

ANALISA GAYA PADA TELESCOPIC BOOM TRUCK CRANE XCMG QY50K



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh:

RADHITYA AULIA HAKIM

D 200 130 150

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA GAYA PADA TELESCOPIC BOOM
TRUCK CRANE XCMG QY50K**

PUBLIKASI ILMIAH

Disusun Oleh :

RADHITYA AULIA HAKIM

NIM: D 200 130 150

NIRM: 13 6 106 03030 50150

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing

Tugas Akhir



(Ir. Sartono Putro.,MT)

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA GAYA PADA TELESCOPIC BOOM
TRUCK CRANE XCMG QY50K**

Disusun Oleh :

RADHITYA AULIA HAKIM

NIM: D 200 130 150

NIRM: 13 6 106 03030 50150

**Telah disetujui dan dipertahankan dihadapan Dewan Penguji
Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 19 Juli 2017
Dan dinyatakan memenuhi syarat**

Dewan Penguji :

1. Ketua : **Ir. Sartono Putro.,MT**
2. Sekretaris : **Ir. Subroto.,MT**
3. Anggota : **Ir. Tri Tjahjono.,MT**

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan Fakultas Teknik,


Ir. Sri Sunarjono, MT., PhD

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terdapat bukti ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 19 Juli 2017

Penulis



Radhitva Aulia Hakim

D200130150

ANALISA GAYA PADA TELESCOPIC BOOM

TRUCK CRANE XCMG QY50K

ABSTRAKSI

Telescopic boom / lengan *telescopic* merupakan salah satu komponen utama sistem load lifting pada *truck crane* yang digerakkan dengan sistem hydraulic. Lengan tersebut terdiri dari 1 *baseboom* dan 4 section yang dapat memanjang hingga mencapai 40,1 m. Media pengangkatan menggunakan *hook* dan *wire rope* yang terpasang pada *winch drum*. Pada saat pengangkatan beban, *elevating cylinder* akan mengangkat *telescopic boom* sehingga membentuk sudut pengangkatan dan radius kerja serta akan terjadi gaya-gaya reaksi pada *telescopic boom* akibat pembebanan.

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui besar gaya reaksi yang bekerja pada *telescopic boom* dengan variasi penambahan panjang lengan dari lengan 1 (*baseboom*) hingga lengan 5 (*full extended*), beban pengangkatan 50 ton, sudut pengangkatan 70° dan daya pompa yang dibutuhkan *elevating cylinder* untuk mengangkat *telescopic boom* akibat gaya reaksi dari pembebanan.

Dari hasil analisa gaya reaksi terbesar akibat pembebanan pada *telescopic boom* dengan sudut pengangkatan 70° dan beban pengangkatan 50 ton terjadi pada kondisi lengan terbuka sepenuhnya 5 section (40,1m) yaitu gaya $A_y = 4677647,65$ N, $A_x = 1707923,94$ N di tumpuan A dan gaya $B_y = 5348016,15$ N, $B_x = 1707923,94$ N di tumpuan B.

Sedangkan untuk daya pompa yang dibutuhkan *elevating cylinder* pada kondisi tersebut adalah $N_p = 36,28$ HP dengan tekanan hidrolis $P = 4254587,19$ kg/m², kecepatan angkat silinder $V = 0,0311$ m/detik, dan Oil flow rate $Q = 3,917 \times 10^{-3}$ m³ / detik

Kata Kunci : *telescopic boom, truck crane, elevating cylinder, gaya reaksi, daya pompa.*

ABSTRACT

Telescopic boom / telescopic arm is one of the main components of load lifting system in hydraulic truck cranes. The arm consists of 1 baseboom and 4 section that can extend up to 40.1 m. Lifting media using hook and wire rope mounted on the drum winch. At the time of lifting the load, the elevating cylinder

will lift the telescopic boom to form the angle of lift and radius of work and there will be reaction forces in the telescopic boom due to loading.

This analysis aims to determine the magnitude of the reaction force acting on a telescopic boom with variations of the addition of arm length from arm 1 (baseboom) to arm 5 (full extended), lifting load 50 tons, elevation angle of 70° and pump power required elevating cylinder to lift Telescopic boom due to the reaction force of the loading.

From the analysis result of the biggest reaction force due to the loading of telescopic boom with the elevation angle of 70° and the lifting load of 50 tons occurred at fully open arm condition 5 section (40,1m) is force $A_y = 4677647,65$ N, $A_x = 1707923,94$ N at A pedestal and force $B_y = 5348016,15$ N, $B_x = 1707923.94$ N at pedestal B.

As for the power of the required pump elevating cylinder on the condition is $N_p = 36,28$ HP with hydraulic pressure $P = 4254587,19$ kg/m², cylinder lift speed $V = 0,0311$ m/s, and Oil flow rate $Q = 3,917 \times 10^{-3}$ m³ / s

Keyword : telescopic boom, truck crane, elevating cylinder, reaction force, power of pump.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Truck crane merupakan jenis crane yang terpasang langsung pada truck dan dapat memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lainnya, mengangkat dan memangkat beban hingga puluhan ton sesuai dengan kapasitas pengangkatan crane. Truck crane terbagi 2 yaitu bagian atas (*upperstructure*) dan bagian bawah (*understructure*)

Sistem pengangkatan dilakukan pada bagian *upperstructure crane*, dimana terpasang *attachment* pengangkat dan pengangkut berupa lengan teleskopik (*telescopic boom*) yang terdiri dari beberapa section sehingga dapat di ekspansikan sesuai kebutuhan dan batas panjang lengan saat proses *load lifting*. Untuk mengangkat dan menurunkan lengan digerakkan dengan *cylinder boom / elevating cylinder* sampai ketinggian tertentu. Untuk proses pengambilan dan pengangkatan barang digunakan kait, pada tiap barang / benda akan diangkat diberikan sling (tali pengait) sehingga proses pengangkatan dapat lebih efisien. Kemudian kait akan diangkat dengan tali baja yang terlilit pada winch drum / katrol .

Melalui observasi ini, penulis merumuskan masalah pada lengan/*telescopic boom* yang berfungsi sebagai pengangkat beban sekaligus menerima gaya-gaya besar pada tiap section / bagiannya nya selama proses pengangkatan berlangsung. Saat terjadi gaya-gaya reaksi perlu diperhatikan faktor-faktor seperti sudut pengangkatan, radius kerja, panjang lengan dan beban yang diangkat sehingga *boom* mampu mengangkat dan memindahkan beban dari suatu tempat ke tempat yang lain. Selain itu dapat dirumuskan daya pompa yang dibutuhkan silinder angkat saat melawan gaya pembebanan

Skripsi ini ditulis untuk menghitung dan menganalisa gaya-gaya reaksi yang terjadi begitu *telescopic boom* melakukan pengangkatan beban dengan sudut pengangkatan (70°), beban pengangkatan maksimum dan penambahan panjang lengan tiap sectionnya. Dari data-data hasil analisa, nantinya akan dapat dijadikan perbandingan untuk mengetahui daya pompa yang dibutuhkan untuk menggerakkan silinder angkat saat melawan gaya pembebanan selama proses pengangkatan berlangsung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana analisa besar dan arah gaya yang terjadi pada lengan / *telescopic boom truck crane QY50K*. Dalam kondisi sudut pengangkatan optimal *telescopic boom* (70°) dengan beban pengangkatan dan perubahan panjang lengan (penambahan panjang hingga 5 section boom)
2. Bagaimana analisa daya yang dibutuhkan pompa pada silinder angkat / *elevating cylinder* saat melawan gaya pembebanan dari *telescopic boom*. Dalam kondisi sudut pengangkatan optimal *telescopic boom* (70°) dengan beban pengangkatan dan perubahan panjang lengan (penambahan panjang hingga 5 section boom)

1.3 Tujuan Kegiatan

Adapun tujuan dari kegiatan ini antara lain:

1. Mengetahui besarnya gaya yang terjadi pada lengan / *telescopic boom* dalam saat proses pengangkatan dengan memperhitungkan faktor panjang lengan, sudut pengangkatan, beban yang diangkat, dan radius kerja
2. Mengetahui kenaikan gaya reaksi yang terjadi pada tumpuan silinder *boom* setiap penambahan lengan *crane*.
3. Mengetahui daya yang dibutuhkan pompa pada silinder angkat / *elevating cylinder* untuk melawan gaya pembebanan dari *telescopic boom* agar crane dapat terangkat.

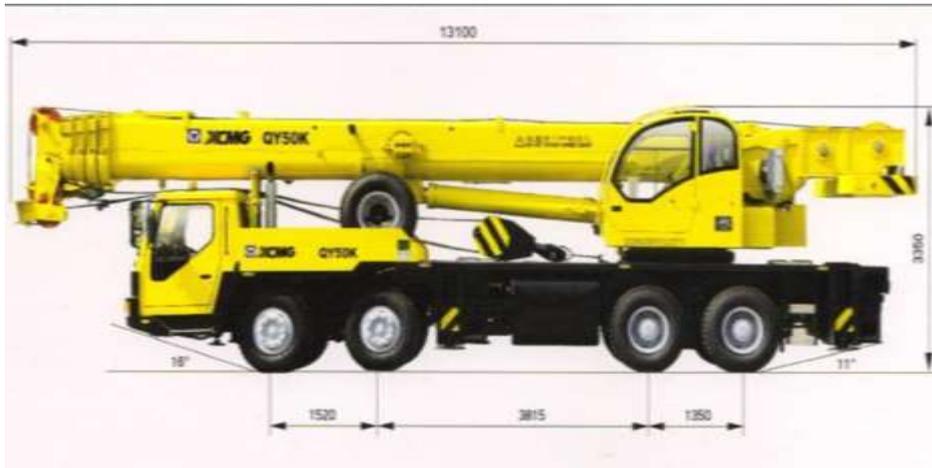
1.4 Batasan Masalah

Dalam laporan ini penulis hanya membatasi masalah tentang

1. Gaya-gaya reaksi yang bekerja pada section *telescopic boom truck crane QY50K* dalam kondisi sudut pengangkatan *telescopic boom* (70°) dengan beban maksimum (50 ton) dan perubahan panjang lengan (penambahan panjang hingga 5 section boom).
2. Daya yang dihasilkan gear pump pada silinder angkat / *elevating cylinder* saat melawan gaya pembebanan dari *telescopic boom* terhadap perubahan panjang lengan (penambahan panjang hingga 5 section boom) pada kondisi sudut pengangkatan *telescopic boom* (70°) dan beban maksimum (50 ton)

1.5 Truck Crane

Kegiatan ini mengambil model pada truck crane XCMG QY50K Berkendali hidrolis yang *telescopic boom* nya memiliki 4 *section* dan satu *base boom* terbuat dari baja dengan *high tension* struktur yang tahan putaran.



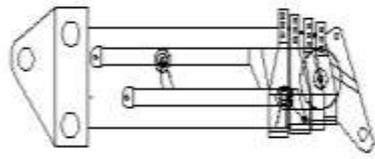
Gambar 1.1. *Truck crane* XCMG QY50K

1.6 Telescopic Boom

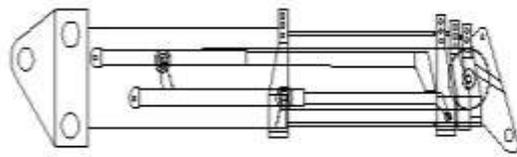
Lengan (*Boom*) merupakan attachment untuk mempermudah *crane* dalam melakukan kerja yang berfungsi sebagai pengangkat beban untuk memindahkannya dari satu tempat ke tempat lain. Pada kegiatan ini diasumsikan bobot maksimum dari beban yang diangkat adalah sebesar 50 ton sesuai dengan kapasitas pengangkatan maksimum. *Telescopic boom* akan menerima gaya-gaya besar yang akan ber-reaksi saat pengangkatan beban berlangsung maupun gerakan memanjang dan memendek pada lengannya. Saat gerakan memanjang dan memendekkan *boom* harus disesuaikan dengan sudut pengangkatan, radius kerja, tinggi pengangkatan, panjang *boom* dan beban pengangkatan untuk menjaga keseimbangan dari *truck crane* saat proses pengangkatan

Pada *Truck Crane* XCMG QY 50K *telescopic boom* terdiri dari 1 *base boom* dan 4 *section* yang dapat memanjang (*extend*) sesuai kebutuhan pekerjaan.dengan spesifikasi sebagai berikut :

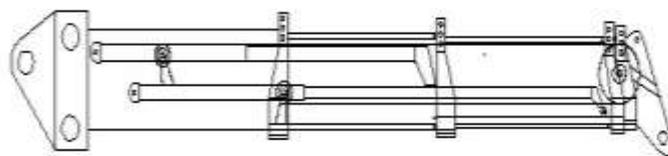
- Kapasitas pengangkatan maksimum: 50 ton
- Panjang *boom*: 10.7m - 40.1m
- Waktu ekspansi *boom*: (10.7m ~ 40.1m) dalam 180 detik.



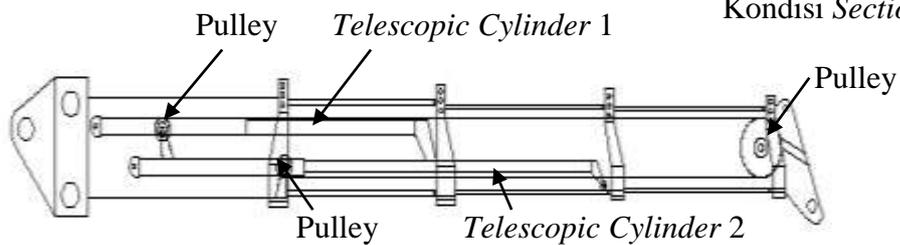
Kondisi *Baseboom*



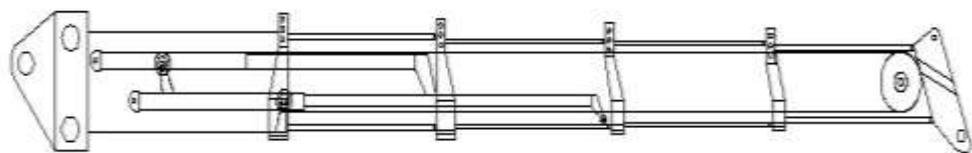
Kondisi *Section 1-2*



Kondisi *Section 1-3*



Kondisi *Section 1-4*



Kondisi *Section 1-5*

Gambar 1.2 Langkah *extend telescopic boom* dari section 1 hingga section 5

Sistem kerja *boom section 2nd, 3rd, 4th, 5th* digerakkan dengan dua *telescopic cylinder* secara berurutan dan dibantu dengan 3 *guide wheel* dan *wire* untuk full ekspansinya. Setelah *boom section 2nd 3rd 4th dan 5th* yang digerakkan oleh *telescopic cylinder I* memanjang, pada saat yang sama *boom section 3rd 4th 5th* digerakkan oleh *telescopic cylinder II* dan *wire rope* memanjang secara serempak. Lalu saat gerakan memendek, *boom section 3rd 4th 5th* akan digerakkan oleh *telescopic cylinder II* dan *wire rope* memendek secara serempak, kemudian *boom section 2nd 3rd 4th dan 5th* yang digerakkan

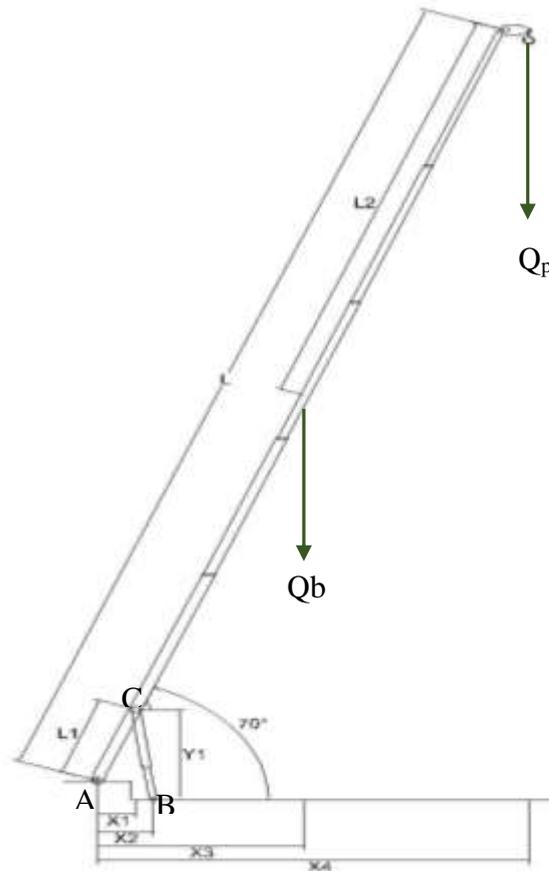
oleh *telescopic cylinder* akan memendek pada waktu yang sama. Gerakan naik turun pada *telescopic boom* akan membentuk sudut tertentu yang diperbolehkan untuk menjaga kestabilan dan kekuatan pengangkatan beban.

1.7 Spesifikasi pada *Truck Crane XCMG QY50K*

Kategori	Subjek	Satuan	Parameter	
Main Lifting Performance	Total beban pengangkatan maksimal	ton	50	
	Radius kerja minimal	m	3	
	Radius putar pada ujung turntable	mm	3482	
	Beban moment max	Base <i>Boom</i>	kN.m	1764
		Fully-extended <i>boom</i>	kN.m	823.2
		Fully-extended <i>boom + jib</i>	kN.m	492.8
	Outrigger span	Longitudinal	m	5.65
		Lateral	m	6.6
	Tinggi hoist	Base <i>Boom</i>	m	10.75
		Fully-extended <i>boom</i>	m	40
		Fully-extended <i>boom + Jib</i>	m	55.8
	Panjang <i>boom</i>	Base <i>Boom</i>	m	10.7
		Fully-extended <i>boom</i>	m	40.1
		Fully-extended <i>boom + Jib</i>	m	55.1
	Sudut offset jib		°	0,15,30

Tabel 1.1 Data teknis pada pengangkatan *crane*

1.8 Gaya yang Terjadi Pada Telescopic Boom

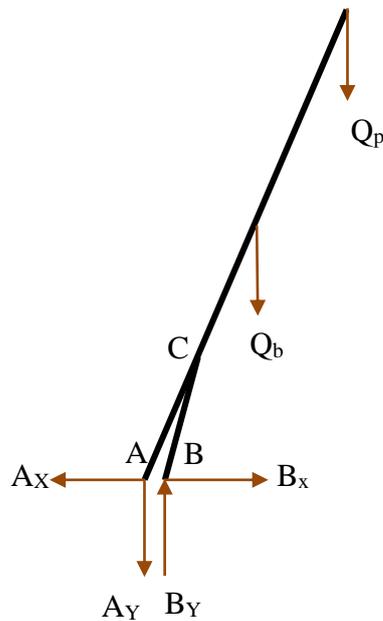


Gambar 1.3 Ilustrasi 5 lengan telescopic

Gaya adalah interaksi yang cenderung menyebabkan sebuah benda bermassa mengalami perubahan gerak dari keadaan diam, dimana gaya itu bekerja pada benda tersebut. Gaya memiliki besar harga (magnitude), titik tangkap gaya (point of application), arah gaya (direction).

Truck crane yang merupakan alat pengangkat beban, akan banyak terdapat gaya-gaya yang bekerja pada *truck*, *telescopic boomcrane*, *elevating cylinder* pada *boom*. Pada skripsi ini penulis berfokus pada gaya yang terjadi di *telescopic boom* pada *crane* dengan beban maksimum, panjang lengan yang berubah sementara sudut pengangkatan pada 70°

Terlihat 5 section lengan pada *telescopic boom* dengan Q_b (berat lengan) terjadi pada titik tengah dari total panjang lengan dan Q_p (berat pengangkatan) akan terjadi pada ujung lengan/hook. Sementara pada pangkal lengan terdapat 3 tumpuan. Tumpuan A pada pangkal *telescopicboom*, tumpuan B pada pangkal *elevating cylinder*, tumpuan C pada ujung *elevating cylinder*.



Gambar 1.4 Gaya-gaya yang terjadi pada lengan

Pada ilustrasi diatas, dengan sudut pengangkatan 70° tumpuan A dan B akan menerima gaya geser A_x dan B_x sementara gaya vertikal F_y akan terjadi pada tumpuan A dan B, dimana tumpuan A menerima gaya tekan akibat berat dari lengan dan tumpuan B menerima gaya dorong akibat dorongan dari *elevating cylinder* saat akan menaikkan lengan. Sedangkan tumpuan C akan menerima gaya gaya vertikal dari A B , gaya dari berat lengan (Q_b) dan gaya dari beban pengangkatan (Q_p).

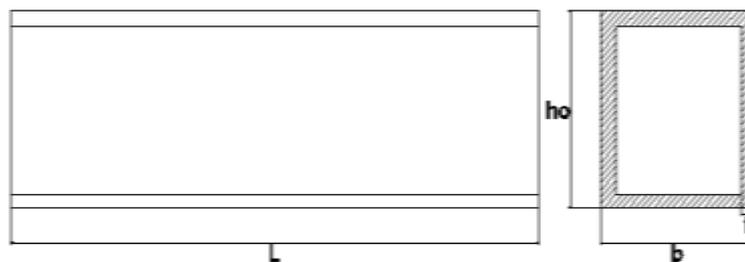
Setelah diketahui gaya yang bekerja pada telescopic boom, gaya reaksi yang bekerja pada tumpuan A,B,C dapat dianalisa dengan kondisi persamaan kesetimbangan sebagai berikut.

dimana :

$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ \sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \end{aligned}$$

1.9 Dimensi pada Section *Telescopic Boom*

Dimensi lengan yang digunakan untuk analisa perhitungan pada profil *telescopic boom* dibawah ini



Gambar 1.5 Profil *telescopic boom*

Keterangan :

- L = Panjang lengan
- ho = Tinggi lengan
- bo = Lebar lengan
- t = Ketebalan lengan

Berdasarkan kegiatan observasi pada PT. Gaya Makmur Tractors dan panduan dari OMM (Outbook Manual Maintenance) , maka dimensi setiap section *telescopic boom* pada *Truck Crane XCMG QY50K* dapat dilihat pada tabel berikut :

Section	Panjang/ L (m)	Lebar /bo (mm)	Tinggi / ho (mm)	Tebal/ t (mm)
Lengan 1 (Base boom)	10,71	450	700	30
Lengan 2	7,35	400	650	30
Lengan 3	7,35	350	600	30
Lengan 4	7,35	300	550	30
Lengan 5	7,35	250	500	30

Tabel 1.2 Dimensi pada *telescopic boom*

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam analisa gaya pada lengan

1. Luas Penampang pada *Telescopic Boom*

Dimensi-dimensi pada lengan tujuannya untuk mengetahui luas penampang masing-masing lengan. Untuk mencari luas penampang dapat digunakan persamaan : Kurt M. Marshek (hal 56)

$$A = (ho \times bo) - ((ho - 2t) \times (bo - 2t)) \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

- A = Luas penampang *telescopic boom*
- ho = Tinggi lengan
- bo = Lebar lengan
- t = Ketebalan lengan

2. Perhitungan Berat *Telescopic Boom*

Berat setiap lengan pada *truck crane* berbeda tergantung dari sectionnya, untuk mencari berat lengan dapat digunakan data dimensi setiap lengan dengan memasukkan ke persamaan-persamaan berikut :

$$Q_b = A \times L \times \gamma \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- Q_b = Berat tiap section *boom*
- A = Luas penampang *telescopic boom*
- L = Panjang *boom*
- γ = Berat jenis baja (N/m^3) = (77000 N/m^3)

3. Beban Total pada Lengan

$$W_x = Q_p + Q_b \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

- W_x = Beban total yang akan diangkat *truck crane*
- Q_p = Kapasitas pengangkatan maksimum *truck crane*
- Q_b = Berat seluruh *telescopic boom*

1.10 External Gear Pump

Pada unit XCMG *Truck Crane QY50K* menggunakan pompa hidrolis terdiri dari (**empat *external gear pump***) yang disambungkan dengan kopleng. *Gear pump* adalah jenis pompa *positive displacement* dimana fluida akan mengalir melalui celah-celah roda gigi dengan dinding rumahnya. Sedangkan pompa *positive displacement* berarti pompa tersebut menghisap sejumlah fluida yang terjebak yang kemudian ditekan dan dipindahkan ke arah keluaran (*outlet*).

Saat proses pengangkatan beban, *elevating cylinder* yang melakukan pengangkatan pada *telescopic boom* akan menerima beban gaya dari berat lengan maupun beban angkat. Oleh karena itu perlu diketahui daya pompa, agar *elevating cylinder* dapat bekerja secara optimal.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mencari daya pompa

1. Tekanan hidrolik pada *elevating cylinder*:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(4)$$

keterangan :

- P : Tekanan hidrolik (kg/cm^2)
- F : Gaya *hydraulic cylinder* (N)
- A : Luas alas *hydraulic cylinder* (cm^2)

2. Luas alas *hydraulic cylinder*:

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots(5)$$

keterangan :

- A : luas alas *hydraulic cylinder* (mm^2)
- π : konstanta untuk mencari luas lingkaran
- d : diameter lingkaran alas silinder (mm), dimana diameter alas silinder adalah 40 cm

3. Kecepatan angkat silinder :

$$V = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(6)$$

keterangan :

V : Kcepatan angkat *hydraulic cylinder* (cm/detik)

s : Panjang Langkah (cm), dimana panjang langkah / stroke adalah 273 cm

t : Waktu pengangkatan (detik)

4. Oil flow rate / kapasitas aliran oli

$$Q = V.A \dots\dots\dots(7)$$

keterangan :

Q : kapasitas aliran oli (cm³/menit)

V : Kcepatan angkat *hydraulic cylinder* (cm/detik)

A : luas alas *hydraulic cylinder* (mm²)

5. Daya untuk menggerakkan pompa

$$Np = \frac{P.Q}{450} \text{ ps} \dots\dots\dots(8)$$

keterangan :

Np : Daya untuk menggerakkan pompa (HP)

P : Tekanan hydraulic (kg/cm²)

Q : kapasitas aliran oli (cm³/menit)

450 Angka konversi untuk PS

II. Metode Penelitian

2.1 Analisa Berat Lengan Keseluruhan

2.1.1 Luas Penampang pada *Telescopic Boom*

1) Section 1 (Base boom)

$$\begin{aligned} A &= (ho \times bo) - ((ho - 2t) \times (bo - 2t)) \\ &= (700 \times 450) - ((700 - 2.30) \times (450 - 2.30)) \\ &= (315000) - (249600) \\ &= 65400 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0654 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2) Section 2

$$\begin{aligned} A &= (ho \times bo) - ((ho - 2t) \times (bo - 2t)) \\ &= (650 \times 400) - ((650 - 2.30) \times (400 - 2.30)) \\ &= (260000) - (200600) \\ &= 59400 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0594 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3) Section 3

$$\begin{aligned} A &= (ho \times bo) - ((ho - 2t) \times (bo - 2t)) \\ &= (600 \times 350) - ((600 - 2.30) \times (350 - 2.30)) \\ &= (210000) - (156600) \end{aligned}$$

$$= 54000 \text{ mm}^2$$

$$= 0,0540 \text{ m}^2$$

4) Section 4

$$A = (h_o \times b_o) - ((h_o - 2t) \times (b_o - 2t))$$

$$= (550 \times 300) - ((550 - 2.30) \times (300 - 2.30))$$

$$= (165000) - (117600)$$

$$= 47400 \text{ mm}^2$$

$$= 0,0474 \text{ m}^2$$

5) Section 5

$$A = (h_o \times b_o) - ((h_o - 2t) \times (b_o - 2t))$$

$$= (500 \times 250) - ((500 - 2.30) \times (250 - 2.30))$$

$$= (125000) - (83600)$$

$$= 41400 \text{ mm}^2$$

$$= 0,0414 \text{ m}^2$$

2.1.2 Perhitungan Berat *Telescopic Boom*

1) Section 1 (Base boom)

$$Q_{b1} = A \times L \times \gamma$$

$$= 0,0654 \times 10,71 \times 77000$$

$$= 53933,41 \text{ N}$$

2) Section 2

$$Q_{b2} = A \times L \times \gamma$$

$$= 0,0594 \times 7,35 \times 77000$$

$$= 33617,43 \text{ N}$$

3) Section 3

$$Q_{b3} = A \times L \times \gamma$$

$$= 0,0540 \times 7,35 \times 77000$$

$$= 30561,3 \text{ N}$$

4) Section 4

$$Q_{b4} = A \times L \times \gamma$$

$$= 0,0474 \times 7,35 \times 77000$$

$$= 26826,03 \text{ N}$$

5) Section 5

$$Q_{b5} = A \times L \times \gamma$$

$$= 0,0414 \times 7,35 \times 77000$$

$$= 23430,33$$

Berat total lengan adalah

$$Q_{btotal} = Q_{b1} + Q_{b2} + Q_{b3} + Q_{b4} + Q_{b5}$$

$$= 53933,41 + 33617,43 + 30561,3 + 26826,03 + 23430,33$$

$$= 170368,5 \text{ N}$$

Beban pengangkatan maksimum dalam Newton adalah

$$Q_p = Q_p \cdot g$$

$$= 50000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$= 500000 \text{ N}$$

1) Radius Kerja(X)

Panjang *telescopic boom* saat ekstensi penuh (5 section) = 40,1 m

$$\begin{aligned} X_1 &= L_1 \cos \alpha \\ &= 3 \cos 70^\circ \\ &= 1,026 \text{ m} \end{aligned}$$

$X_2 = 1.5 \text{ m}$ (spesifikasi *truck crane*)

$$\begin{aligned} X_3 &= L_2 \cos \alpha \\ &= 20,05 \cos 70^\circ \\ &= 6,85 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_4 &= L \cos \alpha \\ &= 40,1 \cos 70^\circ \\ &= 13,71 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_1 &= L_1 \sin \alpha \\ &= 3 \sin 70^\circ \\ &= 2,81 \text{ m} \end{aligned}$$

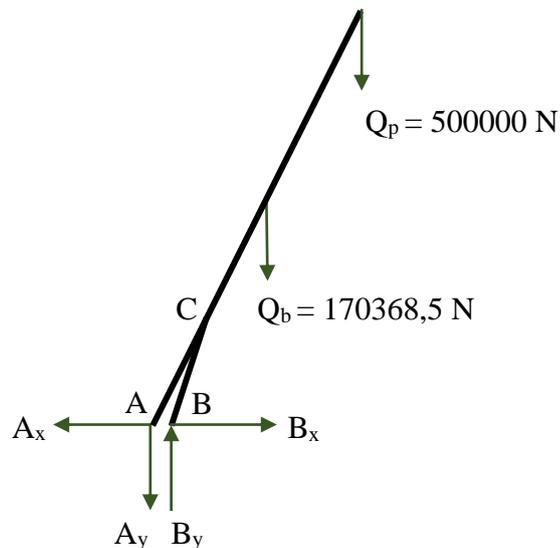
2) Analisa gaya-gaya pada titik A dan B

Persamaan kesetimbangan pada gaya reaksi untuk tumpuan A dan B :

$$\sum M = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$



Gambar 2.2 Arah gaya yang terjadi di titik A dan B pada kondisi panjang 5 lengan (full extended), beban kerja 50 ton dan sudut kerja 70°

$$\sum M_B = 0$$

$$Q_p (X_4 - X_2) + Q_b (X_3 - X_2) - A_y (X_2) = 0$$

$$500000 (13,71 - 1,5) + 170368,5 (6,85 - 1,5) - A_y (1,5) = 0$$

$$A_y = \frac{6105000 + 911471,47}{1,5}$$

$$\begin{aligned} &= 4677647,65 \text{ N} \end{aligned}$$

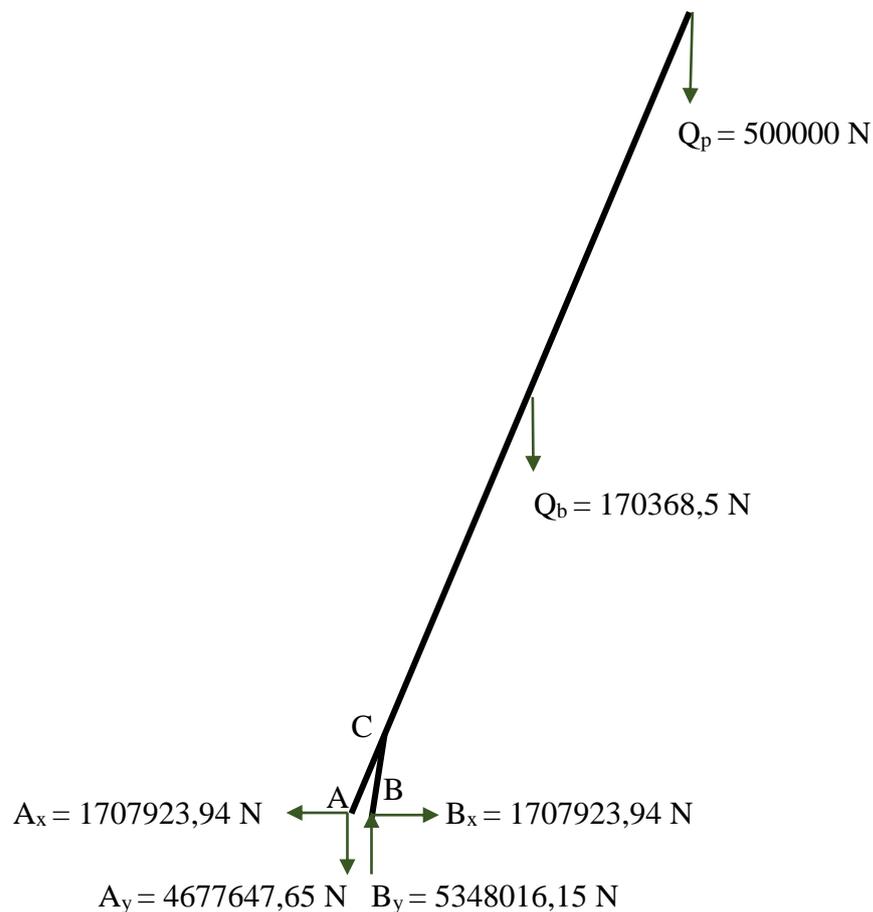
$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ B_y - (A_y + Q_b + Q_p) &= 0 \\ B_y - (4677647,65 + 170368,5 + 500000) &= 0 \\ B_y &= 4677647,65 + 170368,5 + 500000 \\ &= 5348016,15 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum M_C &= 0 \\ -A_y (X_1) + A_x (Y_1) &= 0 \\ -4677647,65 (1,026) + A_x (2,81) &= 0 \\ A_x &= \frac{4799266,28}{2,81} \\ &= 1707923,94 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ -A_x + B_x &= 0 \\ -1707923,94 + B_x &= 0 \\ B_x &= 1707923,94 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum M_A &= 0 \\ -B_y (X_2) + Q_b (X_3) - Q_p (X_4) &= 0 \\ -5348016,15 (1,5) + 170368,5 (6,85) + 500000 (13,71) &= 0 \\ -8022024,22 + 8022024,22 &= 0\end{aligned}$$

Maka besar gaya yang terjadi pada *truck crane*



Gambar 2.3 Besar gaya yang terjadi di titik A dan B pada kondisi panjang 5 lengan (full extended), beban kerja 50 ton dan sudut kerja 70°

3) Daya Gear Pump pada Elevating Cylinder

a. Luas alas *elevating cylinder*

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot 0,4^2 \\ &= 0,1257 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Tekanan pada *elevating cylinder*

$$\begin{aligned} \text{Gaya pada } \textit{elevating cylinder} \text{ yaitu } B_y &= 5348016,15 \text{ N} \\ &= 534801,61 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{534801,61 \text{ kg}}{0,1257 \text{ m}^2} \\ &= 4254587,19 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

c. Kecepatan angkat silinder:

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{2,73 \text{ m}}{87,6 \text{ detik}} \\ &= 0,0311 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

d. Oil flow rate / Kapasitas aliran oli (cm³/menit)

$$\begin{aligned} Q &= V \cdot A \\ &= 0,0311 \text{ m/detik} \times 0,1257 \text{ m}^2 \\ &= 3,917 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{detik} \end{aligned}$$

e. Daya untuk menggerakkan pompa

$$\begin{aligned} N_p &= \frac{P \cdot Q}{450} \text{ ps} \\ &= \frac{4254587,19 \text{ kg/m}^2 \times 3,917 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{detik}}{450} \text{ ps} \\ &= \frac{16665,21 \text{ kg.m/s}}{450} \text{ ps} \\ &= 37,03 \times 0,98 \text{ (HP)} \\ &= 36,28 \text{ HP} \end{aligned}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan dalam Tabel

3.1.1 Hasil Perhitungan Gaya Reaksi dalam Tabel

Gaya yang bekerja pada tumpuan *telescopic boom truck crane* QY50K A yaitu A_x , A_y dan pada tumpuan B yaitu B_x , B_y dengan setiap penambahan panjang lengan yang dapat dijabarkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

No	Sudut Kerja (°)	Beban Angkat (N)	Panjang Lengan (m)	Gaya Reaksi (N)			
				A_x	B_x	A_y	B_y
1	70	50000	10,71	276981,53	276981,53	758594,64	1428963,14
2	70	50000	18,05	634514,53	634514,53	1737802,96	2408171,40
3	70	50000	25,4	991640,93	991640,93	2715897,69	3386266,19
4	70	50000	32,75	1350598,36	1350598,36	3699007,23	4369375,73
5	70	50000	40,1	1707923,94	1707923,94	4677647,65	5348016,15

Tabel 3.1 Gaya-gaya reaksi pada setiap penambahan panjang lengan

Dari tabel 3.1. terlihat pertambahan section lengan (boom) pada beban maksimum dan sudut angkat 70° sangat berpengaruh terhadap gaya-gaya reaksi yang terjadi di tumpuan A dan B. Semakin bertambahnya panjang lengan dari dari baseboom (section 1) hingga ekspansi penuh (section 5) pada saat pengopersian maka akan bertambah besar gaya-gaya reaksi yang terjadi di titik tumpuan tersebut.

Gaya A_x dan B_x adalah merupakan kesetimbangan dari gaya (F_x) yang terjadi pada titik A dan B terhadap sumbu X, sehingga hasil dari perhitungan diperoleh $A_x = B_x$. Besar gaya yang terjadi di kedua titik tersebut harus seimbang terhadap sumbu X agar kendaraan aman pada saat pembebanan maksimum dengan panjang lengan yang berbeda-beda

Gaya A_y dan B_y merupakan gaya reaksi terhadap beban pengangkatan dan berat lengan. Pada tumpuan A mengalami gaya tekan akibat berat dari lengan sehingga timbul gaya reaksi A_y . Pada tumpuan B mengalami gaya dorong dari *elevating cylinder* yang merupakan reaksi terhadap mekanisme crane saat beroperasi.

3.1.2 Hasil Perhitungan Daya Pompa dalam Tabel

Daya yang dihasilkan gear pump pada silinder angkat / *elevating cylinder* saat melawan gaya pembebanan dari *telescopic boom* terhadap perubahan panjang lengan (penambahan panjang hingga 5 section boom) pada kondisi

sudut pengangkatan (70°) dan beban maksimum (50 ton) dapat dijabarkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

No	Gaya Reaksi / By (kg)	Luas Alas (m^2)	Tekanan (kg/m^2)	Kecepatan Angkat (m/detik)	Oil flow rate ($m^3/detik$)	Daya Pompa (HP)
1	14581,25	0,1257	1136804,37	0,0311	$3,9 \times 10^{-3}$	9,7
2	24573,17	0,1257	1915808,5	0,0311	$3,9 \times 10^{-3}$	16,34
3	34553,73	0,1257	2693926,88	0,0311	$3,9 \times 10^{-3}$	22,9
4	44585,46	0,1257	3476034,76	0,0311	$3,9 \times 10^{-3}$	29,65
5	54571,59	0,1257	4254587,19	0,0311	$3,9 \times 10^{-3}$	36,28

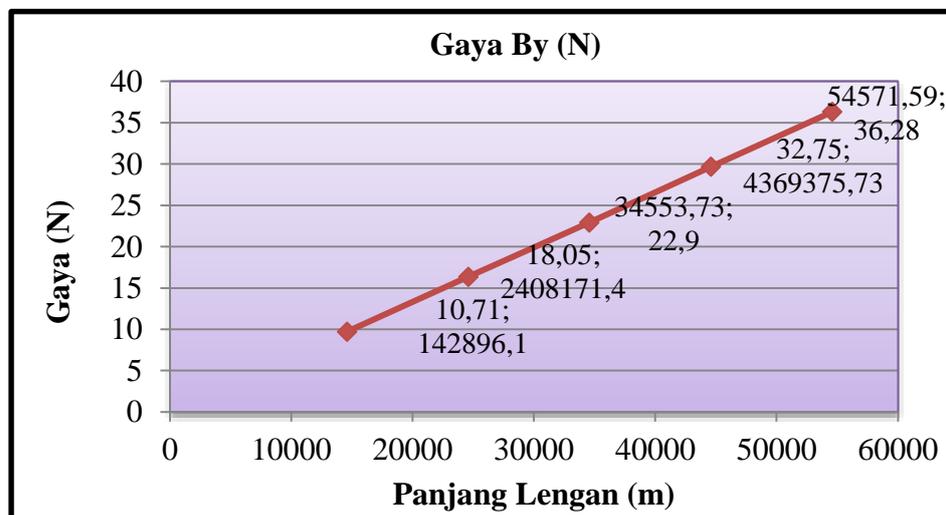
Tabel 3.2 Daya pompa yang dibutuhkan pada *elevating cylinder* akibat reaksi gaya pada setiap penambahan panjang lengan

Dari tabel 3.2 terlihat pertambahan daya pompa yang dibutuhkan terhadap gaya reaksi yang terjadi pada *elevating cylinder* akibat penambahan panjang lengan dengan beban maksimum dan sudut angkat. Waktu, kecepatan, jarak pengangkatan dari lengan 1 (baseboom) hingga lengan 5 adalah sama dikarenakan spesifikasi dari *elevating cylinder* tanpa pengaruh eksternal.

Maka semakin besarnya gaya reaksi pada *elevating cylinder* maka semakin besar daya pompa yang dibutuhkan. Dalam hal ini gear pump akan menyuplai oli kepada *elevating cylinder* agar mampu mengangkat telescopic boom dan beban pada hook saat proses pengangkatan.

3.2 Hasil Perhitungan dalam Grafik

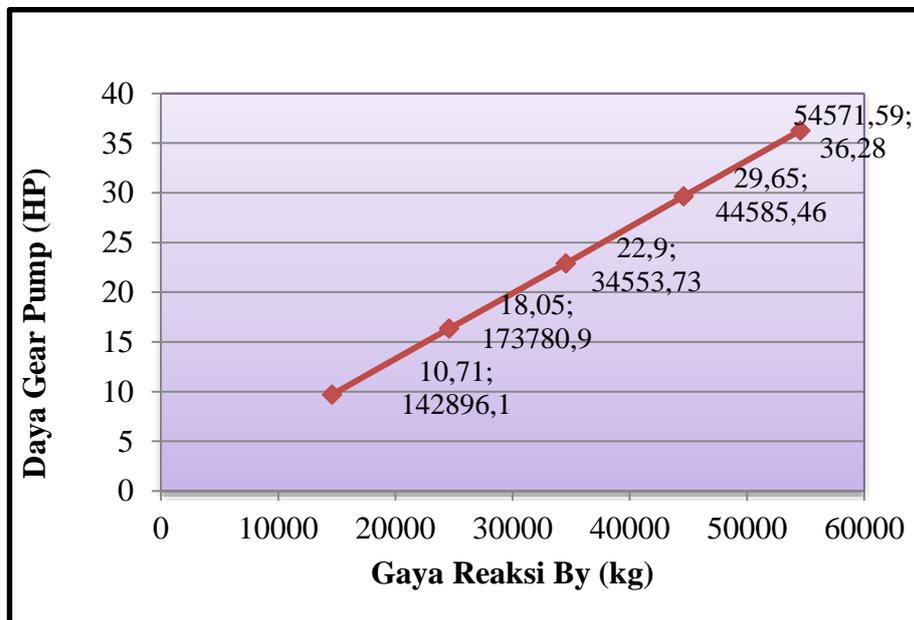
3.2.1 Hubungan Gaya Reaksi By terhadap Panjang Lengan



Grafik 3.1 Hubungan Gaya reaksi By (N) pada penambahan panjang lengan (m)

Dapat dilihat dari grafik 3.1 Gaya reaksi By pada tumpuan B akan berbanding lurus terhadap penambahan panjang lengan. Artinya gaya-gaya reaksi yang dibutuhkan pada tumpuan B agar dapat melawan gaya-gaya dari mekanisme pengangkatan crane akan semakin besar setiap penambahan section lengan dengan sudut pengangkatan (70°) dan beban 50 ton.

3.2.2 Hubungan Daya Pompa Terhadap Gaya Reaksi (By) dari Penambahan Panjang Lengan



Grafik 3.2 Hubungan Daya Pompa Terhadap Gaya Reaksi (By) dari Penambahan Panjang Lengan

Dapat dilihat dari grafik 3.2 Daya pompa untuk *elevating cylinder* pada tumpuan B akan berbanding lurus terhadap kenaikan gaya reaksi akibat penambahan panjang lengan.

Daya pompa untuk *elevating cylinder* tumpuan B akan semakin besar pada setiap terhadap kenaikan gaya reaksi akibat penambahan section lengan dengan sudut pengangkatan (70°) dan beban 50 ton agar *elevating cylinder* mampu mengangkat telescopic boom dan beban pada hook saat proses pengangkatan.

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan pada bab 3 dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Gaya reaksi terbesar akibat pembebanan pada *telescopic boom* dengan sudut pengangkatan 70° dan beban maksimum (50 ton) terjadi pada kondisi lengan terbuka sepenuhnya (terbuka 5 section) yaitu gaya **$A_y = 4677647,65 \text{ N}$** , **$A_x = 1707923,94 \text{ N}$** di tumpuan A dan gaya **$B_y = 5348016,15 \text{ N}$** , **$B_x = 1707923,94 \text{ N}$** di tumpuan B
2. Gaya reaksi terkecil akibat pembebanan pada *telescopic boom* dengan sudut pengangkatan 70° dan beban maksimum (50 ton) terjadi pada kondisi lengan *base boom* (1 section) yaitu gaya **$A_y = 758594,64 \text{ N}$** , **$A_x = 276981,53 \text{ N}$** di tumpuan A dan gaya **$B_y = 1428963,14 \text{ N}$** , **$B_x = 276981,53 \text{ N}$** di tumpuan B
3. Maka daya pompa terbesar yang dibutuhkan agar *elevating cylinder* mampu mengangkat *telescopic boom* pada kondisi sudut pengangkatan 70° , beban maksimum (50 ton) dan lengan terbuka sepenuhnya (terbuka 5 section) adalah **$N_p = 217,79 \text{ HP}$** dengan tekanan hidrolis **$P = 425,58 \text{ kg/cm}^2$** , kecepatan angkat silinder **$V = 187 \text{ cm/menit}$** , dan Oil flow rate **$Q = 235 \text{ liter/menit}$**

4.2 Saran

Dengan terlaksananya Tugas Akhir tentang Analisa Gaya pada *Telescopic Boom XCMG Truck Crane QY50K*, adapun beberapa saran yang dapat disampaikan :

1. Sebelum menganalisa gaya-gaya pada *telescopic boom* sebaiknya observasi dahulu terhadap unitnya, berkonsultasi dengan mekanik setempat, dan membaca OMM produk.
2. Memahami ilmu tentang berbagai macam komponen hidrolis termasuk *gear pump* , kesetimbangan gaya pada crane.

PERSANTUNAN

Puji syukur alhamdulillah penulis sampaikan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan dapat menyelesaikan karya ilmiah tugas akhir ini yang berjudul ”**Analisa Gaya Pada Telescopic Boom Truck Crane XCMG QY50K**”.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa terdapat banyak hambatan dan kesulitan. Banyak dukungan yang telah diberikan dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini baik bantuan materiil maupun non materiil. Oleh sebab itu, atas terselesaikannya tugas akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT. Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sartono Putro, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan dengan sabar.
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT., selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan dengan sabar.
5. Bapak Bambang Waluyo F, ST. MT., selaku dosen Pembimbing Akademik.
6. Keluarga tercinta, atas perhatian, kasih sayang, pengorbanan, dorongan, dan doa-doanya.
7. Rekan-rekan seperjuangan dalam menyelesaikan penelitian.
8. Serta pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam mensukseskan penyusunan Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bako, Roni Hamdani. 2009. *“Analisis Teoritis Kapasitas Angkat Terhadap Keseimbangan Peralatan Pengangkat Reachstacker Pada Berbagai Kombinasi Sudut Dan Panjang Lengan Pengangkat”*, Medan : Universitas Sumatra Utara
- Komatsu Developer. 2001. *“Buku Panduan Pengenalan Dan Perawatan Sistem Hidrolik Pada Alat Berat”*. Jakarta : United Tractors School
- Kurt M. Marshek. *“Design of Machine and Structural Parts”*, Penerbit John Wiley & Sons, USA, 1987.
- Machinery Xuzhou. 2004. *“ QY50K Truck Crane Operation Manual”*. China :

Xuzhou Heavy Machinery Group CO. LTD

Rudenko. N, Alih bahasa oleh Foead Nazar, “*Mesin Pengangkat*”, Edisi Ke-2, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1994.

Syamsir A. Muin, “*Pesawat-Pesawat Pengangkat*”, Edisi ke-1, Penerbit CV. Rajawali, Jakarta, 1987.

Yusuf F. Daywin, Soeharsono. 2012. “*Perancangan Sistem Angkat Forklift Dengan Kapasitas Angkat 7 ton*”. Jakarta : Universitas Trisakti