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot D.$$

Dimana :  $e_1$  dan  $e_2$  adalah suatu factor pada tabel ( Muin 1990 .77 ).

Tetapi jenis cakra ( Sheave ) yang digunakan comvesation sheave diameternya lebih kecil dari cakra biasa ( 60%  $D_i = 60\%$  ), dan cakra ini berfungsi sebagai pembantu untuk menahan tali atau rantai.

Pada pesawat pengangkat ini cakra di pasang pada poros, dimana cakra tersebut dapat bergerak bebas pada poros.

Ukuran - ukuran cakra ( Sheave ) diambil berdasarkan diameter tali baja, dimana  $d = 24,36 \text{ mm}$ . sesuai pada tabel ( Muin, 1990 : 78 ).  $D = 24,36 \text{ mm}$  tidak ada maka di ambil diameter tali baja  $d = 28 \text{ mm}$ .

Untuk mendukung cakra dapat berputar bebas maka di pasang bantalan luncur pada poros tetap, maka tekanan bidang ( P ) Bantalan.

$$P = \frac{Q}{L \times d^2} \text{ kg/cm}^2$$

Dimana :

Q = Kapasitas angkat (8000 kg)

L = Panjang dari bush (47,34 cm)

d = Diameter poros cakra (26,14 cm)

Perbandingan antara bush dengan diameter cakra adalah:

$$\frac{L}{d} = 1,5 \text{ s/d } 1,8$$

$$= 1,8 \text{ ( diambil )}$$

$$L = 1,8 \cdot d$$

$$= 1,8 \cdot 26,3$$

$$= 47,34 \text{ cm}$$

Di sini tekanan bidang bantalan maksutnya adalah beban radial di bagi luas proyeksi bantalan yang besarnya sama dengan rata - rata yang diterima oleh permukaan bantalan, maka di peroleh

$$P = \frac{Q}{L \times d^2} \text{ kg/cm}^2$$

Tekanan yang terjadi pada bantalan harus lebih kecil atau sama dengan tekanan yang di izinkan :



$$P_a \geq P$$

$$P_a \geq \frac{Q}{1,8 \times (d)^2}$$

Dimana :

$P_a = 0,7 - 2,0$  ( kg/cm<sup>2</sup> ) atau 70 - 200 ( kg/cm<sup>2</sup> ), untuk bantalan perunggu = 170 kg/cm<sup>2</sup> ( dipilih ).

Maka diameter poros cakra ( d ) :

$$d \geq \frac{8000}{1,8 \times 170}$$

$$d \geq 26,14 \text{ cm}$$

$$d = 26,14 \text{ cm ( di ambil )}$$

Sehingga panjang bush menjadi :

$$\begin{aligned} L &= 1,8 \cdot d \\ &= 1,8 \cdot 26,14 \\ &= 47,05 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk panjang poros cakra ( L ) :

$$\begin{aligned} L &= 1,5 \cdot L \\ &= 1,5 \cdot 47,05 \\ L &= 70,57 \text{ cm} \end{aligned}$$

Maka momen maksimum yang terjadi pada poros cakra :

$$\begin{aligned} M_{\max} &= \frac{Q \times L}{8} \\ M_{\max} &= \frac{8000 \times 70,57}{8} \end{aligned}$$

$$M_{\max} = 70570 \text{ kg/cm}$$

Momen tahanan poros cakra ( W ) :

$$\begin{aligned} W &= \frac{\pi}{32} d^3 \\ W &= \frac{\pi}{32} (26,14)^3 \\ W &= 1753,54 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Sehingga tegangan lentur yang terjadi pada poros (  $\sigma_{wb}$  ) :

$$\begin{aligned} \sigma_{wb} &= \frac{M_{\max}}{W} \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{wb} &= \frac{70570}{1753,54} \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{wb} &= 40,24 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil analisa perhitungan, hanya merencanakan atau merancang bagian atau komponen - komponen pesawat pengangkat saja. Karakteristik dari komponen - komponen.

#### A. Daya Motor :

Dari perhitungan diperoleh daya motor penggerak pesawat pengangkat ini adalah 20 Hp.

#### B. KAIT

1. Type : Kait tunggal ( Singel hook )
2. Bahan kait : S 35 C
3. Berat kait : 20 kg

#### C. Tali Baja ( Wire Rope )

1. Type : 6 x 37 + 1 fc
2. Diameter tali : 26,3 mm
3. Tegangan tali : 160 kg/mm
4. Pembebanan patah : 34900 kg/cm<sup>2</sup>
5. Berat tali : 2,280 kg/m

#### D. Drum

1. Diameter Drum : 24,36 cm
2. Panjang Drum ( L ) : 265,6 mm
3. Jumlah lilitan pada Drum untuk dua tali baja n : 3,6 lilitan
4. Tebal Drum ( W ) : 1,48 cm
5. Tegangan max pada permukaan dalam drum : 88,52 kg/cm
6. Daya untuk menggerakkan drum ( ND ) : 20 Hp

#### E. Lengan Penyangga

1. Type : Hoilow shaft
2. Panjang boom : 3 meter
3. Diameter dalam boom : 5 cm
4. Diameter luar boom : 19,1 cm

#### F. CAKRA

1. Diameter Tali ( d ) : 26,3 mm
2. Diameter izin ( D ) : 1578 mm
3. Perbandingan bush dengan diameter poros cakra : 47,34 cm
4. Diameter poros cakra : 26,14 cm
5. Panjang poros cakra : 70,75 cm
6. Momen max : 70570 kg/cm
7. Momen tahan poros cakra : 1753,54 cm

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bustar 1986." Daftar - Daftar Untuk Konstruksi " ,Jakarta Edisi 13, PT. Paradya Paramitha
- [2] Kents,1950." Mechanical Engineering Hand Book " 12<sup>th</sup> ,Toppan Prting (Co)<sub>s</sub> PT. Singapore
- [3] Muin, S.A, 1990." Pesawat Pengangkat " Jakarta Edisi ke II, CV Rajawali Perss
- [4] Rudenko ,N 1992." Material Hending Equitmen " , Mosco 2<sup>nd</sup> ed. Mir Publisher.

- [5] Sularso, Suga, Kiyokatsu,1986." Dasar Perencanaan Dan Pemeliharaan Elemen Mesin", Jakarta, Edisi ke - 6 PT. Paradya Paramhita.
- [6] Bagus Fatahillah, I Putu SindhuAsmara, Ali Imron," Perancangan Mobile Crane Kapasitas 2 Ton Sebagai Sarana Penunjang Galangan Reparasi', *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application*,Program Studi D4 Teknik Desain dan Manufaktur - Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya