

# Analisis Sistem Tenaga dan *Redesign* Tower Crane Potain MD 900

Intan Kumala Bestari dan I Nyoman Sutantra

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail*: tantra@me.its.ac.id

**Abstrak**— *Tower crane* adalah alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Prinsip yang digunakan dalam menentukan beban yang mampu diangkat oleh *tower crane* adalah berdasarkan prinsip momen. Semakin berat beban yang harus diangkat, maka radius operasi yang dicapai menjadi semakin kecil. Berdasarkan studi lapangan yang telah dilakukan di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya *tower crane* dengan merek Potain MD 900 berkapasitas angkat 50 ton pada jarak lengan 21,10 meter hanya mampu mengangkat beban sebesar 40 ton. Sedangkan pada spesifikasi *tower crane* Potain MD 900 pada jarak lengan yang sama yaitu 21,10 meter beban yang dapat diangkat sebesar 50 ton. Dalam menentukan daya motor pada *tower crane* selain gaya berat (gaya statis) dari beban angkat juga terjadi percepatan (gaya dinamis) yang perlu diperhitungkan. Oleh karena perbedaan nilai dari daya motor terhadap kapasitas angkat ini maka pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis pada perhitungan statis maupun dinamis dalam menentukan daya motor pada *tower crane*. Selain itu perlu juga dilakukan analisis terhadap nilai rasio *gearbox* yang terdapat pada *tower crane* saat ini, sehingga dapat dilakukan *redesign* agar mendapat nilai rasio *gearbox* yang lebih kecil dari saat ini dan harga *gearbox* akan lebih murah. Pada tugas akhir ini terdapat 2 tahapan, yaitu tahap analisis pada perhitungan dinamis maupun statis dalam menentukan daya motor dan rasio *gearbox* yang dibutuhkan dengan kondisi *tower crane* saat ini. Kemudian setelah analisis dilakukan *redesign* pada komponen *hoisting* yaitu tali baja, *pulley* dan drum untuk meningkatkan kemampuan angkat *tower crane* dan juga memperkecil nilai rasio *gearbox*. Hasil perhitungan daya motor dengan kapasitas angkat maksimum sebesar 50 ton pada perhitungan statis didapatkan daya sebesar 88 kW sedangkan pada perhitungan dinamis didapatkan daya sebesar 110 kW. Pada desain lama dengan *rope reeving* 2/1 dan kapasitas 40 ton, dengan perhitungan dinamis didapat daya motor 88 kW dan rasio *gearbox* sebesar 76,76 sedangkan pada hasil *redesign* dengan *rope reeving* 8/1 dan kapasitas 50 ton didapat daya motor 110 kW dan rasio *gearbox* sebesar 10,5.

**Kata Kunci**—*daya motor, putaran drum dan rasio gearbox.*

## I. PENDAHULUAN

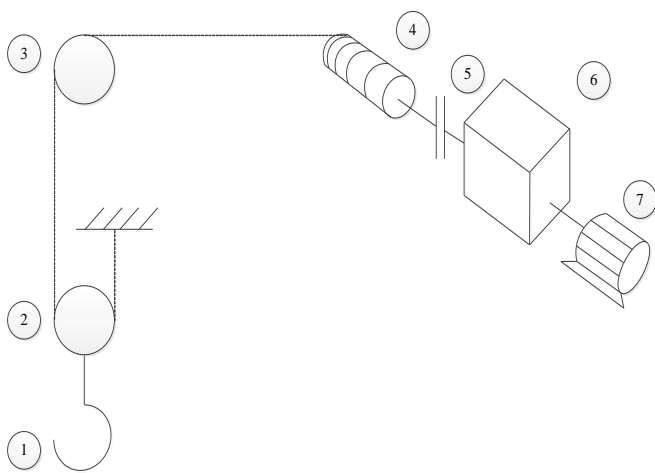
DALAM penyelesaian suatu proyek konstruksi ataupun pada industri galangan kapal biasanya digunakan *crane* sebagai alat bantu untuk mengangkat, mengangkut dan memindahkan suatu material maupun muatan. Salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang perbaikan kapal adalah PT Dok dan Perkapalan Surabaya (DPS). Terdapat 24 *crane* di PT DPS yang dapat mengangkat sampai dengan 300 ton [1].

Prinsip yang digunakan dalam menentukan beban yang mampu diangkat oleh *tower crane* adalah berdasarkan prinsip momen. Panjang lengan *tower crane* dan kemampuan angkut muatan merupakan perbandingan yang bersifat linier. Semakin berat beban yang harus diangkat, maka radius operasi yang dicapai menjadi semakin kecil [2]. Di PT DPS terdapat 2 *tower crane* dengan merek Potain MD 900. *Tower crane* tersebut memiliki kapasitas angkat sebesar 32 ton dan 50 ton, untuk *tower crane* dengan kapasitas angkat 50 ton terdapat *rope reeving* sebesar 2/1. Pada saat pengujian beban angkat didapatkan hasil bahwa *tower crane* dengan kapasitas angkat 50 ton pada jarak lengan 21,10 meter hanya mampu mengangkat beban sebesar 40 ton. Sedangkan pada spesifikasi *tower crane* Potain MD 900 pada jarak lengan yang sama yaitu 21,10 meter seharusnya beban yang dapat diangkat sebesar 50 ton. Pada mekanisme pengangkatan *tower crane* digunakan motor dengan daya sebesar 88 kW. Dalam menentukan daya motor pada *tower crane* selain gaya berat (gaya statis) dari beban angkat juga terjadi percepatan (gaya dinamis) yang perlu diperhitungkan. Oleh karena perbedaan nilai dari daya motor terhadap kapasitas angkat ini perlu dilakukan perhitungan baik secara statis maupun dinamis. Pada *tower crane* untuk mereduksi putaran dari motor yang digunakan untuk memutar drum maka diperlukan adanya *gearbox*. Pemilihan *gearbox* dapat ditentukan berdasarkan nilai rasio *gearbox*, semakin besar nilai rasio *gearbox* maka akan semakin mahal harga *gearbox* tersebut.

Berdasarkan beberapa hal diatas maka pada tugas akhir ini penulis akan melakukan analisis sistem tenaga baik dengan perhitungan dinamis maupun statis, selanjutnya dapat menentukan hal apa saja yang perlu dilakukan *redesign* pada *tower crane* merek Potain MD 900, buatan Perancis tahun 1989 ini agar kapasitas angkatnya naik menjadi 50 ton. Selain itu akan dilakukan analisis juga rasio *gearbox* dengan *rope reeving* yang digunakan pada *tower crane* saat ini sehingga dapat diketahui dengan nilai rasio yang didapat perlu atau tidak dilakukan *redesign* agar mendapatkan rasio *gearbox* yang lebih kecil.

## II. URAIAN PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan dianalisis sistem tenaga pada *tower crane* Potain MD 900 yang terdapat pada PT DPS saat ini, kemudian akan dilakukan *redesign* untuk meningkatkan kemampuan angkat *tower crane* dan memperkecil rasio



Gambar 1. Skema Mekanisme Pengangkat *Tower Crane* Potain MD 900.

*gearbox*. Penelitian ini dimulai dengan melakukan observasi di PT Dok dan Perkapalan Surabaya. Dari observasi ini didapatkan skema mekanisme pengangkat *tower crane* yang ada saat ini, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 :

Keterangan gambar :

1. *Hook*
2. *Hook block pulley*
3. *Pulley*
4. *Drum*
5. *Kopling*
6. *Gearbox*
7. *Motor*

Dari skema mekanisme diatas kemudian dilakukan analisis gaya tegang tali berdasarkan perhitungan statis dan dinamis untuk menentukan nilai daya motor. Pada perhitungan statis, gaya yang diperhitungkan adalah gaya berat beban angkat *tower crane*, sehingga besarnya nilai gaya tegang tali (T) dapat dicari menggunakan persamaan berikut [3]:

$$T = \frac{m_{beban} \times g}{r} \tag{1}$$

dimana,

- $m_{beban}$  = massa beban angkat maksimum pada *tower crane*
- $g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
- $r$  = jumlah *rope reeving*

Sedangkan pada perhitungan dinamis selain gaya berat beban angkat *tower crane*, juga diperhitungkan berat *hook block pulley*, besarnya nilai SWL yaitu 1.25, gaya angkat dan gaya ayun, sehingga gaya tegang tali (T) dapat dicari menggunakan persamaan berikut [3]:

$$T = \frac{W_b + F_i + F_n}{r} \tag{2}$$

dimana,

- $W_b$  = berat beban (N)
- $F_i$  = gaya angkat (N)
- $F_n$  = gaya ayun (N)

Besarnya gaya angkat dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$F_i = ((m_{beban} \times 1.25) + m_{hook}) \times a \tag{3}$$

Sedangkan untuk mencari percepatan pada saat pengangkatan dan penurunan benda [3]:

$$V_t = V_0 + (a \times t) \tag{4}$$

dimana,

- $V_t$  = kecepatan angkat ( $m/s$ )
- $V_0$  = kecepatan awal ( $m/s$ )
- $a$  = percepatan ( $m/s^2$ )
- $t$  = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan konstan (s)

Untuk gaya ayun dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$F_n = ((m_{beban} \times 1.25) + m_{hook}) \times a_n \tag{5}$$

Nilai dari percepatan normal ( $a_n$ ) dapat dicari dengan rumus sebagai berikut [3]:

$$a_n = \frac{v^2}{R} \tag{6}$$

dimana,

- $V$  = kecepatan angkat ( $m/s$ )
- $R$  = panjang tali ketika beban angkat mengalami gaya ayun (m)

Sedangkan nilai R merupakan tinggi angkat muatan dikurangi dengan jarak ketika beban angkat, sesaat mengalami kecepatan konstan yang besarnya adalah sebagai berikut [3]:

$$\Delta h = V_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \tag{7}$$

dimana,

- $V_0$  = kecepatan angkat awal ( $m/s$ )
- $t$  = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan konstan (s)
- $a$  = percepatan ( $m/s^2$ )

Setelah menghitung gaya tegang tali dengan perhitungan statis dan dinamis kemudian menentukan nilai daya motor dengan menggunakan persamaan berikut [3] :

$$P = \frac{T \times V}{1000 \times \eta} \tag{8}$$

dimana,

- T = gaya tegang tali (N)
- V = kecepatan linier *sling* ( $m/s$ )

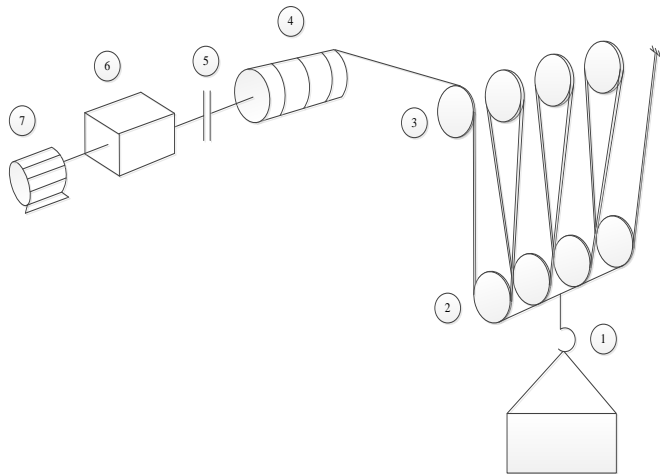
Kemudian dengan perhitungan statis dan dinamis dilakukan perhitungan rasio *gearbox* dengan persamaan sebagai berikut [4]:

$$i = \frac{n_m}{n_{drum}} \tag{9}$$

dimana,

- $n_m$  = putaran motor (rpm)
- $n_{drum}$  = putaran drum (rpm)

Setelah didapatkan nilai rasio *gearbox* dan daya motor, selanjutnya dilakukan analisis kemampuan angkat *tower crane* pada perhitungan statis dan dinamis. Kemudian dari analisis tersebut dilakukan *redesign* pada komponen *hoisting* yakni : tali baja, *pulley*, drum, *gearbox* dan motor dengan *rope reeving* 8. Berikut adalah skema mekanisme pengangkat *tower crane* hasil *redesign* :



Gambar 2. Skema Mekanisme Pengangkat Tower Crane Hasil Redesign.

Keterangan gambar 2 :

1. Hook
2. Hook block pulley
3. Pulley
4. Drum
5. Kopling
6. Gearbox
7. motor

Dari skema redesign diatas kemudian dilakukan pemilihan diameter tali berdasarkan gaya tegang tali pada katalog wire rope. Setelah didapatkan nilai diameter tali kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai diameter pulley dengan persamaan sebagai berikut [5]:

$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d \tag{10}$$

dimana,

- D = diameter pulley pada dasar alurnya (mm)
- d = diameter tali baja (mm)
- e<sub>1</sub> = Faktor yang tergantung pada tipe alat pengangkat dan kondisi operasinya
- e<sub>2</sub> = Faktor yang tergantung pada konstruksi tali

Tabel 2. Harga Minimum Faktor K dan e<sub>1</sub> yang Diizinkan

TIPE ALAT PENGANGKAT	Digerakkan oleh	Kondisi pengoperasian	Faktor K	Faktor e <sub>1</sub>
1. Lokomotif caterpillar-mounted, traktor, dan truk yang mempunyai crane pillar (termasuk excavator) yang dioperasikan sebagai crane dan pengangkat mekanik pada daerah konstruksi dan pekerjaan berkala	Tangan	Ringan	4	16
	Daya	Ringan	5	16
	Daya	Medium	5,5	18
	Daya	Berat dan sangat berat	6	20
	Tangan	Ringan	4,5	18
2. Semua tipe lain dari crane dan pengangkat mekanis	Daya	Ringan	5	20
	Daya	Medium	5,5	25
3. Dereck yang dioperasikan dengan tangan, dengan kapasitas beban terangkat diatas 1 ton yang digandeng pada berbagai peralatan otomotif (mobil, truk, dan sebagainya)	-	Berat dan sangat berat	6	30
	-	-	4	12
	-	-	5,5	20
	-	-	5	20
4. Pengangkat dengan troli	-	-	5	30
5. Penjepit mekanis (kecuali untuk puli pada grabs) untuk pengangkat mekanis pada no 1	-	-	-	-
6. Idem untuk pengangkat mekanis pada no 2	-	-	-	-

Tabel 1. Harga Faktor e<sub>2</sub> yang Tergantung pada Konstruksi Tali

Konstruksi Tali	Faktor e <sub>2</sub>
Biasanya 6 x 19 = 114 + 1 poros :	
Posisi berpotongan	1,00
Posisi sejajar	0,90
Compound 6 x 19 = 114 + 1 poros	
a) Warrington	
Posisi berpotongan	0,90
Posisi sejajar	0,85
b) Seale	
Posisi berpotongan	0,95
Posisi sejajar	0,85
Biasanya 6 x 37 = 222 + 1 poros :	
Posisi berpotongan	1,00
Posisi sejajar	0,90

Nilai e<sub>2</sub> didapatkan dari tabel 1 sedangkan nilai e<sub>1</sub> didapatkan dari tabel 2.

Setelah didapatkan nilai diameter pulley kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai diameter drum dengan persamaan sebagai berikut :

$$D_{drum} = 20 \times d_{tali} \tag{11}$$

Selain diameter drum juga dilakukan perhitungan diameter flange dengan persamaan sebagai berikut :

$$D_2 = D_{drum} + 2(z + 1)d \tag{12}$$

dimana,

- D<sub>2</sub> = diameter drum flange (mm)
- D<sub>drum</sub> = diameter drum (mm)
- z = jumlah tingkat tali pada drum
- d = diameter tali baja (mm)

Sedangkan untuk menentukan lebar drum dapat ditentukan dari katalog drum berdasarkan nilai diameter tali. Kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan putaran diameter dengan persamaan sebagai berikut [5] :

$$n_{drum} = \frac{V_{rope}}{D_{drum} \times \pi} \tag{13}$$

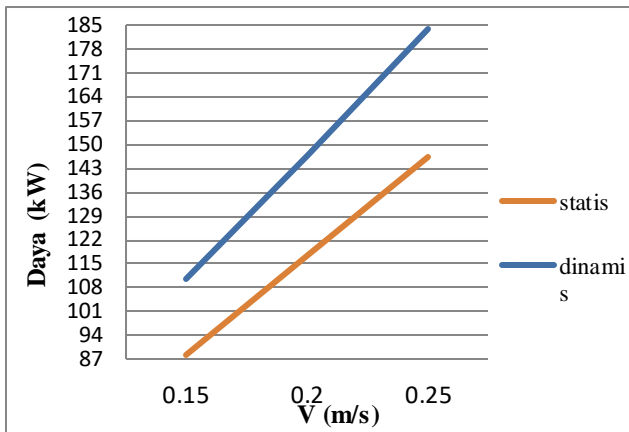
dimana,

V<sub>rope</sub> = kecepatan linier pada sling (m/s)

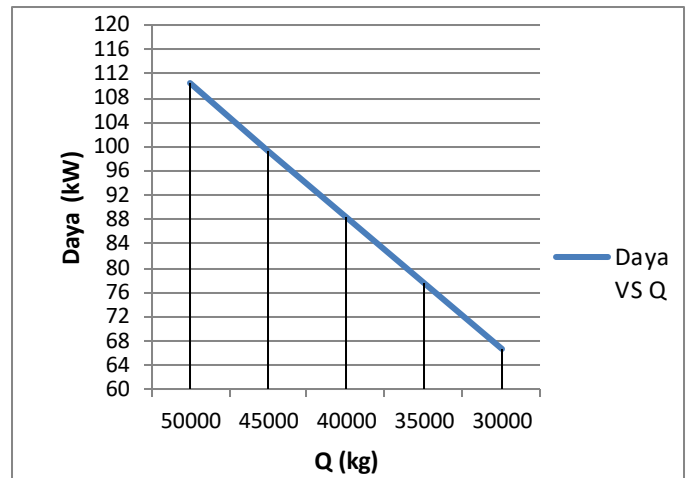
Setelah dilakukan perhitungan pada masing-masing komponen pengangkat, kemudian dilakukan perbandingan desain lama dengan desain baru, untuk diketahui perbedaannya.

### III. HASIL DAN ANALISIS

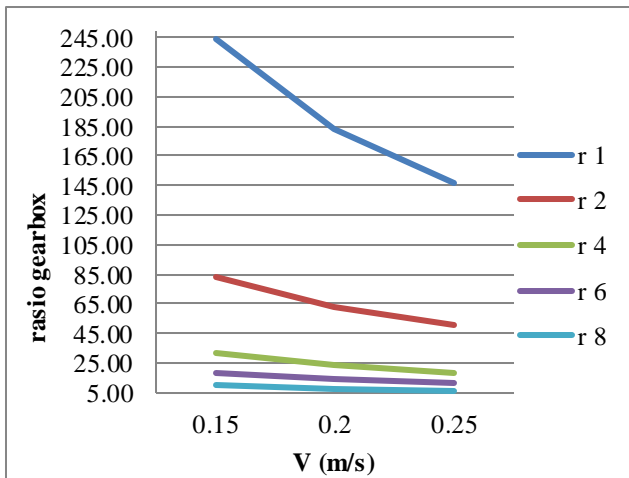
Berdasarkan spesifikasi tower crane Potain MD 900, dibuat grafik kebutuhan daya angkat tower crane terhadap kecepatan dan grafik rasio gearbox terhadap kecepatan, dengan perhitungan statis maupun dinamis.



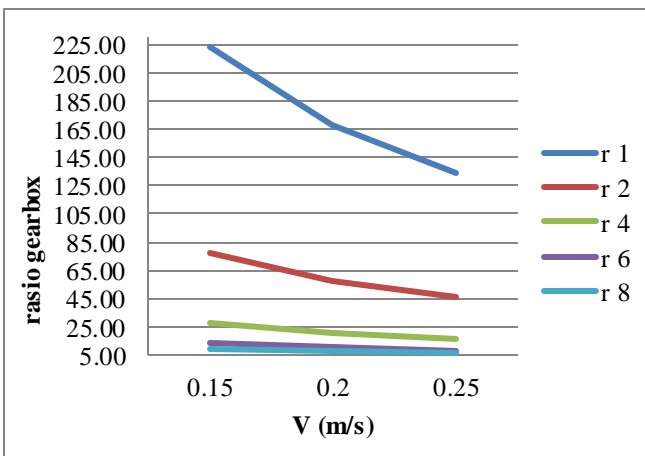
Gambar 3. Grafik Kebutuhan Daya Motor Tower Crane pada Kapasitas 50 Ton dan Rope Reeving 2.



Gambar 6. Grafik Daya VS Kapasitas Angkat.



Gambar 4. Grafik Perhitungan Dinamis Rasio Gearbox Tower Crane pada Kapasitas 50 Ton dan Rope Reeving 2.



Gambar 5. Grafik Perhitungan Statis Rasio Gearbox Tower Crane pada Kapasitas 50 Ton dan Rope Reeving 2.

**A. Perhitungan Kebutuhan Daya Motor Tower Crane pada Kapasitas 50 Ton dan Rope Reeving 2**

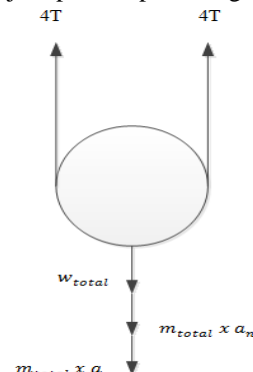
Berdasarkan persamaan (1), (2) dan (8), maka didapatkan grafik daya motor tower crane dengan perhitungan statis dan dinamis pada kapasitas angkat 50 ton, seperti pada gambar 3. Grafik pada gambar 3 menunjukkan bahwa pada perhitungan dinamis nilai kebutuhan daya motor lebih besar bila dibandingkan dengan perhitungan statis.

**B. Perhitungan Rasio Gearbox Tower Crane pada Kapasitas 50 Ton dan Rope Reeving 2**

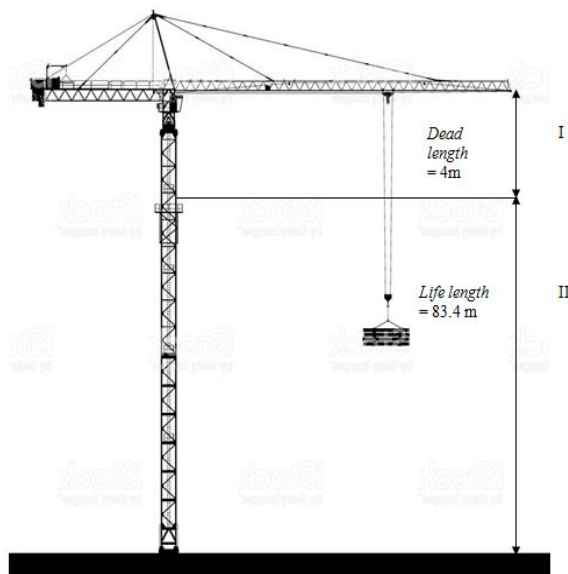
Berdasarkan spesifikasi motor pada putaran 1000 rpm, dengan persamaan (9) dan (13), maka didapatkan grafik rasio gearbox tower crane dengan perhitungan dinamis dan statis pada kapasitas angkat 50 ton, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 dan 5. Pada grafik 4 dan 5 terlihat bahwa semakin besar jumlah rope reeving dan kecepatan angkat maka nilai rasio gearbox semakin kecil, begitu pula sebaliknya. Pada variasi kecepatan angkat yang sama pada gambar 5 terlihat nilai rasio gearbox nya lebih kecil bila dibandingkan dengan pada gambar 4.

**C. Analisis Kemampuan Angkat Tower Crane**

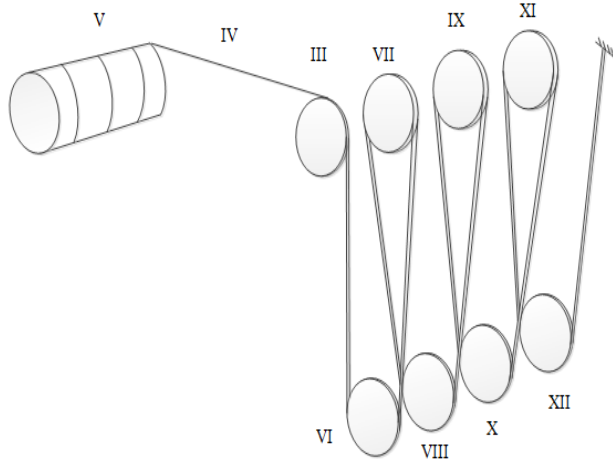
Dengan melakukan perhitungan dinamis seperti pada persamaan (2) dan (8) pada kecepatan angkat 0.15 m/s dan rope reeving 2 maka didapatkan grafik kebutuhan daya motor terhadap variasi beban angkat, seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada gambar 6 dengan daya motor sebesar 88 kW tower crane hanya mampu mengangkat kapasitas sebesar 40 ton dan hal ini sesuai dengan kasus pada PT Dok Surabaya. Oleh karena itu untuk menentukan daya motor berdasarkan kapasitas angkat perlu dilakukan perhitungan dinamis begitu pun dalam melakukan redesign untuk menaikkan kapasitas angkat, sehingga tidak hanya beban angkat yang diperhitungkan namun berat hook block pulley, angka SWL dan juga percepatan yang terjadi perlu diperhitungkan pula.



Gambar 7. Gaya-Gaya yang Bekerja pada Tower Crane Ketika Hoisting.



Gambar 8. Dead Length dan Life Length pada Tower Crane.



Gambar 9. Skema Wire Rope dengan Rope Reeving 8/1.

**D. Pemilihan Tali Baja (Wire Rope) Hasil Redesign pada Kapasitas Angkat 50 Ton, Rope Reeving 8 dan Kecepatan Angkat 0.15 m/s**

Berdasarkan spesifikasi tower crane, dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (4) dan diperoleh nilai dari percepatan linier (a) yaitu 0.003 m/s<sup>2</sup>, dari nilai ini kemudian dapat digunakan untuk mengetahui besarnya gaya angkat yang dapat dihitung menggunakan persamaan (3).

Setelah itu dilakukan perhitungan untuk mencari jarak yang ditempuh oleh beban secara vertikal hingga mencapai kondisi sesaat sebelum konstan dengan menggunakan persamaan (7) dan didapat nilai sebesar 3.625 m, berdasarkan nilai ini dapat diketahui panjang tali ketika mengayun yaitu sebesar 79.7 m. Setelah itu dari nilai panjang tali ketika mengayun kemudian dapat diketahui nilai percepatan normal menggunakan persamaan (6) sebesar 0.0004 m/s<sup>2</sup>. Dari nilai percepatan normal ini kemudian dapat dihitung nilai dari gaya ayun menggunakan persamaan (5).

Setelah didapat nilai dari percepatan linier maupun percepatan normal, maka dapat dihitung gaya tegang yang

diterima tali berdasarkan free body diagram dan persamaan (2), maka didapatkan gaya tegang tali (T) sebesar 77279.60 N. Berdasarkan nilai gaya tegang maka didapatkan nilai diameter tali sebesar 12 mm.

**E. Perhitungan Pulley Hasil Redesign pada Kapasitas Angkat 50 Ton, Rope Reeving 8 dan Kecepatan Angkat 0.15 m/s**

Diameter pulley dapat ditentukan berdasarkan persamaan (10) dan didapat nilai sebesar 270 mm.

**F. Perhitungan Drum Hasil Redesign pada Kapasitas Angkat 50 Ton, Rope Reeving 8 dan Kecepatan Angkat 0.15 m/s**

Diameter drum ditentukan berdasarkan persamaan (11) dan didapatkan nilai sebesar 240 mm. Sedangkan untuk menentukan diameter drum flange (D<sub>2</sub>) digunakan persamaan (12) dan didapatkan nilai sebesar 381 mm. Sedangkan untuk menghitung panjang tali yang dibutuhkan pada rope reeving 8, mengacu pada gambar 8 dan 9 adalah sebagai berikut :

I	4000 mm x 8 fall	= 32000 mm
II	83400 mm x 8 fall	= 667200 mm
III	$\frac{1}{4} \times \pi \times 270 \text{ mm}$	= 212 mm
IV	sesuai skema	= 60000 mm
V	10 lilitan x $\pi \times 240 \text{ mm}$	= 7536 mm
VI	$\frac{1}{2} \times \pi \times 270 \text{ mm}$	= 424 mm
VII	$\frac{1}{2} \times \pi \times 270 \text{ mm}$	= 424 mm
VIII	$\frac{1}{2} \times \pi \times 270 \text{ mm}$	= 424 mm
IX	$\frac{1}{2} \times \pi \times 270 \text{ mm}$	= 424 mm
X	$\frac{1}{2} \times \pi \times 270 \text{ mm}$	= 424 mm
XI	$\frac{1}{2} \times \pi \times 270 \text{ mm}$	= 424 mm
XII	$\frac{1}{2} \times \pi \times 270 \text{ mm}$	= 424 mm
Total		= 769916 mm $\approx$ 770 m

Tabel 3.

Perbandingan Desain Lama dengan Hasil Redesign

	Desain lama	Hasil Redesign			
		2	4	6	8
Rope reeving	2	2	4	6	8
Kapasitas angkat	40000	50000	50000	50000	50000
Daya motor	88 kW	110 kW	110 kW	110 kW	110 kW
Diameter tali	22 mm	24 mm	18 mm	16 mm	12 mm
Diameter drum	440 mm	480 mm	360 mm	320 mm	240 mm
Putaran drum	13.03 rpm	11.94 rpm	31.85 rpm	53.73 rpm	95.54 rpm
Rasio Gearbox	76.76	83.73	31.4	18.61	10.47
Effisiensi Gearbox dengan parallel shaft gear	0.86	0.86	0.86	0.86	0.9
Jumlah pulley	2	2	4	6	8
Panjang sling	238 m	238 m	416 m	593 m	770 m
lebar drum	356 m	356 m	356 m	356 m	248 m
Diameter flange	762 mm	914 mm	610 mm	610 mm	381 mm

Tabel 4.  
Evaluasi Hasil *Redesign Tower Crane Potain MD 900*

Rope reeving	Hasil Redesign			
	2	4	6	8
Diameter tali	Buruk	Cukup	Baik	Sangat Baik
Diameter drum	Buruk	Cukup	Baik	Sangat Baik
Putaran drum	Buruk	Cukup	Baik	Sangat Baik
Rasio Gearbox	Buruk	Cukup	Baik	Sangat Baik
Effisiensi Gearbox dengan <i>parallel shaft gear</i>	Baik	Baik	Baik	Sangat Baik
Jumlah pulley	Sangat Baik	Baik	Cukup	Buruk
Panjang sling	Sangat Baik	Baik	Cukup	Buruk
lebar drum	Baik	Baik	Baik	Sangat Baik
Diameter flange	Buruk	Cukup	Cukup	Baik

Keterangan tabel 4 :

Buruk : 0-40

Cukup : 41-60

Baik : 61-80

Sangat Baik : 81-100

#### G. Pemilihan Motor Hasil Redesign pada Kapasitas Angkat 50 Ton, Rope Reeving 8 dan Kecepatan Angkat 0.15 m/s

Dalam menentukan daya motor hasil *redesign* digunakan persamaan (2) dan (8) dan didapatkan nilai sebesar 110 kW.

#### H. Pemilihan Gearbox Hasil Redesign pada Kapasitas Angkat 50 Ton, Rope Reeving 8 dan Kecepatan Angkat 0.15 m/s

Dengan nilai drum yang sudah didapatkan pada perhitungan sebelumnya yaitu sebesar 240 mm dan jumlah *rope reeving* 8/1 maka nilai putaran drum dapat dicari menggunakan persamaan (13) sehingga didapatkan nilai putaran drum sebesar 95.54 rpm.

Setelah didapatkan nilai putaran drum maka selanjutnya dapat dicari nilai rasio pada *gearbox* menggunakan persamaan (9) dan didapatkan nilai rasio sebesar 10.47.

#### I. Perbandingan Desain Lama VS Hasil Redesign

Dari tabel 3 dapat dilihat dengan menggunakan perhitungan dinamis untuk menaikkan kapasitas angkat menjadi 50 ton dibutuhkan daya motor yang lebih besar dari desain lama yaitu

88 kW. Untuk nilai rasio *gearbox* pada desain lama adalah 76.76 ketika dilakukan *redesign* dengan variasi *rope reeving* maka semakin besar nilai *rope reeving* maka akan semakin kecil rasio *gearbox* nya. Dengan nilai evaluasi seperti pada keterangan tabel 5, maka untuk hasil *redesign* dengan *rope reeving* 2 didapatkan hasil sebesar 58 sehingga masuk kategori cukup. Untuk hasil *redesign* dengan *rope reeving* 4 didapatkan hasil sebesar 68 sehingga masuk kategori cukup baik. Untuk hasil *redesign* dengan *rope reeving* 6 didapatkan hasil sebesar 73 sehingga masuk kategori cukup baik. Dan yang terakhir untuk hasil *redesign* dengan *rope reeving* 8 didapatkan hasil sebesar 84 sehingga masuk kategori sangat baik. Sehingga dapat disimpulkan hasil *redesign* dengan *rope reeving* 8 lebih baik bila dibandingkan dengan hasil *redesign* yang lain.

#### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengolahan data dari penelitian *tower crane* Potain MD 900 ini, tugas akhir ini dapat disimpulkan :

1. Hasil perhitungan daya motor dengan kapasitas angkat maksimum sebesar 50 ton pada perhitungan statis didapatkan daya sebesar 88 kW sedangkan pada perhitungan dinamis didapatkan daya sebesar 110 kW
2. Rasio *gearbox* pada desain *tower crane* yang lama sebesar 76.76 sedangkan *rasio gearbox* hasil *redesign* didapat nilai sebesar 10.5
3. Pada desain lama dengan *rope reeving* 2/1 dan kapasitas 40 ton didapat daya motor 88 kW dan rasio *gearbox* sebesar 76.76 sedangkan pada hasil *redesign* dengan *rope reeving* 8/1 dan kapasitas 50 ton didapat daya motor 110 kW dan rasio *gearbox* sebesar 10.5.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT Dok dan Perkapalan, "Profil Perusahaan," 2011. [Online]. Available: <http://www.dok-sby.id>.
- [2] A. Nurcahyo and C. Bintang, "Optimasi Penempatan Group Tower Crane pada Proyek Pembangunan My Tower Surabaya." 2017.
- [3] R. Hibbeler, *Engineering Mechanics Dynamics*, 12th ed. 2010.
- [4] C. D. Deutschman, Aaron. J. Michels, Walter. E. Wilson, *Machine Design Theory and Practice*. United State of America, 1975.
- [5] N. Rudenko, *Mesin Pengangkat*. Jakarta: Erlangga, 1996.