

TUGAS SARJANA
ALAT BERAT
ANALISA PERHITUNGAN TEGANGAN
YANG TERJADI PADA LENGAN *TOWER CRANE*
UNTUK PEMBANGUNAN MASJID AGUNG MEDAN

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

AGUNG RAHMANNUR

1307230235



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

TUGAS SARJANA
ALAT BERAT
ANALISA PERHITUNGAN TEGANGAN
YANG TERJADI PADA LENGAN *TOWER CRANE*
UNTUK PEMBANGUNAN MASJID AGUNG MEDAN

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun oleh :

AGUNG RAHMANNUR
1307230235



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - I

**TUGAS SARJANA
ALAT BERAT**

**ANALISA PERHITUNGAN TEGANGAN
YANG TERJADI PADA LENGAN *TOWER CRANE*
UNTUK PEMBANGUNAN MASJID AGUNG MEDAN**

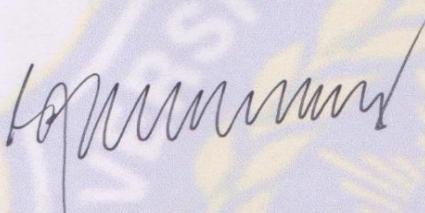
Disusun Oleh :

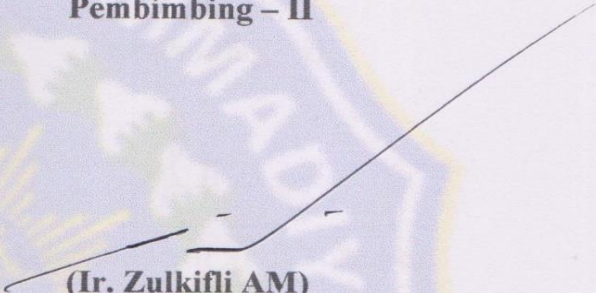
AGUNG RAHMANNUR
1307230235

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II


(Ir. H Arfis Amiruddin.,M.Si)


(Ir. Zulkifli AM)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

MAJELIS PENUNJANG TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

LEMBAR PENGESAHAN - II

**TUGAS SARJANA
ALAT BERAT**

**ANALISA PERHITUNGAN TEGANGAN
YANG TERJADI PADA LENGAN *TOWER CRANE*
UNTUK PEMBANGUNAN MASJID AGUNG MEDAN**

Disusun Oleh :

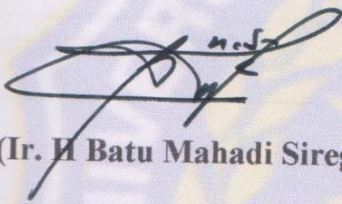
AGUNG RAHMANNUR
1307230235

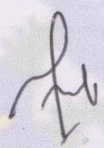
Telah Diperiksa dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 6 Oktober 2017

Disetujui Oleh :

Pembanding - I

Pembanding - II


(Ir. H. Batu Mahadi Siregar M.T.)


(H. Muharnif M, S.T., M.Sc)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Diambil dari surat ini agar disebutkan
tanggal dan waktunya

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama : AGUNG RAHMANNUR
NPM : 1307230235
Semester : IX (Sembilan)
SPESIFIKASI : *TOWER CRANE GRUCOMEDIL CT- 651*

Analisa perhitungan tegangan yang terjadi pada lengan *tower crane* untuk pembangunan
Masjid Agung Medan, dengan Kapasitas angkat = 6 ton (1,5 ton beban ujung) dan
Tinggi angkatan = 35 meter

Diberikan Tanggal : 27-7-2017
Selesai Tanggal : 5-10-2017
Asistensi : ± 2 x seminggu
Tempat Asistensi : UMSU TEKNIK

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin

Medan, 27- 7- 2017
Dosen Pembimbing – I



(Affandi, S.T)

(Ir. H Arfis Amiruddin M.Si)



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

**DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA**

NAMA : Agung Rahmannur

PEMBIMBING – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si

NPM : 1307230235

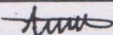
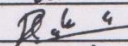

PEMBIMBING – II : Ir. Zulkifli AM

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	27-7-2017	Spesifikasi kgs.	<i>[Signature]</i>
2	18-8-2017	Penjelasan umum dan bahan literatur.	<i>[Signature]</i>
3	24-8-2017	Penjelasan material, analisis elemen, dan tegangan	<i>[Signature]</i>
4	8-9-2017	Ancies is bob to / perbaiki Jemput ke paraf 5	<i>[Signature]</i>
5.	14-9-2017	Perbaiki, penulisan Pemilihan Wire Daftar Pustaka	<i>[Signature]</i>
6	18-9-2017	Pahami proses kerja kapasitas angkat dan berat angkatan bahan	<i>[Signature]</i>
7	15-9-2017	Kembali ke Pembimbing I	<i>[Signature]</i>
	19-9-2017	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2017 – 2018**

Peserta Seminar
 Nama : Agung Rahmannur
 NPM : 1307230235
 Judul Tugas Akhir : Analisa Perhitungan Tegangan Yang Terjadi Pada Le-
 Ngan Tower Crane Untuk Pembanguna Mesjid Agung
 Medan.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Ir.Arfris Amiruddin.M.Si	:
Pembimbing – II : Ir.Zulkifli A.M	:
Pemanding – I : Ir.H.Batu Mahadi Srg.M.T	:
Pemanding – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230121	M. TAUFIK	
2	1307230054	HANDOKO	
3	1307230083	MHD MURSIN TAMBUNAN	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 16 Muharram 1439 H
06 Oktober 2017 M

Ketua Prodi. T Mesin


Affandi.S.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Agung Rahmannur
NPM : 1307230235
Judul T.Akhir : Analisa Perhitungan Tegangan Yang Terjadi Pada Lengan Tower Crane Untuk Pembangunan Masjid Agung Medan.

Dosen Pembimbing - I : Ir.Arfris Amiruddin .M.Si
Dosen Pembimbing - II : Ir.Zulkifli A.M
Dosen Pembanding - I : Ir. H.Batu mahadi Srg.M.T
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
*- Perbaikan bab 2 : analisis dan perencanaan
perencanaan pada t.d.u*
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 16 Muharram 1439H
06 Oktober 017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Dosen Pembanding- I

(Signature)
Ir.H.Batu Mahadi Siregar.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Agung Rahmannur
NPM : 1307230235
Judul T.Akhir : Analisa Perhitungan Tegangan Yang Terjadi Pada Lengan To-
Wer Crane Untuk Pembangunan Mesjid Agung Medan.

Dosen Pembimbing - I : Ir.Arfris Amiruddin .M.Si
Dosen Pembimbing - II : Ir.Zulkifli A.M
Dosen Pembanding - I : Ir. H.Batu mahadi Srg.M.T
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

- 1.) Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- 2.) Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
Lihat buku skripsi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :


.....
.....
.....
.....

Medan 16 Muharram 1439H
06 Oktober 017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin


Affandi, S.T.


Dosen Pembanding- II


H.Muharnif.S.T.M.Sc

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agung Rahmannur

NPM : 1307230235

Tempat Tanggal Lahir : Medan, 25 April 1996

Alamat : Jl. Starban Gg Rukun NO 100a Medan Polonia

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul : “Analisa Perhitungan Tegangan Yang Terjadi Pada Lengan Tower Crane Untuk Pembangunan Masjid Agung Medan “ adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya termasuk pencabutan gelar Sarjana Teknik yang nanti nya saya dapatkan.

Medan, Oktober 2017



Agung Rahmannur
NPM : 1307230235

ABSTRAK

Sebagai salah satu alternatif untuk membantu pembangunan di Indonesia maka diciptakanlah *Tower Crane*, yang bertujuan untuk mengangkat material dalam kapasitas, jangkauan dan tinggi angkat yang maksimum. Kecenderungan untuk memakai *tower crane* saat ini semakin tinggi seiring dengan semakin meningkatnya pembangunan, khususnya di Indonesia. Penggunaan *tower crane* memerlukan perencanaan dan analisa yang seksama karena *crane* dipasang tetap (*fixed instalation*) di tempat dengan jangka waktu pelaksanaan pekerjaan yang lama. Dari posisinya *tower crane* harus mampu menjangkau semua area yang diperlukan untuk mengangkat beban yang diangkat ketempat yang diinginkan. Dari hasil perhitungan berdasarkan kapasitas data dilapangan diperoleh kapasitas angkat maksimum 6 ton pada jarak lengan 8m dan 1,5 ton pada jarak lengan 65m. Dan juga didapat kesimpulan dari analisa beban bervariasi terhadap jarak lengan *tower crane* yaitu semakin jauh jarak lengan *tower crane* maka kapasitas angkat maksimumnya akan semakin berkurang. Begitu juga dengan tegangan yang dihasilkan bervariasi terhadap lengan *tower crane*.

Kata kunci : *Tower crane*, Kapasitas angkat 6 ton, tegangan.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

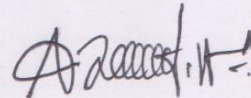
Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas akhir yang berjudul **"ANALISA PERHITUNGAN TEGANGAN YANG TERJADI PADA LENGAN TOWER CRANE UNTUK PEMBANGUNAN MASJID AGUNG MEDAN"**. Laporan ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa dalam menyelesaikan studinya di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST). Dalam usaha menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Ayahanda Nelson Kennedy Panjaitan dan Ibunda Dartini, Kedua Orang tua tercinta yang selama ini selalu mendoakan serta memberikan dukungan di Setiap langkah langkah dalam menjalani kehidupan ini.
2. Bapak Rahmatullah, S.T.,M.Sc selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Affandi S.T selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ir. H Arfis Amiruddin. M.Si dan Bapak Ir. Zulkifli AM Selaku dosen Pembimbing I dan II yang telah banyak Memberikan bimbingan dan Pengajaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini.

5. Bapak dan Ibu staff Pengajar dan pegawai yang banyak membantu penulis selama kuliah di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Rekan-rekan mahasiswa seperjuangan di Fakultas teknik mesin : Hidayat Tri Susilo, Muhammad Yudhi, Hendri Fauzi dan teman-teman ekstensi yang telah banyak mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Dan semua orang baik di dunia ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu disini.

Besar harapan penulis bahwa buku Tugas Akhir ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin pada khususnya.

Medan, Juli 2017
Penulis,



AGUNG RAHMANNUR
NPM : 1307230235

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL.....	
LEMBAR PENGESAHAN I.....	
LEMBAR PENGESAHAN II.....	
SPESIFIKASI TUGAS	
LEMBAR DAFTAR HADIR SEMINAR.....	
LEMBAR KESIMPULAN SEMINAR DOSEN PEMBANDING I....	
LEMBAR KESIMPULAN SEMINAR DOSEN PEMBANDING II...	
LEMBAR ASISTENSI	
LEMBAR PERNYATAAN.....	
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR NOTISI/ISTILAH	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir	3
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Mesin Pemindah Bahan	6
2.2 Klasifikasi Mesin Pemindah Bahan	7
2.3 Dasar Pemilihan Mesin Pemindah Bahan	8
2.4 Klasifikasi Crane	10
2.4.1 Crane Putar Stasioner	10
2.4.2 Crane Dengan Lintasan Rel.....	10
2.4.3 Crane Lapangan Kasar	10
2.4.4 Crane Lokomotif atau Traktor Rantai	11
2.4.5 Crane Tipe Jembatan	11

2.5	Tower Crane	15
2.5.1	Kriteria Pemilihan Tower Crane	15
2.5.2	Komponen Utama Tower Crane	15
2.5.3	Cara Kerja Tower Crane	18
2.6	Spesifikasi Perencanaan	21
2.7	Gaya Geser dan Momen Lentur	22
2.8	Tegangan Normal	25
2.9	Tegangan Utama dan Lingkaran Tegangan Mohr	27

BAB III ANALISA DAN PERHITUNGAN TEGANGAN

3.1	Analisa Tegangan Pada Tali.....	29
3.2	Analisa kesetimbangan beban.....	34
3.3	Analisa dan Perhitungan Gaya-gaya Dalam (Gaya Normal, Gaya Geser dan Momen) Terhadap Variasi Jarak Lengan.....	38
3.3.1	Potong sepanjang $0 \leq X_1 \leq 8m$	38
3.3.2	Potong sepanjang $0 \leq X_1 \leq 73m$	39
3.3.2.1	Potongan Sepanjang 10 m	39
3.3.2.2	Potongan Sepanjang 20 m	40
3.3.2.3	Potongan Sepanjang 30 m	41
3.3.2.4	Potongan Sepanjang 40 m	42
3.3.2.5	Potongan Sepanjang 50 m	43
3.3.2.6	Potongan Sepanjang 60 m	44
3.3.2.7	Potongan Sepanjang 70 m.....	45
3.3.2.8	Potongan Sepanjang 73 m.....	46
3.4	Analisa dan Perhitungan Tegangan Geser.....	47
3.5	Analisa dan Perhitungan Tegangan Lentur	48
3.6	Analisa dan perhitungan tegangan Utama	50

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil dan Pembahasan Tali Baja.....	51
4.2	Hasil dan Pembahasan Kesetimbangan Beban.....	51
4.3	Hasil dan Pembahasan Perhitungan Gaya Normal, Gaya Geser, dan Momen	51
4.4	Hasil dan Pembahasan Perhitungan Tegangan	56
4.5	Hasil dan Pembahasan Kekuatan Material Lengan	61

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	63

DAFTAR PUSTAKA	64
-----------------------------	----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP	65
-----------------------------------	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 3.1 Tabel Luas Penampang Total.....	49
Tabel 4.1 Data Potongan Sepanjang $0 \leq X_1 \leq 8 m$	52
Tabel 4.2 Data Potongan Sepanjang $8m \leq X_1 \leq 73m$	54
Table 4.4 Tabel Hasil Perhitungan Tegangan.....	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Crane</i> Dinding.....	12
Gambar 2.2 <i>Crane</i> Palang.....	12
Gambar 2.3 <i>Overhead Crane with Single Girder</i>	12
Gambar 2.4 <i>Overhead Crane with double Girder</i>	13
Gambar 2.5 <i>Crane semi gantry</i>	13
Gambar 2.6 <i>Crane gantry</i>	13
Gambar 2.7 <i>Tower Crane</i>	14
Gambar 2.8 Gerakan angkat turun	18
Gambar 2.9 Gerakan <i>trolley</i> jalan mendatar	19
Gambar 2.10 Gambar posisi troli di ujung lengan	20
Gambar 2.11 Gambar boom berputar.....	20
Gambar 2.12 Pembebanan pada batang cantilever	22
Gambar 2.13 Potongan benda bebas	23
Gambar 2.14 Batang kantilever yang mendapat beban diujung	24
Gambar 2.15 Sebuah batang yang mengalami pembebanan tarik sebesar.....	25
Gambar 2.16 Segmen batang yang sudah diberikan pembebanan cantilever	25
Gambar 2.17 Lingkaran Tegangan Mohr.....	33
Gambar 3.1 Struktur Serat Tali Baja.....	29
Gambar 3.2 Diagram Lengkungan tali baja mekanisme <i>hoist</i>	30
Gambar 3.3 Struktur Lengan <i>Tower Crane</i>	34
Gambar 3.4 Beban Berbagi Rata.....	34
Gambar 3.5 Gaya yang Bekerja pada Lengan <i>Tower Crane</i>	35
Gambar 3.6 Kesetimbangan beban	35
Gambar 3.7 Potong Sepanjang 36 m.....	36
Gambar 3.8 Potong Sepanjang 36 m.....	37
Gambar 3.9 Potongan Sepanjang 8 m.....	38
Gambar 3.10 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 10 m.....	39
Gambar 3.11 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 20 m.....	40
Gambar 3.12 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 30 m.....	41
Gambar 3.13 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 40 m.....	42
Gambar 3.14 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 50 m.....	43
Gambar 3.15 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 60 m.....	44
Gambar 3.16 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 70 m.....	45
Gambar 3.17 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 73 m.....	46
Gambar 3.18 Bentuk Penampang Tegangan Geser.....	47
Gambar 3.19 Bentuk Penampang Tegangan.....	48
Gambar 4.1 Grafik Gaya Geser vs Jarak Lengan pada $0 \leq X_1 \leq 8m$	53
Gambar 4.2 Grafik Momen vs Jarak Lengan pada $0 \leq X_1 \leq 8m$	53
Gambar 4.3 Grafik Momen vs Jarak Lengan pada $0 \leq X_1 \leq 73m$	55
Gambar 4.4 Grafik Gaya Geser vs Jarak Lengan pada $0 \leq X_1 \leq 73m$	55
Gambar 4.5 Grafik Tegangan Geser Vs Jarak Lengan	58
Gambar 4.6 Grafik Tegangan Lentur Vs Jarak Lengan	59
Gambar 4.7 Grafik Tegangan Utama Vs Jarak Lengan	60

DAFTAR NOTASI

<i>Simbol</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Satuan</i>
F	Gaya	N
m	Massa	Kg
g	Gravitasi	m / s ²
P	Gaya	N
M	Momen Lentur	N .m
V	Gaya Geser	N
A	Luas Penampang	m ²
τ_g	Tegangan Geser	k Pa
σ_L	Tegangan Lentur	k Pa
I	Momen Inersia	m ⁴
y	Titik Berat	M
σ_{max}	Tekanan Permukaan Maksimal	k Pa
σ_{min}	Tekanan Permukaan Minimal	k Pa
Q	Kapasitas angkat	Kg
S	Tegangan maksimum baja	Kg
D	Diameter tali	mm
D_{min}	Diameter minimum puli dan drum	mm
F_{22}	Luas penampang tali baja	mm ²
D	diameter	mm
R	radius / jari jari	m
L	Panjang	m
W	Berat	Kg
K	Faktor keamanan	
P_b	Beban Patah	Kg
σ_b	Tegangan Patah	K

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masjid Agung Medan adalah salah satu Masjid Terbesar yang dimiliki kota Medan. Masjid yang memiliki keindahan serta arsitektur yang khas ini terletak di tengah kota Medan berdekatan dengan kantor Gubernur Sumatera Utara tepatnya terletak di jalan Diponegoro Medan. Masjid yang menjadi icon kota Medan ini memiliki luas lahan sekitar 10.000m, dan Luas bangunan utama masjid sekitar 45m, ditambah bangunan menara, kantor BKM, kantin, TK & TPA, rumah penjaga masjid, serta halaman parkir luas yang dapat menampung ratusan mobil dan sepeda motor.

Masjid adalah tempat umat Islam dalam beribadah, dan umat Islam merupakan mayoritas umat beragama yang ada di Indonesia khususnya di kota Medan. Setiap waktu banyak sekali umat Islam yang beribadah di Masjid Agung, sehingga menyebabkan kapasitas bangunan Masjid tidak dapat menampung jumlah jamaah yang bertambah tiap tahunnya, terkhusus pada hari Jum'at dan pada hari-hari besar Islam. Maka Masjid Agung Medan perlu membangun sebuah Masjid yang lebih besar dari sebelumnya, dengan tujuan agar dapat menampung kapasitas jamaah yang akan beribadah.

Dalam pembangunan Masjid Agung Medan tentunya memerlukan berbagai peralatan yang dapat menunjang kegiatan pembangunan agar berjalan sesuai dengan rencana. Untuk itu diperlukan *tower crane* yang berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk konstruksi bangunan bertingkat yang dapat mengakses

bahan dan material konstruksi secara vertikal dan horizontal dan dapat menjangkau semua areal yang diperlukan untuk mengangkat beban yang diangkat ke tempat yang diinginkan.

Penggunaan *tower crane* memerlukan perencanaan yang seksama dan harus di sesuaikan dengan tinggi bangunan yang akan dibangun dan berat material yang akan diangkut. Karena kalau tidak di rencanakan dengan teliti, maka *tower crane* bisa mengalami *overload* beban atau *tower crane* tersebut bisa jatuh .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah momen yang dihasilkan pada ujung - ujung lengan sama besar ?
2. Apakah tegangan yang dihasilkan pada setiap variasi jarak lengan *tower crane* sama besar ?
3. Apakah material bahan lengan *tower crane* mampu menahan beban tegangan sebesar yang dihasilkan ?

1.3 Batasan Masalah

Tugas akhir ini tidak menghitung kekuatan real nya melainkan hanya menghitung gaya dan distribusi tegangan yang bekerja pada struktur lengan *tower crane* di proyek pembangunan Masjid Agung Medan.,

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan Tugas Akhir adalah :

1. Menghitung momen yang terjadi pada lengan *tower crane* pada saat melakukan angkutan.
2. Menghitung distribusi tegangan pada lengan *tower crane* pada saat melakukan angkutan.
3. Menghitung Kekuatan material bahan terhadap tegangan yang dihasilkan

1.5 Metode Penelitian

Dalam penulisan Tugas akhir ini menggunakan metode perencanaan yaitu :

1. Studi literatur, dengan memaparkan teori-teori dasar dan rumus-rumus serta yang berkaitan dari berbagai literatur dengan perhitungan tentang *tower crane* dari berbagai buku.
2. *Survey* ke lapangan langsung proyek pembangunan Masjid Agung Medan untuk mendapatkan data sebagai bahan perbandingan dan dasar dalam perhitungan.
3. Diskusi dengan dosen pembimbing dan referensi ahli yang memahami tentang *tower crane*.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab dengan garis besar tiap bab adalah sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Bab ini berisikan latar belakang penulisan, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan tentang landasan teori mengenai *tower crane* dan klasifikasi mesin pemindah bahan, dasar pemilihan dari mesin pemindah bahan, dan pesawat pengangkat, komponen utama dan cara kerja *tower crane*, serta spesifikasi perencanaan.

Bab III : Analisis Perhitungan Tegangan

Bab ini berisikan analisa dan perhitungan gaya dan distribusi tegangan pada lengan *tower crane*. Pada bab ini dibahas perhitungan tegangan tali baja, gaya yang bekerja (gaya normal, gaya geser, dan momen) dan distribusi tegangan yang terjadi pada lengan *tower crane*.

Bab IV : Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisikan Hasil analisa dan pembahasan tegangan tali baja, gaya normal, gaya geser, momen, dan tegangan yang terjadi pada lengan *tower crane*

Bab V : Kesimpulan dan Saran

Bab ini sebagai penutup berisikan kesimpulan yang diperoleh dan saran untuk pengembangan *tower crane* selanjutnya.

Daftar Pustaka

Daftar pustaka berisikan literatur-literatur yang digunakan untuk menyusun laporan ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

5. Mesin Pemindah Bahan

Mesin pemindah bahan (*material handling equipment*) adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan yang berat dari satu tempat ke tempat lain dalam jarak yang tidak jauh, misalnya pada bagian-bagian atau departemen pabrik, pada tempat-tempat penumpukan bahan, lokasi konstruksi, tempat penyimpanan dan pembongkaran muatan dan sebagainya. Mesin pemindah bahan hanya memindahkan muatan dalam jumlah dan besar tertentu dengan perpindahan bahan ke arah vertikal, dan atau kombinasi keduanya.

Berbeda dengan alat transportasi yang memindahkan muatan (bisa berupa barang dan atau manusia) pada jarak cukup jauh, mesin pemindah bahan hanya memindahkan muatan yang berupa bahan pada jarak yang tertentu. Untuk operasi muat dan bongkar muatan tertentu, mekanisme mesin pemindah bahan dilengkapi dengan alat pemegang khusus yang dioperasikan oleh mesin bantu atau secara manual.

Mesin pemindah bahan mendistribusikan muatan keseluruhan lokasi di dalam perusahaan, memindahkan bahan di antara unit proses yang terlibat dalam produksi, membawa produk jadi (*finished product*) ke tempat produk tersebut akan dimuat dan memindahkan limbah produksi (*production waste*) dari *production site* ke loading area

1. **Klasifikasi Mesin Pemindah Bahan**

Mesin pemindah bahan (*materials handling equipment*) dapat dibagi dalam tiga kelompok, yaitu:

1. Peralatan pengangkat, yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan satuan dalam satu batch.
2. Peralatan pemindahan (*conveyor*), yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan curah maupun muatan satuan secara kontinu
3. Peralatan permukaan dan *overhead*, yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan curah dan satuan, baik batch maupun kontinu.

Setiap kelompok mesin pemindah bahan dibedakan oleh sejumlah ciri khas dan bidang penggunaan yang khusus. Perbedaan dalam desain kelompok ini juga ditentukan oleh keadaan muatan yang akan ditangani, arah gerakan kerja dan keadaan proses penanganannya.

Umumnya mesin pengangkat digunakan untuk muatan satuan, misal bagian-bagian mesin atau mesin secara keseluruhan, bagian dari struktur bangunan logam, hopper, baja bentangan, bahan bangunan dan sebagainya. Pada umumnya mekanisme mesin pengangkat di desain untuk melakukan suatu gerakan tertentu.

2.3 Dasar Pemilihan Mesin Pemindah Bahan

Faktor-faktor teknis yang harus diperhatikan dalam pemilihan mesin pemindah bahan, antara lain:

1. Jenis dan sifat bahan yang akan ditangani

Untuk muatan satuan (*unit load*) : bentuk, berat, volume, kerapuhan, keliatan, dan temperatur. Untuk muatan curah (*bulk load*) : ukuran gumpalan, kecenderungan menggumpal, berat jenis, kemungkinan longsor saat dipindahkan, sifat mudah remuk (*friability*), temperatur, dan sifat kimia.

2. Kapasitas per jam yang dibutuhkan.

Kapasitas pemindahan muatan per jam yang hampir tak terbatas dapat diperoleh pada peralatan, seperti konveyor yang bekerja secara kontinu. Sedangkan pada peralatan lain yang mempunyai siklus kerja dengan gerak balik muatan kosong, akan dapat beroperasi secara efisien jika alat ini mempunyai kapasitas angkat dan kecepatan yang cukup tinggi dalam kondisi kerja yang berat, seperti truk dan *crane* jalan.

3. Arah dan jarak perpindahan.

Berbagai jenis peralatan dapat memindahkan muatan ke arah horizontal, vertikal. Untuk gerakan vertikal diperlukan pengangkat seperti : *crane*, *bucket elevator*. Dan untuk gerakan horizontal diperlukan crane pada truk yang digerakkan mesin atau tangan, *crane* penggerak tetap, dan berbagai jenis konveyor. Ada beberapa alat yang dapat bergerak mengikuti jalur yang berliku dan ada yang hanya dapat bergerak lurus ssatu arah.

4. Cara menyusun muatan pada tempat asal, akhir, dan antara.

Pemuatan ke kendaraan dan pembongkaran muatan ditempat tujuan sangat berbeda, karena beberapa jenis mesin dapat memuat secara mekanis, sedangkan pada mesin lainnya membutuhkan alat tambahan khusus atau bantuan operator.

5. Karakteristik proses produksi yang terlibat dalam pemindahan muatan.

Gerakan penanganan bahan berkaitan erat, bahkan terlibat langsung dengan proses produksi. Misalnya : *crane* khusus pada pengecoran logam, penempaan dan pengelasan, konveyor pada pengecoran logam dan perakitan, pada permesinan dan pengecatan.

6. Kondisi lokal yang spesifik.

Hal ini meliputi luas dan bentuk lokasi, jenis dan desain gedung, keadaan permukaan tanah, susunan yang mungkin untuk unit proses, debu, kelembaban lingkungan, adanya uap dan berbagai jenis gas lainnya, dan temperatur.

2.4. Klasifikasi Crane

Menurut klasifikasinya mesin pemindah bahan jenis *crane* dapat dibagi

Atas:

2.4.1 Crane putar stasioner (*stationer crane*)

Crane putar stasioner terdiri dari :

- a. *Crane* lengan tetap (*guyed boom crane*)
- b. *Crane* dinding (*wailjib crane*) (Gambar 2.1)
- c. *Crane* dengan lengan tetap (*crane with turn table*)
- d. *Derrick crane*
- e. *Crane* lengan (*centillevier crane*)

2.4.2 Crane dengan lintasan rel (*crane traveling on rail*)

Crane dengan lintasan rel terdiri atas :

- a. *Crane* loteng (*ciling mounted crane*)
- b. *Crane* rel mono (*mono rail crane*)
- c. *Crane* menara (*tower crane*)

2.4.3 Crane lapangan kasar (*trackless crane*)

Crane lapangan kasar terdiri atas :

- a. *Crane* gerobak (*crane on power driven truck*)
- b. *Crane* gerobak tangan (*crane on hand truck*)
- c. *Crane* mobil (*truck mounted crane*)
- d. *Crane* traktor (*tractor mounted crane*)

2.4.4 Crane lokomotif atau traktor rantai (*locomotif or crawler*)

Crane lokomotif atau traktor terdiri atas :

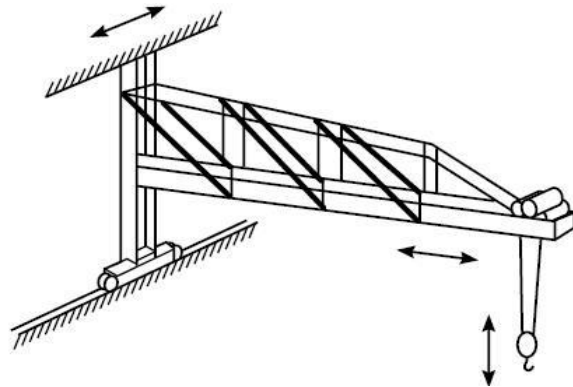
- a. *Crane sputter*
- b. *Crane* traktor rantai (*crawler mounted crane*)

2.4.5 Crane tipe jembatan (*bridge type crane*)

Crane tipe jembatan terdiri atas :

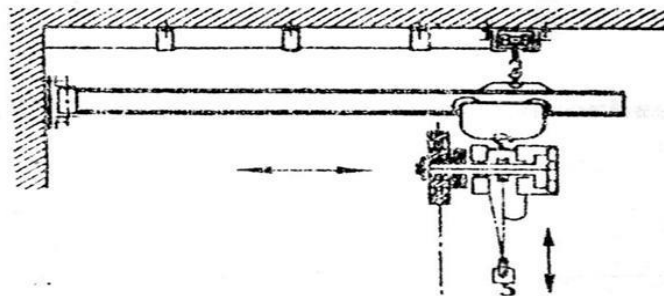
- a. *Crane* palang (*girder crane*) (Gambar 2.2)
- b. *Crane* dengan lintasan atas berpalang tunggal (*single girder overhead traveling crane*) (Gambar 2.3)
- c. *Crane* jalan dengan lintasan atas berpalang ganda (*overhead crane with double girder*)
- d. *Crane* dengan jembatan lintas (*gantry and semi gantry crane*)

Berikut ini merupakan jenis jenis *crane* :



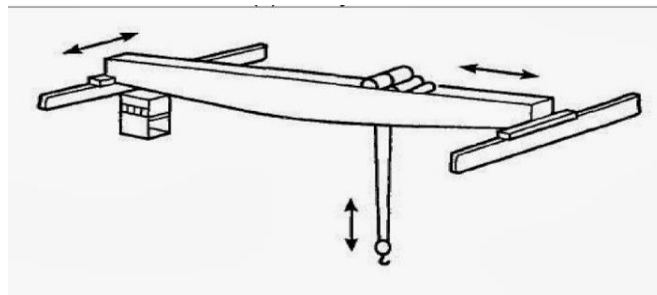
<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/image>

Gambar 2.1. *Crane Dinding*



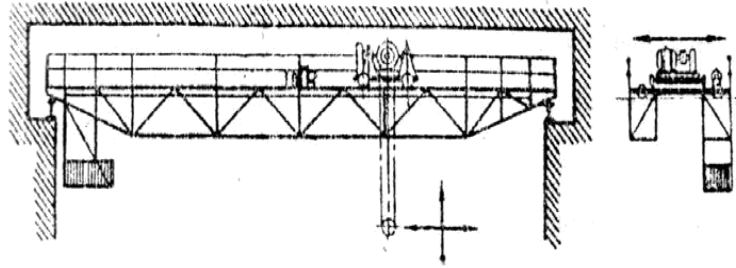
<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/image>

Gambar 2.2 *Crane Palang*



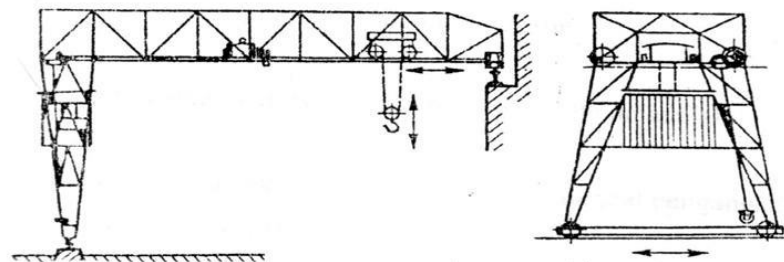
<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/image>

Gambar 2.3. *Overhead Crane with Single Girder*



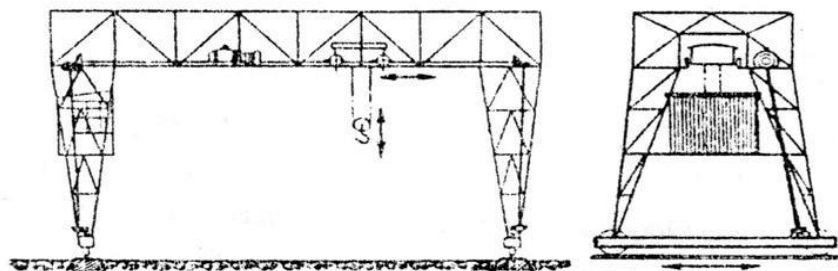
<https://image.slidesharecdn.com/chapterii-140401193445.jpg>

Gambar 2.4. *Overhead Crane with double Girder*



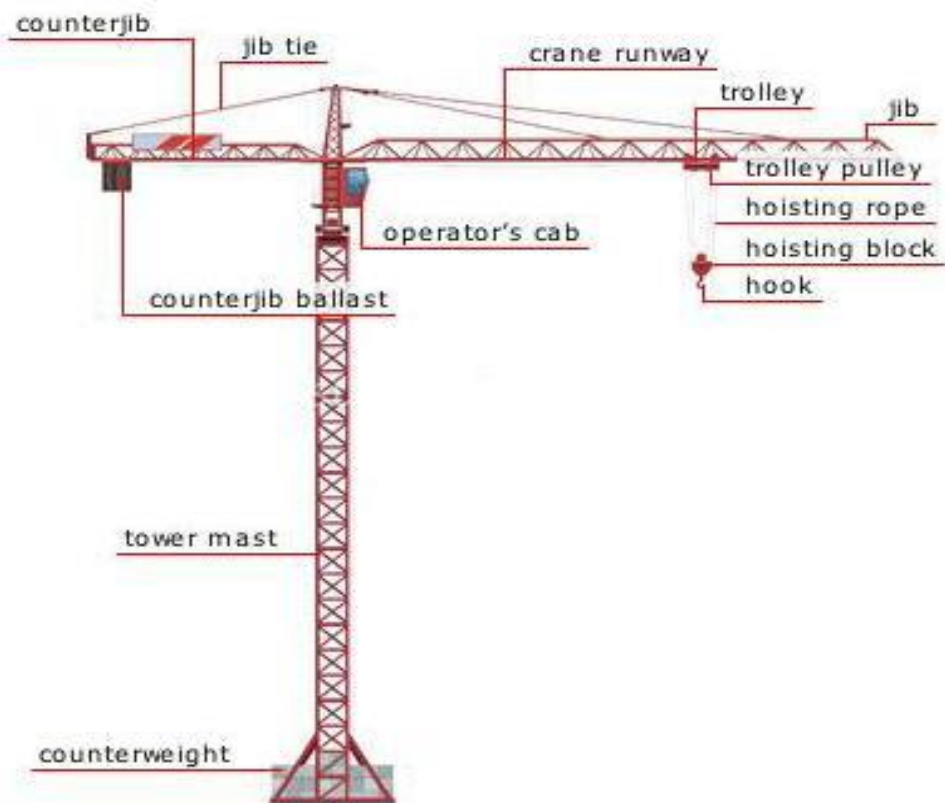
<https://image.slidesharecdn.com/chapterii-140401193445.jpg>

Gambar 2.5 *Crane semi gantry*



<https://image.slidesharecdn.com/chapterii-140401193445.jpg>

Gambar 2.6 *Crane gantry*



<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT>

Gambar 2.7 Tower Crane

2.5 Tower Crane

2.5.1 Kriteria Pemilihan Tower Crane

Pemilihan *tower crane* sebagai alat untuk memindahkan material didasarkan pada kondisi lapangan yang tidak luas, ketinggian yang tidak terjangkau oleh alat lain. Dan tidak dibutuhkannya pergerakan alat. Pemilihan jenis *tower crane* yang akan dipakai harus mempertimbangkan situasi proyek, bentuk struktur bangunan, kemudahan operasiaonal baik pada saat pemasangan maupun pada saat pembongkaran.

Sedangkan pemilihan kapasitas *tower crane* berdasarkan berat, dimensi, dan daya jangkau pada beban terberat, ketinggian maksimum alat, perakitan alat diproyek, berat alat yang harus ditahan oleh strukturnya, ruang yang tersedia untuk alat, luas area yang harus dijangkau alat dan kecepatan alat untuk memindahkan material.

2.5.2 Komponen utama tower crane

Komponen-komponen utama *tower cane* adalah:

1. Rangka

Rangka berfungsi sebagai penyangga dan penyeimbang dari lengan *tower crane*

2..Tali Baja

Tali baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja yang berfungsi sebagai penarik atau pengulur *spreader* kait atau *trolley*.

3. Kait (*Hook*)

Kait adalah tempat untuk menggantungkan beban

4. Pulley (*Shave*)

Pulley adalah cakra yang dilengkapi dengan tali yang merupakan suatu kepingan bundar beralur yang berfungsi sebagai laluan tali baja.

5. Drum penggulung tali baja

Drum adalah alat yang berfungsi sebagai tempat untuk menggulung atau mengulur tali baja pada saat menaikkan atau menurunkan beban

6. Motor penggerak

Motor penggerak pada *tower crane* ada 3 yaitu motor penggerak drum, motor penggerak trolley dan motor penggerak mekanisme slewing.

7. Bobot penyeimbang (*Counter Weight*)

Bobot Imbang adalah bagian dari *tower crane* yang berfungsi untuk mengimbangi berat dari boom beban

8. Boom/ Jib (Lengan)

Boom adalah lengan dari *tower crane* yang memiliki jangkauan/ radius sebagai tempat berjalannya *trolley*. Boom ini berfungsi untuk menjangkau, memutar, memindahkan, mengangkat dan menurunkan beban. Boom pada *tower crane* ini ada 2 yaitu : boom bobot imbang dan boom beban

9. *Trolley*

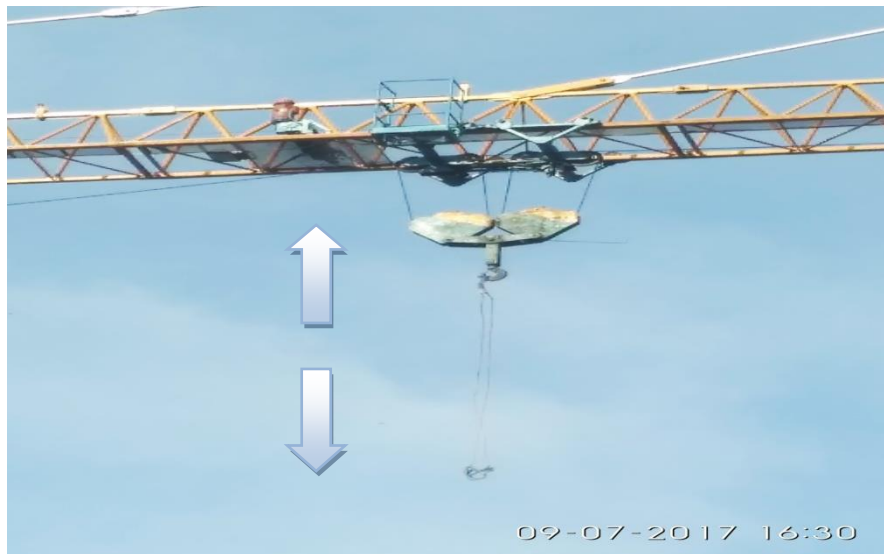
Trolley berfungsi sebagai tempat bergantungnya *spreader* kait dan juga untuk menggerakkan *spreader* kait pada saat mengangkat dan menurunkan beban atau muatan.

2.5.3 Cara Kerja *Tower Crane*

Cara kerja dari *tower crane* ini dapat dibagi atas 3 gerakan, yaitu :

1. Gerakan Angkat dan Turun (*Hoisting*)

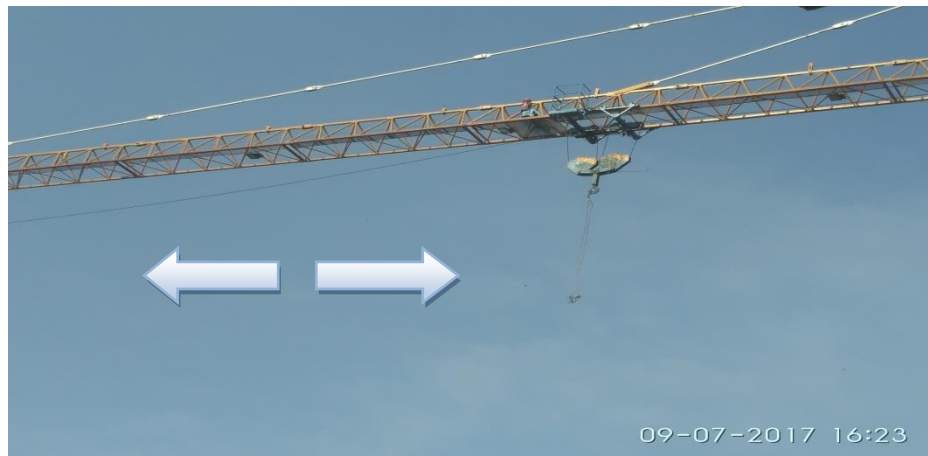
Gerakan mengangkat dan menurunkan beban ini diatur oleh kerja elektro motor yang berfungsi memutar drum yang akan menggulung tali baja. Tali baja ini akan menggerakkan puli agar rumah puli yang diujungnya memiliki kait (*hook*) akan bergerak naik-turun. Beban yang akan dipindahkan digantungkan pada kait. Bila posisinya telah sesuai dengan yang dikehendaki maka gerakan drum ini akan dihentikan oleh operator dengan menarik tuas (*handle*) yang terhubung dengan rem. Untuk melihat mekanisme pergerakan troli turun naik dapat dilihat pada gambar 2.8 yang ditunjukkan oleh panah.



2.8 Gerakan angkat turun

2. Gerakan Jalan Mendatar (*Trolling*)

Gerakan ini adalah gerakan *trolley* yang berjalan / berpindah dalam arah mendatar (*horizontal*) atau melintang. Gerakan ini diatur oleh elektro motor yang berfungsi untuk memutar drum untuk menggulung tali baja yang akan memutar puli sehingga *trolley* berjalan disepanjang rel yang terletak diatas girder dan boom. Gerakan ini dihentikan dengan memutuskan arus listrik pada elektro motor melalui tombol operator dan sekaligus rem bekerja. Gambar 2.9 menunjukkan pergerakan trolley yang bergerak maju mundur pada rel yang sudah



Gambar 2.9 Gerakan trolley jalan mendatar

Gerakan dari *trolley* dipengaruhi oleh berat *trolley* serta berat beban ditambah dengan berat *hook*. Ketiga gaya yang ditimbulkan akan mempengaruhi gaya *trolleying* berupa resistensi terhadap gerakan. *Trolley* menggunakan empat buah roda yang dibebani secara simetris dan distribusi beban merata pada keempat roda. Gambar 2.10 menunjukkan beban yang diterima oleh empat buah roda.



Gambar 2.10 Gambar posisi troli di ujung lengan

3. Gerakan Berputar (*Slewing*)

Gerakan ini terjadi akibat putaran elektro motor yang memutar gigi jib sehingga jib dapat berputar ke arah kanan atau kiri dengan sudut 360° .

Gambar 2.11 menunjukkan pergerakan lengan *tower crane* yang bergerak berputar pada porosnya.



Gambar 2.11 Gambar boom berputar

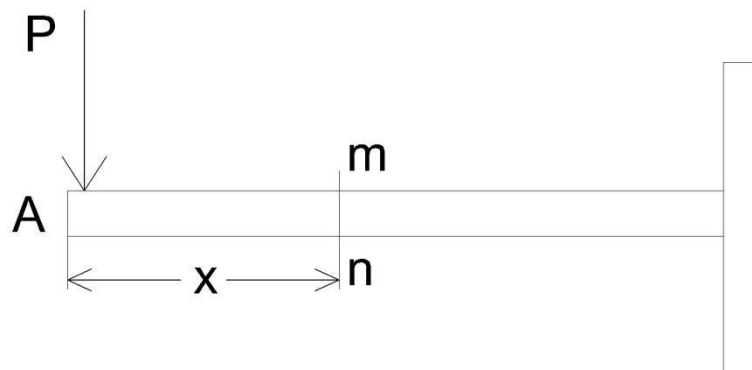
2.6. Spesifikasi Perencanaan

Sebagai data yang dibutuhkan untuk menganalisa dari lengan *tower crane* dibutuhkan data survey lapangan yang diperoleh dari Proyek Pembangunan Masjid Agung Medan Jl. P Dipenogero Medan, dibawah ini tercantum spesifikasi *tower crane* yang diperoleh dari hasil survey :

Nama pabrik pembuat	: Grucomedil
Tempat dan tahun pembuatan	: Itali / 1996
Nomor serial	: CT.651
Kapasitas angkat	: 6000 kg (1500 kg beban ujung)
Kecepatan angkat	: 30 m/menit
Tinggi angkatan	: 35 meter
Jumlah motor penggerak	: 3 (tiga) unit
Jenis Tali baja	: <i>Wire Rope</i> 18 x 7
Berat <i>Trolley</i> dan <i>Hook</i>	: 250 kg
Jenis Penggerak	: 3 buah motor listrik

2.7 Gaya Geser dan Momen Lentur

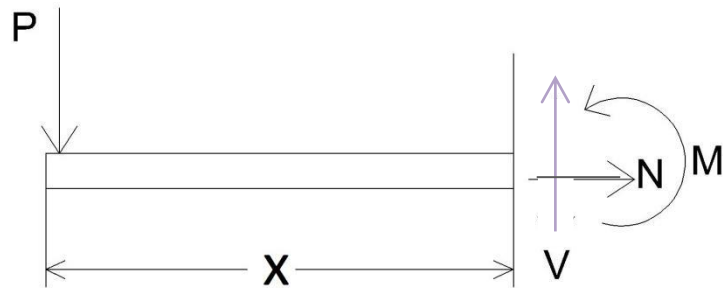
Pada saat suatu balok dibebani oleh gaya atau kopel, tegangan dan regangan akan terjadi diseluruh bagian interior balok. Untuk menentukan tegangan dan regangan ini, mula-mula kita harus mencari gaya internal dan kopel internal yang bekerja pada balok. Sebagai ilustrasi bagaimana besaran internal ini diperoleh, tinjau balok kantilever AB yang dibebani oleh gaya P diujung bebas (gambar 2.12). Kita memotong balok tersebut di potongan melintang mn yang terletak pada jarak x dari ujung bebas (gambar 2.13). Benda bebas ini dipertahankan berada dalam keseimbangan oleh gaya P dan tegangan yang bekerja di penampang. Tegangan-tegangan ini mewakili aksi bagian sebelah kanan balok pada bagian kirinya, yang kita ketahui adalah bahwa resultan dari tegangan ini harus sedemikian hingga mempertahankan keseimbangan benda bebas.



Gambar 2.12 Pembebanan pada batang cantilever

Dari statika, dapat diketahui bahwa resultan dari tegangan yang bekerja dipenampang adalah gaya geser V dan momen lentur M (gambar 2.13). Karena

beban P berarah transversal terhadap sumbu balok, maka tidak ada gaya aksial di penampang. Baik gaya geser maupun momen lentur bekerja dibidang balok, artinya vektor gaya geser terletak di bidang gambar dan vektor momen lentur adalah tegak lurus bidang gambar.



Gambar 2.13 Potongan benda bebas

Gaya geser dan momen lentur, seperti gaya aksial di bidang dan torsi internal di batang, merupakan resultan dari tegangan yang terdistribusi disuatu penampang. Dengan demikian, besaran-besaran ini dapat disebut resultan tegangan.

Resultan tegangan pada balok statis tertentu dapat dihitung dari persamaan keseimbangan. Dalam hal balok dalam gambar 2.12, kita menggunakan diagram benda bebas dalam gambar 2.13. Dengan menjumlahkan gaya dalam arah vertikal dan mengambil momen terhadap potongan, kita dapatkan Persamaan dari (Frick Heinz, Ir. 1978. hal 99) :

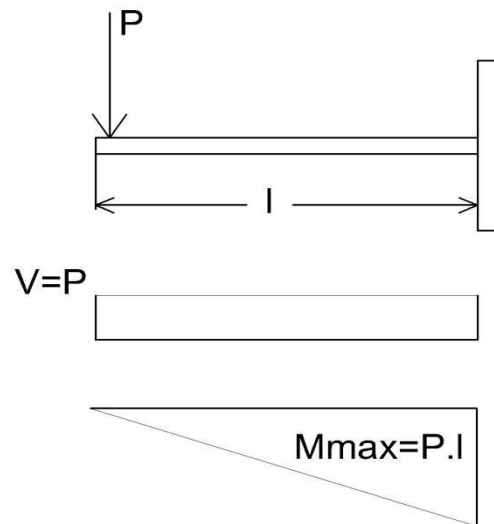
$$\sum F_x = 0 \quad N_x = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad P - V_x = 0 \quad \text{Atau} \quad V_x = P$$

$$\sum M_x = 0 \quad M_x - P \cdot x = 0 \quad \text{Atau} \quad M_x = P \cdot x.$$

Dimana x adalah jarak dari ujung bebas balok kepotongan dimana V_x dan M_x dihitung. Jadi, dengan menggunakan diagram benda bebas dan dua persamaan

keseimbangan, maka kita dapat menghitung gaya geser dan momen lentur dengan mudah.



Gambar 2.14 Batang kantivilier yang mendapat beban diuji

Pada gambar 2.14 didapat gaya normal yang terjadi pada batang:

$$V = P \quad (\text{Frick Heinz, Ir. 1978. hal 99})$$

$$M_{\max} = P.l \quad (\text{Frick Heinz, Ir. 1978. hal 99})$$

Dimana pada persamaan diatas tegangan normal sama dengan besar gaya yang diberi pada ujung batang. Sedangkan momen maksimal yang terjadi pada batang didapat dari besar gaya dikalikan dengan panjang batang (lengan).

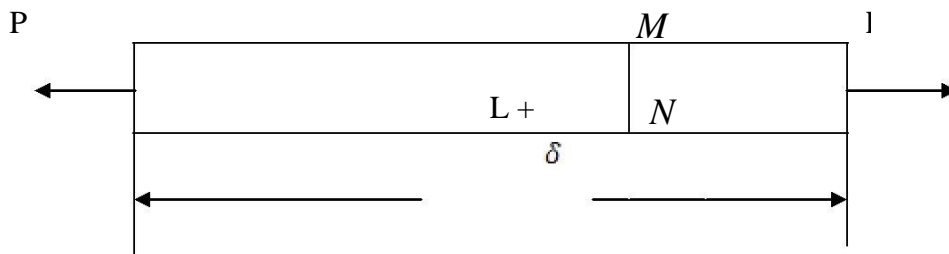
2.8 Tegangan Normal

Konsep paling dasar dalam mekanikabahan adalah tegangan dan regangan. Konsep ini dapat diilustrasikan dalam bentuk yang paling mendasar dengan meninjau sebuah batang yang mengalami gaya aksial. Batang adalah sebuah elemen struktural lurus yang mempunyai penampang konstan diseluruh panjangnya, dan gaya aksial adalah beban yang mempunyai arah sama dengan sumbu elemen, sehingga mengakibatkan terjadinya tarik atau tekan pada batang, yang dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Sebuah batang yang mengalami pembebanan tarik

Gaya terdistribusi kontinu yang bekerja pada seluruh penampang. Intensitas gaya (yaitu gaya per satuan luas) disebut **tegangan** dan diberi notasi huruf yunani σ (sigma) jadi gaya aksial P yang bekerja dipenampang adalah *resultan* dari tegangan yang terdistribusi kontinu.



Gambar 2.16 Segmen batang yang sudah diberikan pembebanan

Dengan mengasumsikan bahwa tegangan terbagi rata, seperti pada gambar 2.16 dapat dilihat bahwa resultannya harus sama dengan luas penampang dari batang tersebut. Dengan demikian didapat rumus

berikut untuk menyatakan besar tegangan geser menurut (Frick Heinz, Ir. 1978 hal 65) :

$$\tau_g = \frac{V}{A}$$

Dimana :

τ_g = Tegangan geser yang terjadi

V = Gaya geser

A = Luas Penampang

Persamaan ini memberikan intensitas tegangan merata pada batang yang dibebani secara aksial dengan penampang sembarang. Apabila batang ini ditarik dengan gaya P, maka tegangannya adalah tegangan tarik (*tensile stress*), apabila gayanya mempunyai arah sebaliknya, sehingga menyebabkan batang tersebut mengalami tekan, maka tegangan ini disebut tegangan normal (*normal stress*). Jadi tegangan normal dapat berubah atau tekan

Dengan memasukan rumus kelengkungan kedalam persamaan tegangan, maka diperoleh persamaan dari (Frick Heinz, Ir. 1978 hal 64) :

$$\sigma_L = \frac{M.y}{I}$$

Dimana :

σ_L = Tegangan lentur

M = Momen lentur

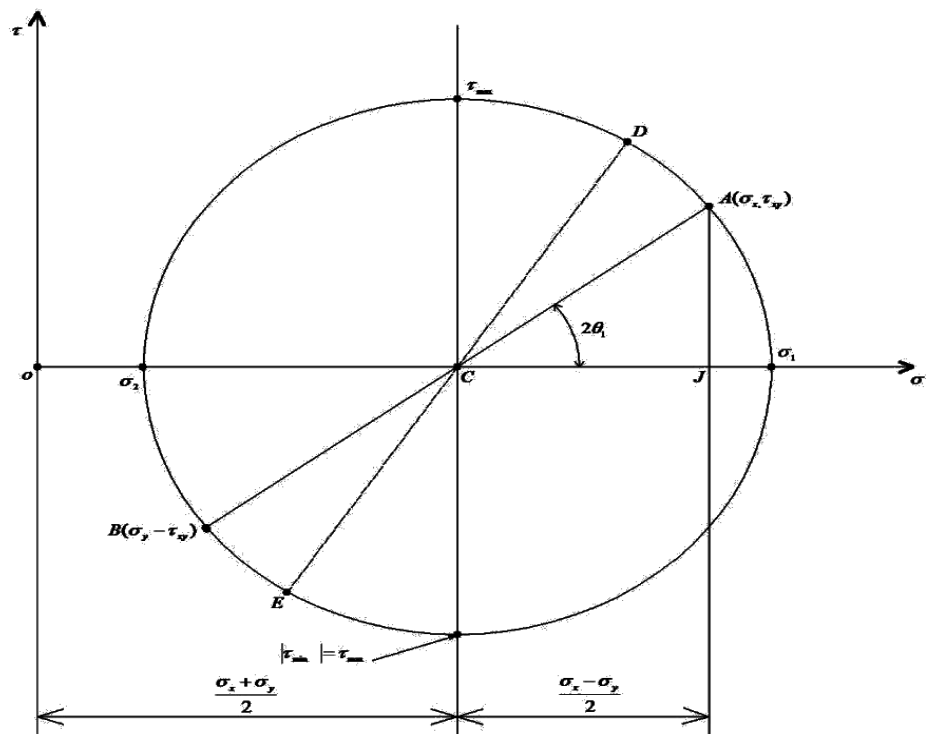
I = Momen inersia

y = Jarak

Dari persamaan diatas disebut rumus lentur, menunjukkan bahwa tegangan sebanding dengan momen lentur M dan berbanding terbalik dengan momen inersia I penampang. Juga tegangan bervariasi secara linier terhadap jarak y dari sumbu netral. Tegangan yang dihitung dengan menggunakan rumus ini disebut tegangan lentur.

2.9 Tegangan Utama dan Lingkaran Tegangan Mohr

Keadaan tegangan yang dialami material merupakan sebagai akibat dari gaya – gaya eksternal yang diterima dan pada umumnya bersifat kompleks atau lebih dari satu sumbu. Berbagai cara dilakukan untuk mempermudah penggambaran keadaan penggambaran tegangan tersebut. Diagram lingkaran mohr menggambarkan keadaan tegangan pada satu elemen fisik dengan menggunakan dua buah sumbu. Sumbu axis digunakan untuk menggambarkan tegangan normal (*normal stress*), dan sumbu koordinat untuk menggambarkan tegangan geser (*shear stress*)



Gambar 2.17 Lingkaran Tegangan Mohr

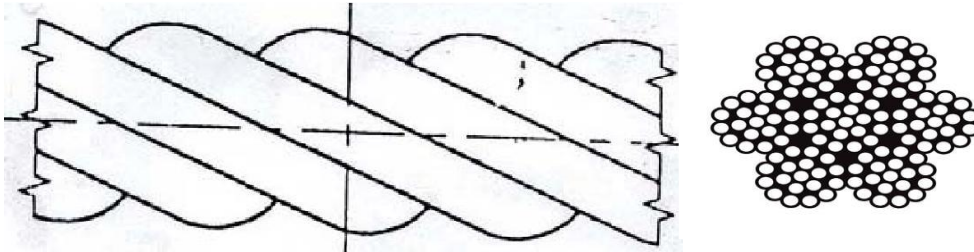
Gambar 2.17 merupakan gambar lingkaran mohr yang digunakan untuk menggambarkan keadaan tegangan yang terjadi pada bahan. Besar tegangan utama dapat kita peroleh dengan mengganti harga fungsi sinus dan cosinus yang sesuai dengan sudut ganda yang diberikan. Maka inisial dari tegangan normal maksimum (dilambangkan oleh σ_1) dan tegangan normal minimum (dilambangkan oleh σ_2) menjadi :

$$\sigma_{\max, \min} = \sigma_1 \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad .(\text{Frick Heinz, Ir. 1978 hal 77})$$

BAB III

ANALISA DAN PERHITUNGAN TEGANGAN

3.1 Analisa Tegangan Pada Tali Baja



Gambar 3.1 Serat Tali Baja

Untuk menganalisa tegangan berat muatan yang akan diangkat maksimal adalah 6000 kg , Karena pada pengangkatan dipengaruhi oleh beberapa factor, 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 :

- Berat muatan yang diangkat adalah

$$: Q_o = 6.000 + (10\%.6.000)$$

$$= 6.600 \text{ Kg}$$

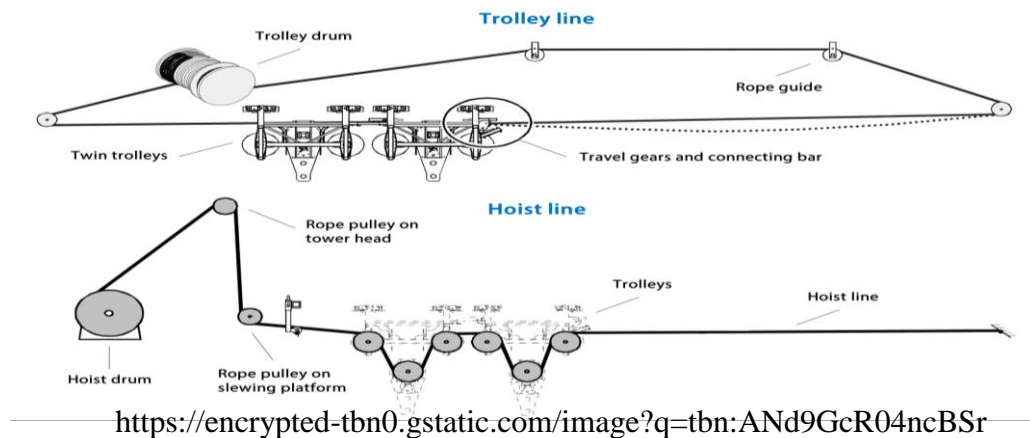
Dari data di lapangan didapat berat *trolley* 200 kg dan berat *hook* 50 kg, sehingga

- Kapasitas total angkat pesawat adalah

$$: Q = Q_o + Q_t + Q_h$$

$$= 6.600 \text{ kg} + 200 \text{ kg} + 50 \text{ kg}$$

$$= 6.850 \text{ kg}$$



Gambar 3.2 Diagram Lengkungan tali baja mekanisme *hoist*

Dari gambar 3.2 diatas, dapat dilihat diagram lengkungan tali pada mekanisme gerak *hoist* dapat ditentukan tegangan tali maksimum baja yang terjadi. Sistem pengangkat yang direncanakan ini terdiri dari 8 buah puli yang menyangga (suspensi), sehingga :

- a. Tegangan maksimum dari system tali puli dihitung dengan rumus menurut (Rudenko, N. 1996 hal. 41):

$$S = \frac{Q}{n \cdot \eta \cdot n_1} .$$

Pemilihan puli yang digunakan adalah puli tetap.

Dimana :

n = jumlah puli penumpu $n = 8$

η =efisiensi puli = 0,823 (Rudenko, N. 1996 hal 41)

n_1 = efesiensi disebabkan kerugian tali akibat kekuatan ketika menggulung

pada drum yang diasumsikan = 0,98 (Rudenko, N. 1996 Hal 41)

Q =kapasitas total = 6.850 kg

Maka tegangan maksimum adalah

$$S = \frac{6850}{8.0,823.0,98} \cdot$$

$$= 1061,6 \text{ kg}$$

- b. Kekuatan putus tali sebenarnya dihitung dengan rumus menurut (Rudenko, N. 1996 hal. 40) :

$$P = S \times k$$

Dimana : k = factor keamanan

$$= 6.0 \text{ pengoperasiaan Berat (Rudenko, N. 1996 Hal 42)}$$

Maka:

$$P = 1061,6 \times 6.0$$

$$= 6369,6 \text{ kg}$$

Tipe tali baja yang dipilih adalah menurut *standar United Rope Works,*

Wire rope handbook yaitu : *Wire rope* 18 x 7 .

1. Beban Patah (Pb) = 83,6 kN = 8.360kg
2. Tegangan Patah (σ_b) = 1770 N/mm² = 177 kg / mm²
3. Berat Tali = 56,2 kg / 100 m = 5,62 kg/m
4. Diameter Tali (d) = 12 mm

- c. Maka tegangan maksimum tali yang diizinkan :

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

$$= \frac{8.360kg}{6.0} = 1393 kg$$

- d. Tegangan tarik yang diizinkan dihitung dengan rumus menurut (Rudenko, N. 1996 hal 39) :

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma b}{K}$$

$$= \frac{177}{6,0} = 29,5kg/cm^2$$

- e. Luas penampang tali baja dapat dihitung dengan rumus (Rudenko, N. 1996 hal 39) :

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

Dengan perbandingan diameter drum dan diameter tali baja $\left(\frac{D_{min}}{d}\right)$

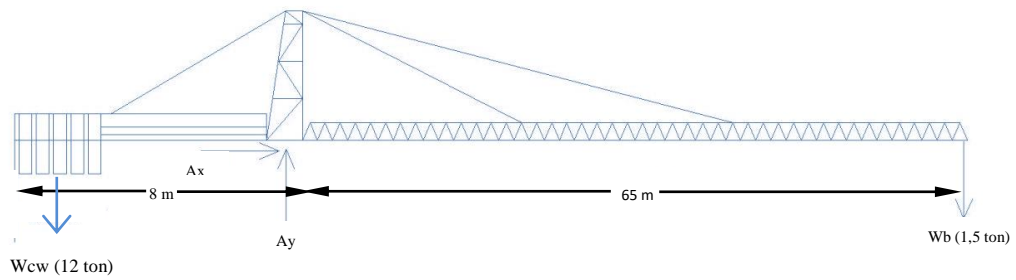
Untuk jumlah lengkungan (NB) = 16, seperti terlihat pada gambar 3.2 adalah 38 (diambil dari tabel 7 N, Rudenko hal 38), maka luas dari tali baja adalah :

$$F_{222} = \frac{1061,6}{\left(\frac{17700}{6,0}\right) - \left(\frac{1}{38}\right) \times (36000)} = 0,53cm^2$$

- f. Tegangan tarik yang terjadi pada tali baja dihitung dengan rumus menurut (Rudenko, N. 1996 hal 40) :

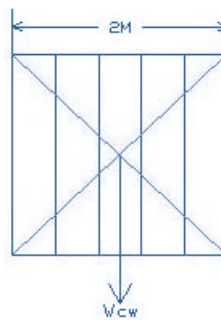
$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{S}{F_{222}} \\ &= \frac{1061,6}{0,53} \\ &= 2003,01 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 20,03 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

3.2 Analisa Kesetimbangan Beban



Gambar 3.3 Struktur Lengan *Tower Crane*

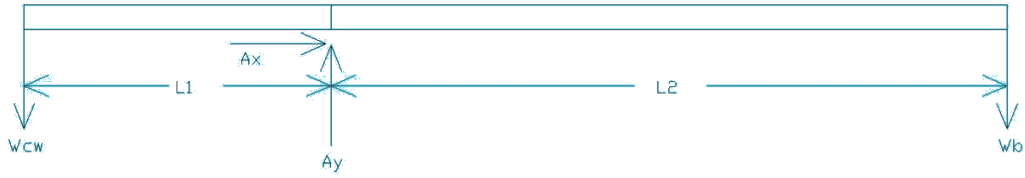
Pada sebuah lengan *tower crane* terdapat dua buah gaya diantaranya gaya yang terjadi pada ujung lengan (Wb) dan gaya berbagi merata pada belakang lengan *tower crane* (Wcw). Sedangkan beban maksimal pengangkatan sebesar 1,5 ton dan berat beban merata sebesar 12 ton.



Gambar 3.4 Gaya Berbagi Rata

Berat 1 buah counter weigh = 2,4 ton

Maka berat *counter weight* 5 buah = $2,4 \times 5 = 12$ ton



Gambar 3.5 Gaya bekeja pada lengan *tower crane*

Dari gambar 3.5 di dapat data sebagai berikut:

$$W_{cw} = 12 \text{ ton}$$

$$W_b = 1,5 \text{ ton}$$

$$L_1 = 8 \text{ m}$$

$$L_2 = 65 \text{ m}$$

Syarat –syarat setimbang:

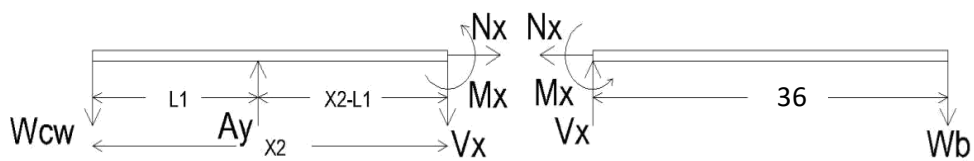
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + W_b = 0$$

$$A_y = W_{cw} + W_b$$

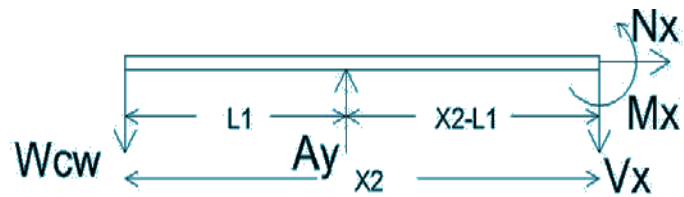
$$A_y = 12 + 1,5$$

$$A_y = 13,5 \text{ Ton}$$

$$A_y = 135 \text{ kN}$$



Gambar 3.6 Kestimbangan beban



Gambar 3.7 Potong sepanjang 36 m

Syarat –syarat kesetimbangan

1. Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

2. Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + V_x = 0$$

$$V_x = A_y - W_{cw}$$

$$V_x = 13,5 - 12$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_2) - A_y(X_2 - L_1) + M_x = 0$$

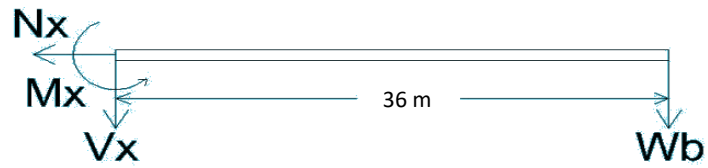
$$M_x = A_y(X_2 - L_1) - W_{cw}(X_2)$$

$$M_x = 13,5(28) - 12(36)$$

$$M_x = 378 - 432$$

$$M_x = -54 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = -540 \text{ kN.m}$$



Gambar 3.8 Potong sepanjang 36 m

Syarat – syarat setimbang

1. Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

2. Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow Wb - V_x = 0$$

$$V_x = Wb$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow Wb(L) - M_x = 0$$

$$M_x = Wb(L)$$

$$M_x = 1,5(36)$$

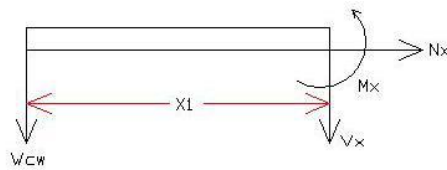
$$M_x = 54 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = 540 \text{ kN .m}$$

3.3 Analisa dan Perhitungan Gaya-gaya Dalam (Gaya Normal, Gaya Geser dan Momen) Terhadap Variasi Jarak Lengan.

Setelah gaya –gaya reaksi sudah diketahui maka tahap berikutnya adalah untuk mendapatkan besar gaya normal, gaya geser dan momen sebagai berikut:

3.3.1 Potong sepanjang $0 \leq X_1 \leq 8m$



Gambar 3.9 Potongan sepanjang 8 m

4. Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

5. Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} + V_x = 0$$

$$V_x = -W_{cw}$$

$$V_x = -12 \text{ Ton}$$

$$V_x = -120 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_1) + M_x = 0$$

$$M_x = -W_{cw} (8)$$

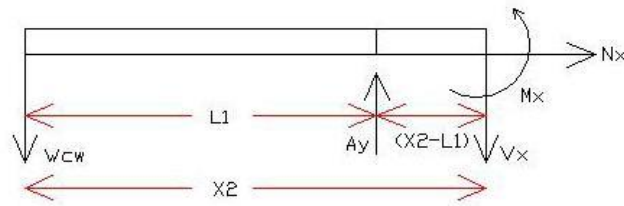
$$M_x = -12 (8)$$

$$M_x = -96 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = -960 \text{ kN.m}$$

3.3.2 Potong sepanjang 8 m $0 \leq X_1 \leq 73m$

3.3.2.1 Potongan Sepanjang $X_2 = 10 m$



Gambar 3.10 Gaya-gaya dalam sepanjang 10m

Dengan menggunakan syarat –syarat kesetimbangan maka:

2.4 Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

2.5 Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + V_x = 0$$

$$V_x = A_y - W_{cw}$$

$$V_x = 13,5 - 12$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_2) - A_y(X_2 - L_1) + M_x = 0$$

$$M_x = A_y(2) - W_{cw}(10)$$

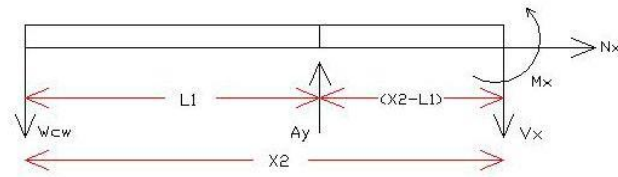
$$M_x = 13,5(2) - 12(10)$$

$$M_x = 27 - 120$$

$$M_x = -93 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = -930 \text{ kN.m}$$

3.3.2.2 Potongan Sepanjang $X_2 = 20$ m



Gambar 3.11 gaya-gaya dalam sepanjang 20m

Dengan menggunakan syarat –syarat kesetimbangan maka:

1. Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

2. Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + V_x = 0$$

$$V_x = A_y - W_{cw}$$

$$V_x = 13,5 - 12$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ KN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_2) - A_y(X_2 - L_1) + M_x = 0$$

$$M_x = A_y(12) - W_{cw}(20)$$

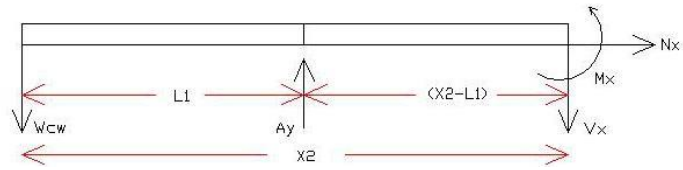
$$M_x = 13,5(12) - 12(20)$$

$$M_x = 162 - 240$$

$$M_x = -78 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = -780 \text{ kN.m}$$

3.3.2.3 Potongan Sepanjang $X_2 = 30$ m



Gambar 3.12 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 30 m

Dengan menggunakan syarat –syarat kesetimbangan maka:

7. Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

8. Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + V_x = 0$$

$$V_x = A_y - W_{cw}$$

$$V_x = 13,5 - 12$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_2) - A_y(X_2 - L_1) + M_x = 0$$

$$M_x = A_y(22) - W_{cw}(30)$$

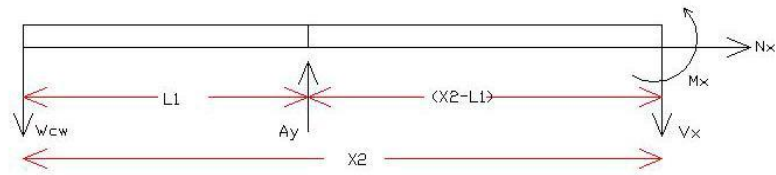
$$M_x = 13,5(22) - 12(30)$$

$$M_x = 297 - 360$$

$$M_x = 63 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = 630 \text{ kN.m}$$

3.3.2.4 Potongan Sepanjang $X_2 = 40$ m



Gambar 3.13 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 40 m

Dengan menggunakan syarat –syarat kesetimbangan maka:

2.5. Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

2.6. Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + V_x = 0$$

$$V_x = A_y - W_{cw}$$

$$V_x = 13,5 - 12$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_2) - A_y(X_2 - L_1) + M_x = 0$$

$$M_x = A_y(32) - W_{cw}(40)$$

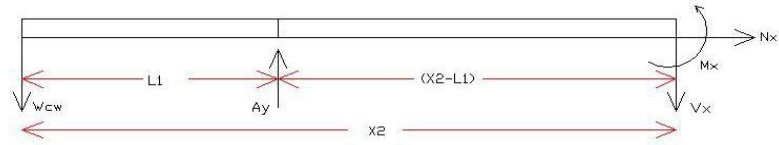
$$M_x = 13,5(32) - 12(40)$$

$$M_x = 432 - 480$$

$$M_x = 48 \text{ Ton m}$$

$$M_x = 480 \text{ kN.m}$$

3.3.2.5 Potongan Sepanjang $X_2 = 50$ m



Gambar 3.14 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 50 m

Dengan menggunakan syarat –syarat kesetimbangan maka:

2.4.3 Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

2.4.4 Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + V_x = 0$$

$$V_x = A_y - W_{cw}$$

$$V_x = 13,5 - 12$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_2) - A_y(X_2 - L_1) + M_x = 0$$

$$M_x = A_y(42) - W_{cw}(50)$$

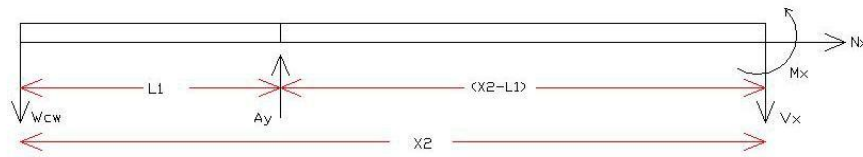
$$M_x = 13,5(42) - 12(50)$$

$$M_x = 567 - 600$$

$$M_x = 33 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = 330 \text{ kN.m}$$

3.3.2.6 Potongan Sepanjang $X_2 = 60$ m



Gambar 3.15 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 60 m

Dengan menggunakan syarat –syarat kesetimbangan maka:

1. Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

2. Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + V_x = 0$$

$$V_x = A_y - W_{cw}$$

$$V_x = 13,5 - 12$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_2) - A_y(X_2 - L_1) + M_x = 0$$

$$M_x = A_y(52) - W_{cw}(60)$$

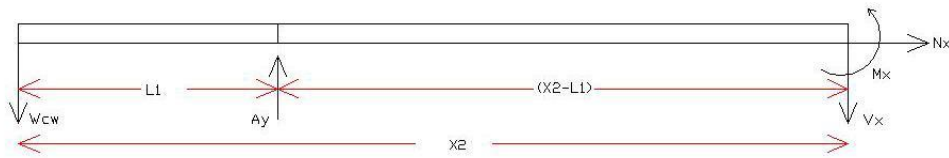
$$M_x = 13,5(52) - 12(60)$$

$$M_x = 702 - 720$$

$$M_x = 18 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = 180 \text{ kN.m}$$

3.3.2.7 Potongan Sepanjang $X_2 = 70$ m



Gambar 3.16 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 70 m

Dengan menggunakan syarat –syarat kesetimbangan maka:

1. Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

2. Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + V_x = 0$$

$$V_x = A_y - W_{cw}$$

$$V_x = 13,5 - 12$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_2) - A_y(X_2 - L_1) + M_x = 0$$

$$M_x = A_y(62) - W_{cw}(70)$$

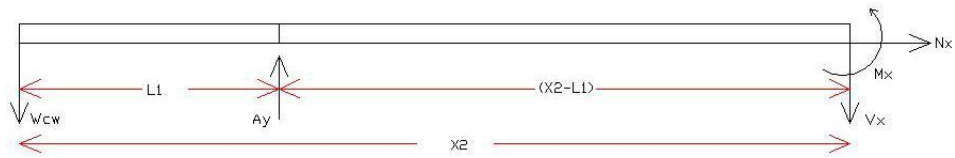
$$M_x = 13,5(62) - 12(70)$$

$$M_x = 837 - 840$$

$$M_x = 3 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = 30 \text{ kN.m}$$

3.3.2.8 Potongan Sepanjang $X_2 = 73 \text{ m}$



Gambar 3.17 Gaya –Gaya Dalam Sepanjang 73 m

Dengan menggunakan syarat –syarat kesetimbangan maka:

1. Gaya Normal (N_x)

$$\sum N_x = 0 \Rightarrow N_x = 0$$

2. Gaya Geser (V_x)

$$\sum V_x = 0 \Rightarrow W_{cw} - A_y + V_x = 0$$

$$V_x = A_y - W_{cw}$$

$$V_x = 13,5 - 12$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$V_x = 15 \text{ kN}$$

3. Momen (M_x)

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow W_{cw}(X_2) - A_y(X_2 - L_1) + M_x = 0$$

$$M_x = A_y(65) - W_{cw}(73)$$

$$M_x = 13,5(65) - 12(73)$$

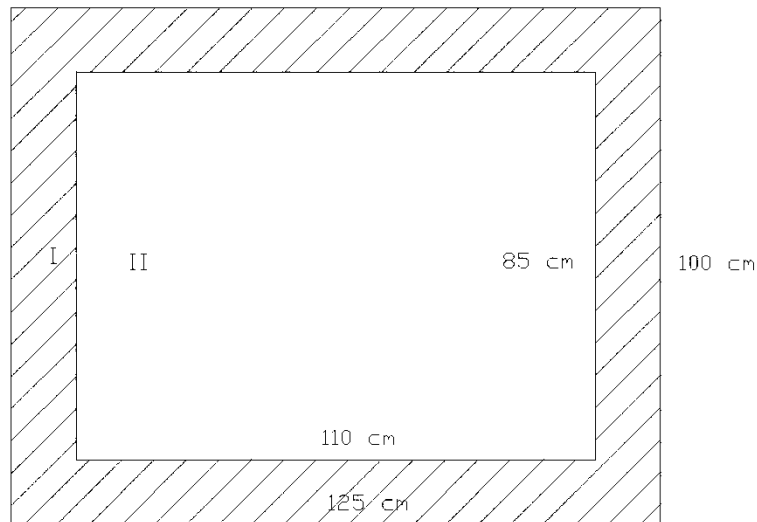
$$M_x = 877 - 876$$

$$M_x = 1 \text{ Ton.m}$$

$$M_x = 10 \text{ kN.m}$$

3.4 Analisa dan Perhitungan Tegangan Geser

Untuk menganalisa tegangan geser yang terjadi pada lengan *tower crane*, luas penampang dimisalkan berbentuk persegi karena konstruksi lengan *tower crane* adalah konstruksi ringan.



Gambar 3.18 Bentuk Penampang Tegangan Geser

Dari gambar diatas diketahui:

$$b_1 = 110 \text{ cm} = 1,1 \text{ m} \quad h_1 = 85 \text{ cm} = 0,85 \text{ m}$$

$$b_2 = 125 \text{ cm} = 1,25 \text{ m} \quad h_2 = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

$$V = 1500 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 15000 \text{ N}$$

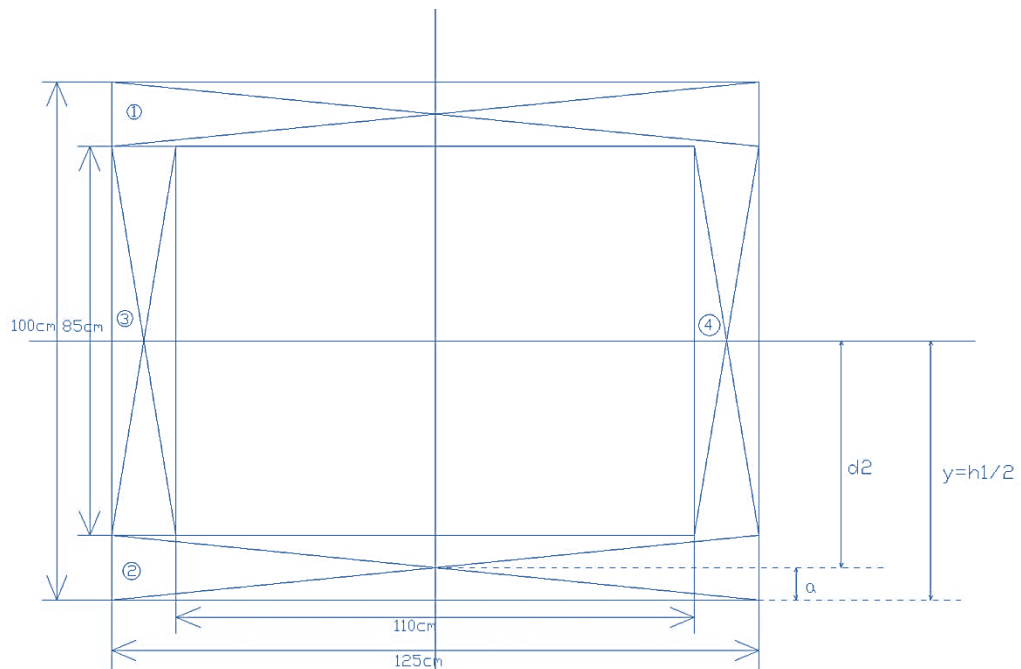
$$= 15 \text{ kN}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Luas I} & = & 1,25 \times 1 = 1,25m^2 \\
 \text{Luas II} & = & 1,1 \times 0,85 = 0,935m^2 \\
 \text{Maka Ab} & = & \frac{1,25 - 0,935}{1} = 0,315m^2
 \end{array}$$

Maka tegangan geser yang terjadi adalah

$$\begin{aligned}
 \tau_g &= \frac{3V}{2A} \\
 &= \frac{3 \cdot 15000}{2 \cdot 0,315 m^2} \\
 &= 71,428kPa
 \end{aligned}$$

3.5 Analisa dan Perhitungan Tegangan Lentur



Gambar 3.19 Bentuk Penampang Tegangan

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1,25 \cdot 0,935^3}{12} = 0,8514 \text{ m}^4$$

Untuk mendapatkan titik berat dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Luas Penampang Total

A	Y	A.(y)
A2 = 125 (100) = 1,25 m ²	0,5	0,625
A1 = 110 (85) = 0,935 m ² -	0,425	0,397 -
Atotal = 0,315 m ²		∑Ay = 0,

$$y = \frac{\sum Ay}{\sum A} = \frac{0,228}{0,315} = 0,724 \text{ m}$$

$$\sigma_L = \frac{M \cdot y}{I}$$

$$= \frac{96000 (0,724)}{0,8514}$$

$$= 81634,9541 \text{ kPa}$$

3.6 Analisa dan Perhitungan Tegangan Utama

$$\begin{aligned}\sigma_{max} &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \\ &= \frac{81634,9541 + 0}{2} + \sqrt{\left(\frac{81634,9541}{2}\right)^2 + (71,428)^2} \\ &= 40817,477 + \sqrt{1666066432,7 + 5101,959184} \\ &= 40817,477 + 40817,539 \\ &= 80375,016 \text{ KPa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{min} &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \\ &= \frac{81634,9541 + 0}{2} - \sqrt{\left(\frac{81634,9541}{2}\right)^2 + (71,428)^2} \\ &= 40817,477 - \sqrt{1666066432,7 + 5101,959184} \\ &= 40817,477 - 40817,539 \\ &= -0,062 \text{ kPa}\end{aligned}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan Tali Baja (wire rope)

Dari hasil perhitungan pada sub bab 3.1 didapatkan hasil analisa tali baja yang dipakai pada tower crane sudah dalam kondisi aman. Dimana tegangan maksimum tali yang direncanakan lebih rendah dari tegangan izin yaitu : $1061,6 < 1393$ kg dan tegangan tarik yang diizinkan lebih besar dari tegangan tarik yang direncanakan yaitu $20,3 < 29,5$ kg/ cm^2

4.2 Hasil dan Pembahasan Kesetimbangan Beban

Dari hasil perhitungan sub bab 3.2 didapat hasil perhitungan, besar nilai momen yang dihasilkan sama - sama sebesar 54 ton. Dapat dilihat juga Pada gambar 3.7 dan gambar 3.8 Hal ini membuktikan besar momen yang terjadi pada ujung - ujung lengan tower crane sudah setimbang.

4.3 Hasil dan Pembahasan Perhitungan Gaya Normal, Gaya Geser, dan Momen

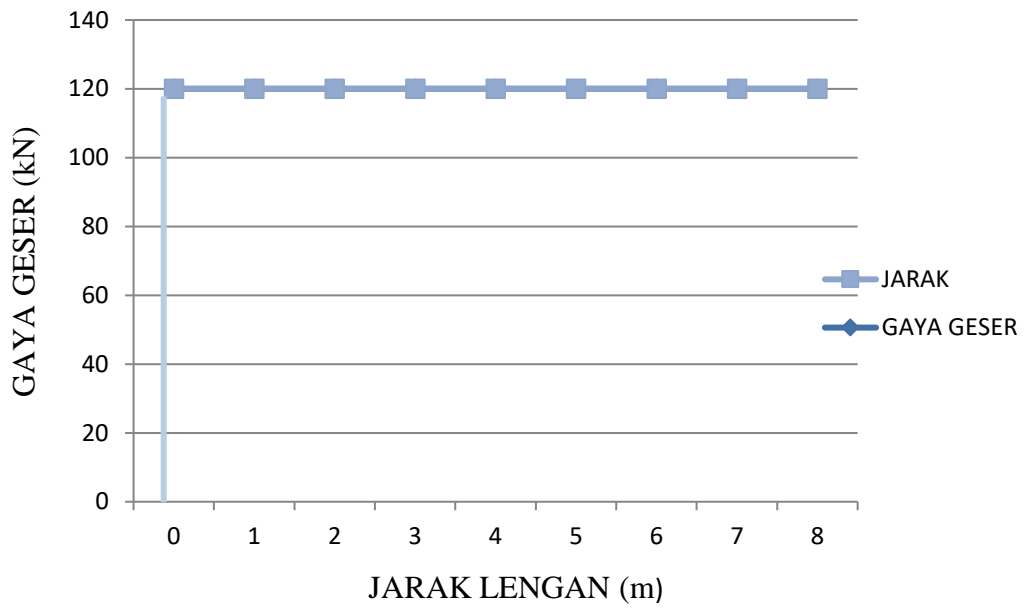
Dari hasil perhitungan pada sub bab 3.3 didapat hasil perhitungan Gaya geser dan momen lentur sepanjang $0 \leq X \leq 8$ memiliki besar yang bervariasi. Gaya geser yang terjadi pada lengan tower crane sebesar 120 kN dengan kondisi konstan, sedangkan momen maksimum atau momen kritis yang terjadi pada lengan tower crane sebesar 960 kN.m pada jarak 8 m yang terletak pada tumpuan. Untuk melihat distribusi gaya geser dan momen dapat dilihat pada gambar 4.1 dan

gambar 4.2. Dari hasil perhitungan gaya geser dan momen didapat hasil negatif hal ini menandakan arah dari gaya geser dan momen berlawanan dari arah yang digunakan dalam perhitungan.

Untuk lebih jelas besar distribusi tegangan yang terjadi pada batang dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut.

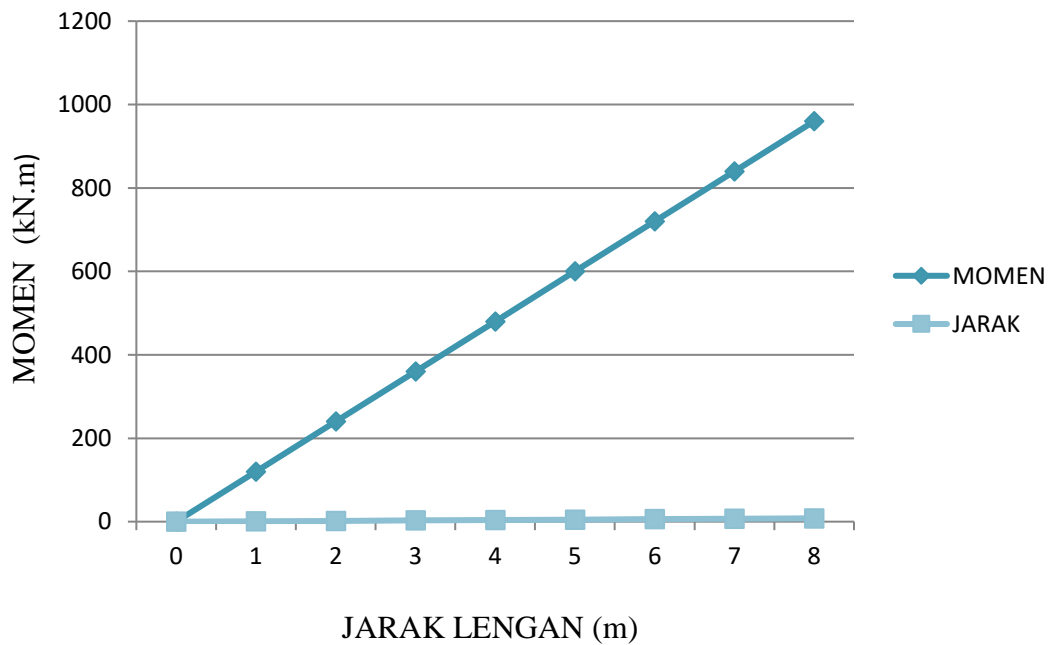
Tabel 4.1 Data Potongan Sepanjang $0 \leq X_1 \leq 8m$

No	Jarak Lengan (m)	Gaya Normal (Nx)	Gaya Geser (Vx) (kN)	Momen (Mx) (kN.m)
1	0	0	-120	-0
2	1	0	-120	-120
3	2	0	-120	-240
4	3	0	-120	-360
5	4	0	-120	-480
6	5	0	-120	-600
7	6	0	-120	-720
8	7	0	-120	-840
9	8	0	-120	-960



Gambar 4.1 Grafik Gaya Geser vs Jarak

Dari gambar 4.1 dapat dikatakan gaya geser yang terjadi pada batang tidak dipengaruhi terhadap jarak. Oleh karena itu hasil grafik gaya geser Vs jarak didapat garis lurus.



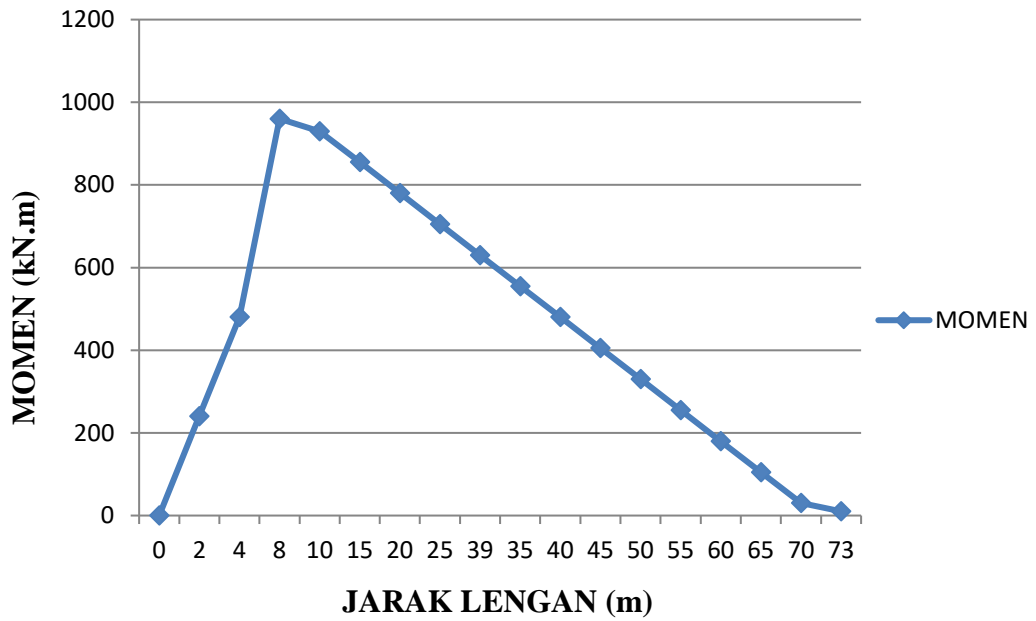
Gambar 4.2 Grafik momen vs jarak

Dari gambar 4.2 dapat dikatakan momen lentur yang terjadi pada batang dipengaruhi terhadap jarak. Semakin panjang jarak terhadap beban maka semakin besar nilai momen yang terjadi. Oleh karena itu hasil grafik gaya geser Vs jarak didapat garis lengkung.

Tabel 4.2 Data Potongan Sepanjang $8m \leq X_1 \leq 73m$

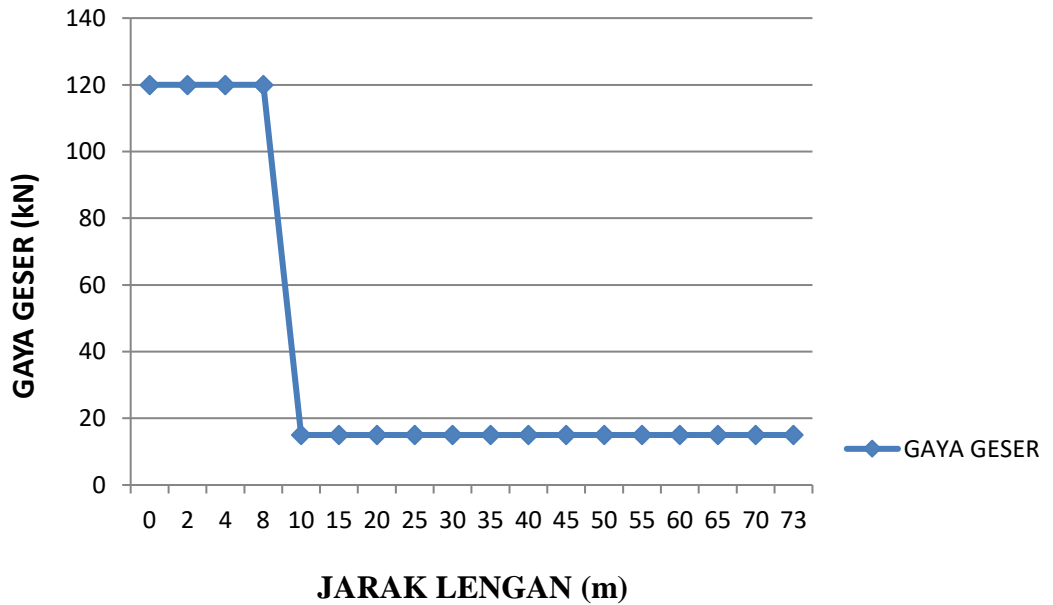
No	Jarak Lengan (m)	Gaya Normal (Nx)	Gaya Geser (Vx) (kN)	Momen (Mx) (kN.m)
1	0	0	-120	0,0
2	2	0	-120	-240
3	4	0	-120	-480
4	8	0	-120	-960
5	10	0	15	930
6	15	0	15	855
7	20	0	15	780
8	25	0	15	705
9	30	0	15	630
10	35	0	15	555
11	40	0	15	480
12	45	0	15	405
13	50	0	15	330
14	55	0	15	255
15	60	0	15	180
16	65	0	15	105
17	70	0	15	30
18	73	0	15	10

Dari tabel 4.2 dapat di lihat besar momen maksimum terjadi pada jarak 8 m sebesar 960 kN-m, sedangkan gaya normal yang terjadi sama dengan nol dan gaya geser sepanjang $0 \leq X_1 \leq 8m$ sebesar 120 kN, sedangkan gaya geser sepanjang $8m \leq X_1 \leq 73m$ sebesar 15 kN. Sehingga gaya geser konstan sepanjang batang karena jarak tidak mempengaruhi besar gaya geser yang terjadi. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.3. Sedangkan besar momen maksimum atau momen kritis yang terjadi di sepanjang lengan tower crane dapat dilihat pada gambar 4.4 yang mana nilai maksimum momen kritis sebesar 960 kN.m



Gambar 4.3 Grafik Momen Vs Jarak pada $0 \leq X_1 \leq 73m$

Dari gambar 4.3 dapat diketahui momen lentur yang terjadi pada batang dipengaruhi terhadap jarak



Gambar 4.4 Grafik Gaya Geser Vs Jarak pada $0 \leq X_1 \leq 73m$

Dari gambar 4.4 dapat dikatakan gaya geser yang terjadi pada batang tidak dipengaruhi terhadap jarak. Oleh karena itu hasil grafik gaya geser Vs jarak didapat garis lurus.

4.4 Hasil dan Pembahasan Perhitungan Tegangan

Dari hasil perhitungan pada sub bab 3.6 didapat tegangan maksimum terjadi pada jarak 8 m dengan $\sigma_{\max} = 80375,016 \text{ kPa}$. Sedangkan tegangan minimum pada jarak 8 m didapat $\sigma_{\min} = -0,062 \text{ kPa}$.

Hasil perhitungan yang dicari menggunakan rumus yang sudah ada maka di dapat sebagai berikut:

$$M_{\max} = 960 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_x = 1,5 \text{ Ton}$$

$$\tau_g = 71,428 \text{ kPa}$$

$$\sigma_l = 81634,9 \text{ kPa}$$

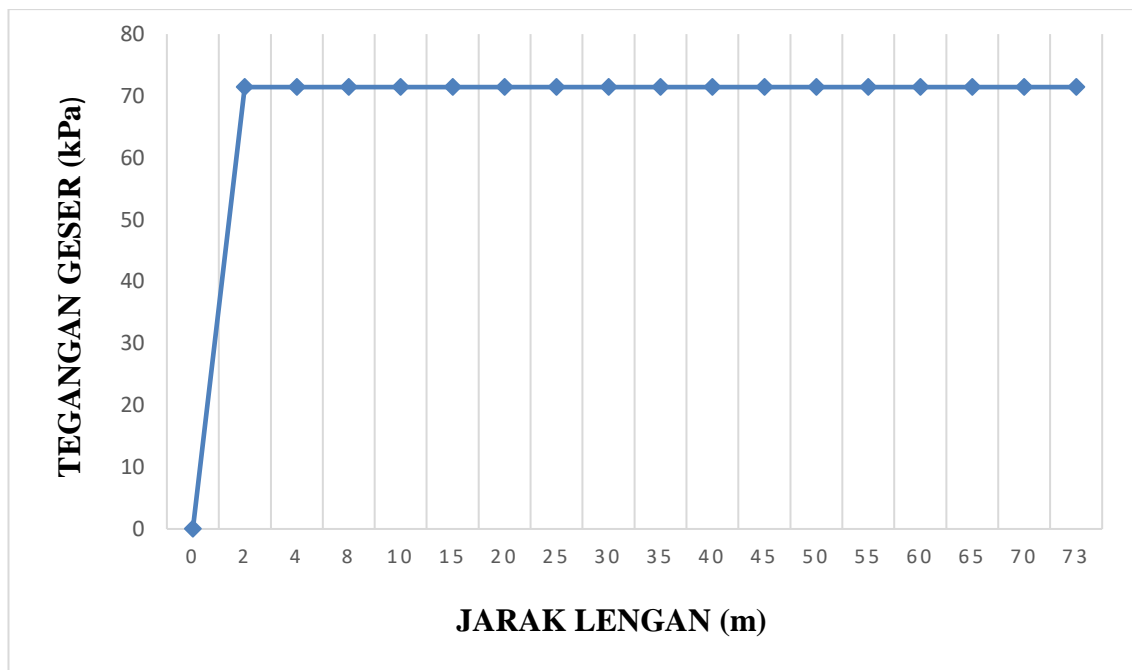
$$\sigma_{\max} = 80375,1 \text{ kPa}$$

Untuk perhitungan jarak yang lain dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 4.3 Tabel hasil perhitungan tegangan

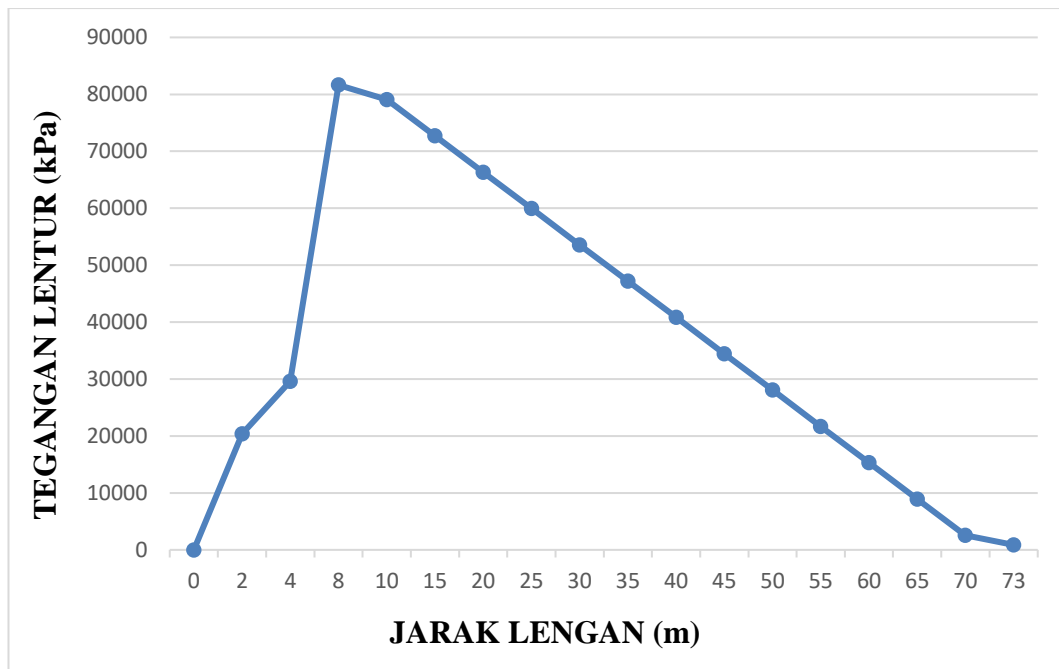
Jarak	Tegangan	Tegangan	Tegangan Utama	Tegangan Utama
Lengan (m)	Geser (kPa)	Lentur (kPa)	(σ_{max}) (kPa)	(σ_{min}) (kPa)
0	71,428	0.0	0.0	0
2	71,428	20408,7	11228,9	-0,249
4	71,428	77869,7	29588,1	-0,172
8	71,428	81634,9	80375,1	-0.062
10	71,428	79083,8	79083,8	-0.034
15	71,428	72706,1	72706,2	-0.634
20	71,428	66328,4	66328,4	-0.077
25	71,428	59950,6	59950,7	-0,084
30	71,428	53572,9	53573	-0,095
35	71,428	47195,2	47195,3	-0,109
40	71,428	40817,4	40817,5	-0,086
45	71,428	34439,7	34439,8	-0,148
50	71,428	28062,1	28062,1	-0,181
55	71,428	21684,3	21684,5	-0,235
60	71,428	15306,5	15306,8	-0,333
65	71,428	8928,8	8929,3	-0,570
70	71,428	2551,1	2553	-1,998
73	71,428	850	856	-5,958

Dari tabel 4.3 dapat dianalisa tegangan geser yang terjadi pada lengan adalah konstan yang mana besar tegangan geser sebesar 71,428kPa. Sedangkan tegangan utama maksimum terjadi pada jarak 8 m yaitu sebesar 80375,1 kPa. Yang mana tegangan utama ini dipengaruhi oleh beberapa tegangan lain seperti tegangan geser, dan tegangan lentur. Sedangkan tegangan lentur merupakan tegangan murni yang terjadi pada lengan yaitu sebesar 80375,9 kPa. Oleh sebab itu tegangan kritis yang terjadi pada batang terjadi pada jarak 8 m yang terjadi pada tumpuan.



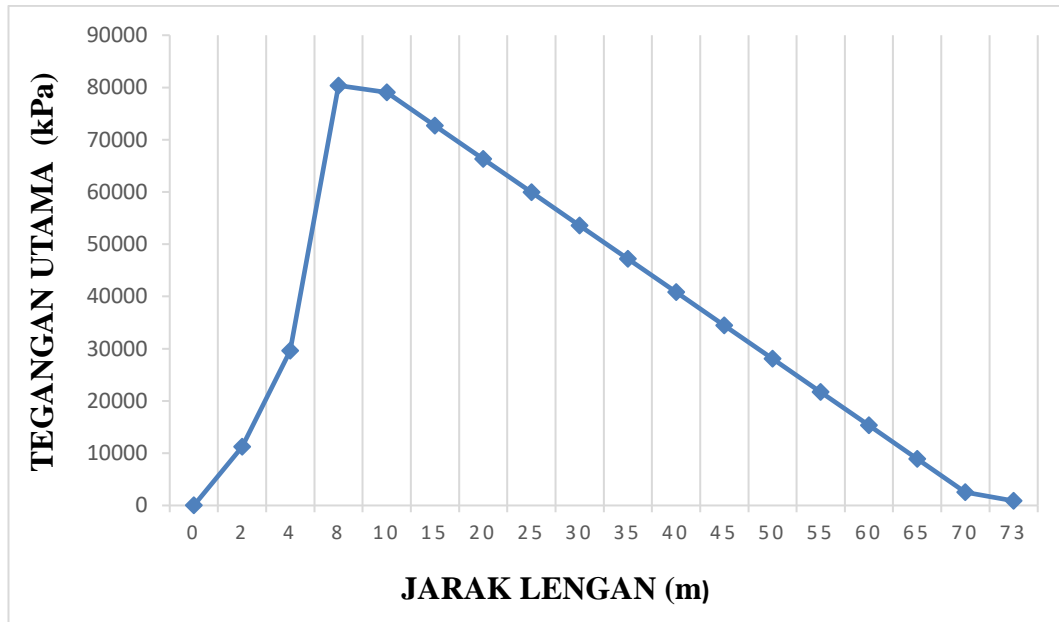
Gambar 4.5 Grafik Tegangan Geser Vs Jarak

Dari data grafik diatas dapat dikatakan tegangan geser yang terjadi pada lengan tidak dipengaruhi oleh jarak. Sehingga hasil grafik tegangan geser Vs jarak didapat garis lurus.



Gambar 4.6 Grafik Tegangan Lentur Vs Jarak

Sedangkan dari data diatas dapat dikatakan tegangan lentur dipengaruhi oleh jarak, sehingga tegangan lentur kritis terjadi pada jarak 8 m tepatnya terjadi pada tumpuan. Tegangan lentur bisa juga dikatakan tegangan murni karna tegangan lentur tidak dipengaruhi oleh tegangan lain. Tegangan lentur maksimum atau tegangan kritis yang terjadi pada lengan *tower crane* sebesar 81634,9 kPa



Gambar 4.7 Grafik Tegangan Utama Vs Jarak

Tegangan utama juga di pengaruhi oleh jarak. Tegangan ini dipengaruhi oleh beberapa tegangan seperti tegangan geser, dan tegangan lentur, Besar tegangan utama yang terjadi pada lengan *tower crane* sebesar 80375,1 kPa yang juga terjadi pada jarak 8 m atau terjadi pada tumpuan.

4.5 Factor Safety Lengan Crane

Dari hasil perhitungan pada sub bab 3.6 didapat hasil perhitungan yaitu σ_{max} pada lengan Tower Crane sebesar 80375,1kPa.

properties bahan yang digunakan pada struktur lengan *Tower Crane* sebagai berikut:

Bahan yang digunakan : *Low Alloy Steel*

Tegangan tarik : 460–1200 Mpa

(Cambridge engineering department, 2003 hal 12)

Dari hasil perhitungan dapat dianalisa tegangan tarik yang didapat secara teori lebih kecil dari pada tegangan tarik bahan yaitu 80,37 MPa < 366 MPa. Maka didapat *factor safety* dari lengan *tower crane* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K &= \frac{\sigma_{material}}{\sigma_{max}} \\ &= \frac{460}{80,37} \\ &= 5,7 \text{ kali} \end{aligned}$$

Tegangan yang diterima lengan bisa menahan beban 5,7 kali tegangan yang terjadi. Sehingga lengan *tower crane* tersebut dapat dikatakan aman.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisa dan perhitungan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan akibat pembebanan yang terjadi pada lengan *tower crane* sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan Momen yang dihasilkan pada kedua ujung ujung lengan sama besar yaitu sebesar 540 kN.m. Hal ini membuktikan bahwa beban diantara kedua lengan seimbang.
2. Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai tegangan pada variasi jarak lengan berbedabeda, bisa dilihat pada tabel 4.3. untuk hasil tegangan maksimum terjadi pada jarak 8 m yaitu sebesar 80375,1 kPa
3. Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai tegangan untuk pembebanan maksimum adalah 80375,1kPa, dan bahan properties yang digunakan pada lengan *Tower Crane* adalah *Low alloy steel*. Dengan tegangan tarik bahan 366 – 1200 Mpa . Maka tegangan tarik yang didapat secara teori lebih kecil dari pada tegangan tarik bahan yaitu $80,37 \text{ MPa} < 366 \text{ MPa}$

1 Saran

1. Untuk menghindari terjadi kelengkungan pada lengan *tower crane*, hendaknya operator memperhatikan besar beban yang diangkat.
2. Dengan analisa diatas hendaknya perawatan yang paling di perhatikan pada lengan *tower crane* adalah pada daerah tumpuan atau pada jarak 8 m.
4. Keselamatan operator sebaiknya lebih diperhatikan oleh para pembuat *tower crane*, sebab tangga yang terlalu tinggi dapat membuat lelahoperator yang menaikinya dan hal ini sangat berbahaya, maka sebaiknya dibuat *shelter* setiap beberapa meter sebagai tempat beristirahat

DAFTAR PUSTAKA

Cambridge University engineering department, 2003 edition “*Material data book*”
camridge : Cambridge university

Cooke William, & company 1911 “Cooke's Wire Rope Handbook” United
Kingdom (U.K)

Frick Heinz, Ir. 1978 “*Mekanika Teknik 1 Statika dan Kegunaannya*”. Semarang :
Penerbit kamsius.

Muhammad Sajali, 2010 “Analisa Perhitungan Tegangan Yang Terjadi Pada
Lengan *Tower Crane* Untuk Pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas
Sumatera Utara”

Muin Syamsir, 1995 “*Pesawat Pengangkat*”, Jakarta : P.T.Raya Grafindo
Persada.

Rudenko, N. 1996. “*Mesin Pengangkat*”. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Egidio S Vio , 2004 “ Comedil CT-651 ” www.tower-cranes.net/wp.../04/COMEDIL-CT-651-12.pdf. Download. Diakses pada 25 Juli
2017 pukul 10.29

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama	: Agung Rahmannur
NPM	: 1307230235
Tempat/ Tanggal Lahir	: Medan, 25 April 1996
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Islam
Status	: Belum Menikah
Kel/Desa	: Polonia
Kecamatan	: Medan Polonia
Kab/Kota	: Kotamadya Medan
Nomor HP	: 08153398825
E-mail	: agungrahmannur@yahoo.com
Nama Orang Tua	
Ayah	: Nelson Kennedy Panjaitan
Ibu	: Dartini

PENDIDIKAN FORMAL

2000-2006	: SD Swasta Al-Hidayah
2002-2006	: MDA Al-Hidayah
2007-2010	: SMP.T Al-Bukhari Muslim
2010-2013	: SMK Negeri 2 Medan
2013-2017	: Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara