

ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN, REGANGAN, DAN
PERPINDAHAN CONTAINER CRANE DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA PADA PT. PELABUHAN INDONESIA II
BOOM BARU PALEMBANG



UNIVERSITAS

Menyempatkan Waktu Mengerjakan Tugas-tugas dan Menunjang Kegiatan Belajar Mengajar
Pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya

Oleh :

RAHMAT ZULIKLIMAH

03091603073

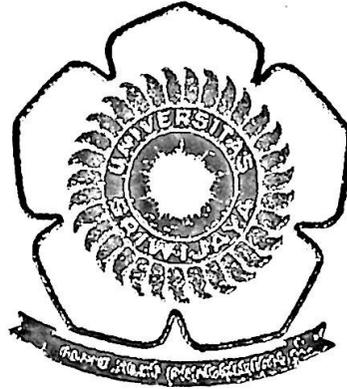
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2014

R. 26496 / 27057

S
621.3807
Rah
a

2014 **ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN, REGANGAN, DAN
PERPINDAHAN CONTAINER CRANE DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA PADA PT. PELABUHAN INDONESIA II
BOOM BARU PALEMBANG**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**RAHMAT ZULKARNAIN
03091005073**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2014

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
INDRALAYA



SKRIPSI

ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN, REGANGAN, DAN
PERPINDAHAN *CONTAINER CRANE* DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA PADA PT. PELABUHAN INDONESIA II
BOOM BARU PALEMBANG

Oleh :

RAHMAT ZULKARNAIN
03091005073

Diketahui oleh :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Qomarul Hadi, S.T., M.T
19690213 199503 1 001

Diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing,

Ir. Zainal Abidin, M.T
19580910 198602 1 001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda No : 006/TA/TA/2014
Diterima Tanggal : 14/09-2014
Paraf : *Kewajiro*

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : RAHMAT ZULKARNAIN
NIM : 03091005073
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : KONSTRUKSI
Judul : ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN, REGANGAN, DAN PERPINDAHAN *CONTAINER CRANE* DENGAN METODE ELEMEN HINGGA PADA PT. PELABUHAN INDONESIA II BOOM BARU PALEMBANG.
Diberikan : Agustus 2013
Selesai : April 2014

Indralaya, Maret 2014

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Oomarul Hadi, S.T, M.T
19690213 199503 1 001

Dosen Pembimbing,



Ir. Zainal Abidin, M.T
19580910 198602 1 001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa berikut ini :

Nama : RAHMAT ZULKARNAIN
NIM : 03091005073
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : KONSTRUKSI
Judul : ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN, REGANGAN, DAN
PERPINDAHAN *CONTAINER CRANE* DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA

Skripsi / Tugas Akhir ini adalah benar hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar dan saya dapat mempertanggungjawabkan bahwa hasil yang saya tulis tidak plagiat.

Demikianlah surat ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, Februari 2014

Penulis,


Rahmat Zulkarnain
NIM. 03091005073

MOTO SERTA PERSEMBAHAN

- *Menyerah bukanlah pilihan.*
- *Promise is promise*

Persembahkan karya ku untuk:

- *Atas rasa syukur ku kepada ALLAH SWT*
- *Kedua orang tua ku, AYAH dan IBU*

ABSTRAK

Container crane merupakan suatu alat angkut yang digunakan di daerah pelabuhan untuk mengangkat *container* dari kapal ke dermaga atau sebaliknya. Tesis ini mengkaji distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan *container crane*. Kajian dilakukan dengan perangkat lunak *solidworks* yang berbasis metode elemen hingga. Pemodelan dilakukan dengan asumsi – asumsi bahwa *container crane* baru, dan material *container crane* bersifat linier, homogen, dan isotropik. Ruang lingkup penelitian ini terdiri dari *preprocessor* yaitu permodelan benda atau alat yang akan dianalisa dilakukan, penentuan jenis material, pemilihan tipe elemen, *meshing*, kondisi batas, dan juga aplikasi beban. Kemudian dilanjutkan dengan *processor* dimana proses numerik metode elemen hingga berlangsung dan yang terakhir adalah *postprocessor*, hasil hitungan ditampilkan secara visual dalam bentuk kontur tegangan, regangan, dan perpindahan. Berdasarkan hasil *solidworks simulation* nilai distribusi tegangan yang dialami *container crane* terdapat nilai *Von Mises* minimum = $0,45014 \text{ N/m}^2$, dan juga nilai *Von Mises* maksimum sebesar = $3,02899 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. untuk nilai regangan didapat nilai minimum = $1,18856 \times 10^{13} \text{ N/m}^2$, dan maksimumnya = $1,09832 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. nilai perpindahan minimum sebesar = 0 mm , maksimumnya sebesar = $2,72469 \text{ mm}$. untuk perhitungan FOS, didapat secara analitik sebesar 8,2367 dan nilai output dari perhitungan numerik menghasilkan FOS sebesar = 8,25. Kontruksi *container crane* PT. Pelabuhan Indonesia II masih dapat menahan beban 8 kali dari beban maksimum yang dapat diangkat..

Kata kunci : Tegangan, Regangan, Perpindahan, Analitik, Numerik, Container crane.

ABSTRACT

Container crane is a hoisting machine that is used in the port area to remove the container from ship to dock or otherwise. This thesis conduct the distribution of stress , strains , and displacements of container cranes . This Assessment performed by *SOLIDWORKS SIMULATION* software-based finite element method. Modeling done by the assumption that the container cranes is a new product , material of container crane are linear , homogeneous , and isotropic . The steps of this study consists of a *preprocessor* that modeling objects or tools that will be analyzed, the determination of the type of material , the selection of element types , *meshing* , boundary conditions , and load applications . Then next to *processor* where the numerical finite element method is go on. and the last is the *postprocessor* , the results and count displayed visually in the form of stress contours , strains , and displacements . Based on the results *solidworks simulation* stress distribution experienced by container crane are *Von Mises* minimum value = $0,45014 \text{ N/m}^2$, and the maximum value of the *von mises* = $3,02899 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. strain values obtained for the minimum value = $1,18856 \times 10^{13} \text{ N/m}^2$, and maximum = $1,09832 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. minimum displacement value at = 0 mm , the maximum for = $2,72469 \text{ mm}$. The calculation of FOS , obtained analytically by 8,2367 and the output value of the numerical calculations yield of FOS = 8,25. *Container crane* belong to PT . Pelabuhan Indonesia II can still withstand a load of 8 times that of the maximum load that can be lifted.

Key words : Stress, Strain, Displacement, Analitic, Numeric, Container crane

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugrah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat bagi seorang mahasiswa untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya.
2. Bapak Zainal Abidin, S.T., M.T. Dosen Pembimbing yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
3. Pihak PT.Pelabuhan Indonesia II Boom Baru Palembang yang telah memberi kesempatan kepada peneliti.
4. Bapak Qomarul Hadi, S.T. M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak. Ir. Dyos Santoso, M.T Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Aneka Firdaus, S.T. M.T. Pembimbing Akademik.
7. Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan ilmu, pengetahuan, dan wawasan.
8. Staf Administrasi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
9. Keluarga Penulis, Ayah dan ibu atas harapan doa dan dukungannya hingga yang selalu memberikan dukungan mental, materil, dan spiritual, serta doa dan kasih yang berlimpah.
10. Teman-teman KBK Konstruksi 2009, terima kasih untuk dukungan dan semangatnya.

11. Teman-teman seperjuangan angkatan 2009, “*solidarity forever*”.

12. Keluarga Besar Fakultas Teknik Unsri.

13. Seluruh keluarga besar sivitas akademika Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat Penulis diharapkan untuk membantu dalam perbaikan.

Penulis mengharapkan semoga skripsi dengan judul “*analisa distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan container crane dengan metode elemen hingga*” dapat berguna dan memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji sistem kogenerasi di masa yang akan datang.

Indralaya, November 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SIMBOL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6. Metode Pengumpulan masalah	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Crane</i>	9
2.1.1 Klasifikasi <i>Crane</i>	10
2.1.1.1 <i>Overhead Travelling Crane</i>	11
2.1.1.2 <i>Container Crane</i>	14
2.1.2 Komponen – komponen Utama <i>Container Crane</i>	15
2.2 Tegangan (<i>Stress</i>)	26
2.3.1 Tegangan Utama (<i>Principal Stress</i>)	34
2.3.2 <i>Maximum von Mises Stress Criterion</i>	37
2.3.3 <i>Maximum Shear Stress Criterion</i>	38
2.4 Konsep Metode Elemen Hingga	39
2.4.1 Langkah-langkah dalam menganalisa menggunakan <i>MEH</i>	41
2.4.2 Node	44
2.4.3 Kondisi Batas	44
2.5 Pengenalan Perangkat Lunak <i>SOLIDWORKS</i>	45
2.5 Metode Elemen Hingga dengan Perangkat Lunak <i>SOLIDWORKS</i>	46
BAB 3 METODE PENELITIAN	48
3.1 Pendekatan Umum	48
3.2 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	48
3.3 Sumber Data	49

3.4 Asumsi Umum	49
3.5 Analisis dan Pengolahan Data	49
3.6 Diagram Alir Penelitian	50
3.7 Diagram Alir Proses Simulasi	51
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Data Konstruksi Bejana Tekan <i>Stripper</i>	52
4.2 Pembuatan Struktur Model	53
4.3 Konversi Satuan	56
4.4 Analisa Menggunakan <i>Solidworks Simulation</i>	57
4.4.1 Penentuan Jenis Simulasi	57
4.4.2 Kondisi Batas atau <i>fixture</i>	58
4.4.2 Menentukan <i>External Load</i>	60
4.4.2 <i>Meshing</i>	61
4.4.2 <i>Run Analysis</i>	63
4.5 Hasil <i>Output Solidworks Simulation</i>	65
4.5.1 Distribusi Tegangan <i>von Mises</i>	66
4.5.2 Distribusi Regangan	67
4.5.3 Distribusi Perpindahan	69
4.5.4 Factor Of Safety (FOS)	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN	xiii

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Overhead Crane With Single Girder	11
2.2 Overhead Crane With Double Girder	12
2.3 Crane Palang (Girder Crane)	12
2.4 <i>Container Crane</i>	15
2.5 <i>Konstruksi Trolley Container Crane</i>	16
2.6 <i>Sistem Transmisi</i>	19
2.7 Spreader	21
2.8 Twistlock	22
2.9 Rangka Batang Spreader	23
2.10 Struktur yang Diberi Beban	27
2.11 Struktur yang Diberi Beban yang dilas	28
2.12 Gandar dan Batang Penarik	29
2.13 Tegangan yang Terdistribusi Rata	30
2.14 Tegangan Geser Pada Bidang	30
2.15 Komponen tegangan dan net	31
2.16 Tegangan pada area tak terlihat	31
2.17 Gambar arah tegangan dan regangan	32
2.18 Bidang tegangan	34
2.19 Tegangan Utama	35
2.20 Contoh Tipe Elemen	42
2.21 Logo <i>SOLIDWORKS</i>	46
2.22 Logo <i>Soldiworks Simulation</i>	47
3.1 Diagram proses <i>FEM</i> secara umum	48

3.2 Diagram Alir Metode Penelitian	50
3.3 Diagram Alir Proses Simulasi	51
4.1 Gambar 2D Container Crane	54
4.2 Gambar 3D Container Crane	54
4.3 Gambar Container Crane Tampak Atas dan Tampak Belakang	55
4.4 Gambar Container Crane Tampak Depan dan Tampak Samping	55
4.5 Pemilihan Jenis Simulasi	57
4.6 Pemberian Fixed Geometry pada Bagian Roda Belakang	59
4.7 Pemberian Roller/Slider pada Bagian Roda Depan	59
4.8 Pemberian Gaya Tekan Terhadap Lengan Boom Container Crane	61
4.9 Tahapan Pemodelan Meshing pada Container Crane	62
4.10 Gambar pada saat Problem Solving pada run analysis	63
4.11 Hasil <i>run analysis</i> untuk <i>stress</i> (Tegangan)	64
4.12 Hasil <i>run analysis</i> untuk <i>strain</i> (Regangan)	64
4.13 Hasil <i>run analysis</i> untuk <i>displacement</i> (Perpindahan)	65
4.14 Hasil run analysis untuk Tegangan (<i>Stress</i>)	66
4.15 Node 102573 tegangan <i>von Mises</i> maksimal	67
4.16 Hasil dari Distribusi Regangan (<i>Strain</i>)	68
4.17 Hasil dari Distribusi Perpindahan (<i>displacement</i>)	69
4.18 Hasil dari Simulasi <i>Factor Of Safety</i>	70

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Data Material ASTM A36	53
4.2 Jumlah Elemen dan Nodal	65
4.3 Distribusi Tegangan	66
4.4 Distribusi Regangan	68
4.5 Distribusi Perpindahan	69

DAFTAR SIMBOL

Simbol Umum

P	=	Tekanan (N/m^2)
F	=	Gaya (N)
A	=	Luas Penampang (m^2)
σ	=	Tegangan (N/m^2)
τ	=	Tegangan geser (N/m^2)
θ	=	Sudut
τ_{max}	=	Tegangan Geser Maksimum (kJ/kg)
σ_{max}	=	Tegangan Maksimum
$\sigma_{von Mises}$	=	Tegangan von Mises (N/m^2)
σ_x	=	Tegangan arah x
σ_y	=	Tegangan arah y
σ_z	=	Tegangan arah z
ϵ	=	Regangan arah x
E	=	Modulus Elastisitas (Mpa)
$\{K\}$	=	Matrik kekakuan global
$\{d\}$	=	Diameter
f	=	Integral

Singkatan

FEM	<i>Finite Elemen Method</i>
MEH	Metode Elemen Hingga
GUI	<i>Graphical user interface</i>
FOS	<i>Factor Of Safety</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Teknik <i>Container Crane</i>	A-1
2. Gambar Teknik <i>Container Crane</i>	A-2
3. ASTM A36 <i>Part 1</i>	A-3
4. ASTM A36 <i>Part 2</i>	A-4
5. ASTM A36 <i>Part 3</i>	A-5
6. Foto Container Crane	A-6
7. <i>Report Study Solidworks</i>	A-12

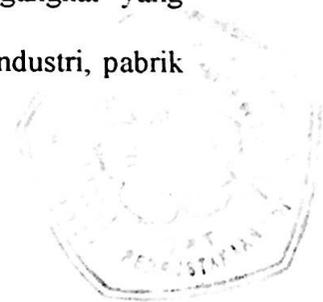
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan semakin meningkatnya tuntutan dalam mencapai kesejahteraan dalam memenuhi kebutuhan hidup layak dan diiringi berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi terutama di era globalisasi. Banyak persoalan dan tuntutan yang timbul diberbagai aspek kehidupan terutama dibidang industri, misalnya kebutuhan akan peralatan yang mampu mengangkat dan memindahkan barang yang besar dan memiliki beban yang berat. Berbanding lurus dengan semakin pesatnya kapasitas perdagangan antar negara, menyebabkan sarana transportasi laut menjadi sangat ramai. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan sarana prasarana pendukung transportasi tersebut menjadi meningkat, salah satunya kebutuhan *container crane*, hal ini disebabkan karena penggunaan *container* sebagai gudang berjalan dinilai paling efektif dan efisien. Oleh karena itu banyak dari perusahaan manufaktur yang berusaha untuk merancang dan membuat suatu *container crane* yang berkualitas dan dapat bersaing dipasaran. Sebagai contohnya *container crane* tipe jembatan yang berfungsi mengangkat dan memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain dalam suatu ruangan atau pabrik. Dimana diperlukan suatu rangka crane tipe jembatan yang memiliki kekuatan dan keamanan yang baik.

Container crane merupakan salah satu jenis pesawat pengangkat yang dipergunakan untuk memindahkan beban dilapangan departemen industri, pabrik



pabrik pada areal pembangunan dan pelabuhan. *Container crane* juga banyak dipakai di areal pelabuhan sebagai alat pemindahan barang yang memiliki beban berat. *Container crane* adalah kombinasi dari mesin pengangkat dengan rangka pengangkat (*hoisting frame*) yang bekerja bersama sama untuk mengangkat dan memindahkan beban.

Dalam suatu pengoprasian sangat penting untuk mengetahui besarnya gaya – gaya yang bekerja pada suatu struktur. Pada rangka *container crane* sering ditemukan kesulitan dalam menganalisa secara analitis karena struktur *container crane* sangat besar, kompleks dan rumit. Oleh sebab itu diperlukan suatu metode yang lebih mudah dalam menganalisa struktur yang dapat memberikan ketelitian hasil perhitungan yang mendekati hasil eksaknya. Dalam analisis tugas akhir ini, penulis membatasi pada tegangan, regangan dan defleksi maksimum dari kekuatan lengan boom dan kontruksi rangka dasar penyangga. Untuk memudahkan dan mempercepat perhitungan struktur lengan boom dan rangka dasar penyangga digunakan Metode Elemen Hingga dengan perangkat lunak Solidworks.

Metode Elemen Hingga pada saat ini telah banyak dipakai untuk menyelesaikan masalah – masalah rekayasa. Pemakaiannya tidak saja dibidang analisa struktur tetapi juga telah berhasil memecahkan masalah yang bukan struktur seperti perpindahan panas, mekanika fluida dan elektromagnetik.

Penggunaan Metode Elemen Hingga meskipun selama itu diyakini telah mampu memberikan hasil analisis yang baik, namun masih memiliki kesalahan. Seperti halnya :

1. Solusi elemen hingga berbeda jauh dengan solusi eksak dimana kemungkinan terjadinya perbedaan tersebut disebabkan oleh ukuran elemen – elemen diskrit. Kesalahan ini bisa diperbaiki karena Metode Elemen Hingga mempunyai formulasi yang konvergen terhadap solusi eksak dengan pengurangan ukuran elemen – elemen.
2. Ketepatan dari persamaan aljabar yang dipakai. Kesalahan ini merupakan fungsi dari ketepatan komputer, algoritma, jumlah persamaan dan elemen. Namun sejauh ini kesalahan – kesalahan tersebut bisa dikurangi dengan membuat permodelan yang baik yang mendekati bentuk sebenarnya.

Dalam penulisan ini akan dilakukan analisa distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan pada struktur *container crane* yang terdapat pada PT. PELABUHAN INDONESIA II BOOM BARU PALEMBANG.

1.2 Permasalahan

Penggunaan *container crane* di suatu perusahaan pelabuhan sangatlah penting, memiliki peranan central dalam operasi pemindahan *container* dari kapal kepelabuhan atau sebaliknya. Khususnya di PT. Pelabuhan Indonesia II. Adanya ketertarikan untuk mengkaji ulang rekontruksi *container crane* dengan distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini, pengkajian / analisis struktur rangka crane ini permasalahannya cukup luas. Maka penulis memberikan batasan – batasan permasalahan yang ada diantaranya:

- a. Menganalisa arah gaya – gaya yang terjadi pada lengan boom dan konstruksi rangka dasar penyangga dalam keadaan pembebanan maksimum.
- b. Menganalisa tegangan tegangan yang terjadi pada nodal – nodal elemen struktur *container crane*. Mendapatkan titik pada struktur elemen yang mengalami tegangan maksimum.
- c. Menganalisa defleksi terbesar yang terjadi pada lengan boom dan konstruksi rangka dasar penyangga.
- d. Analisa yang diperhitungkan hanya terbatas pada struktur rangka crane tipe jembatan tidak meliputi struktur lain seperti struktur kabin dan lain – lain.
- e. Rangka yang digunakan pada struktur crane tipe jembatan merupakan elemen frame.
- f. Material bersifat linier, homogeny, dan isotropik.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisa tegangan – regangan dan juga defleksi maksimum pada lengan (*boom*) *crane* dan rangka dasar penyangga konstruksi yang didapat dari pembebanan maksimum yang diberikan pada struktur konstruksi *crane* dengan bantuan software Solidworks agar dapat diketahui titik yang mengalami tegangan dan perpindahan maksimum sehingga dapat menjadi bahan acuan dalam pemeliharaan *container crane*. Dan juga perencanaan pembuatan *container crane*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan penulis mengenai alat – alat berat dan pesawat angkat, khususnya secara spesifik dapat mengetahui karakteristik komponen utama dari pesawat angkat tersebut yaitu lengan (*boom*) dengan tipe jembatan pada *container crane*. Dan dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi juga bagi pihak lain yang berkepentingan sebagai tambahan informasi serta sebagai bahan referensi untuk pengembangan ilmu pengetahuan selanjutnya agar dapat menjadi lebih baik lagi.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Metode Penelitian Kepustakaan

Yaitu dengan cara mempelajari buku-buku, melihat gambar, melihat katalog dan buku petunjuk yang ada serta ditambah dengan kemampuan penyusunan yaitu berupa pengetahuan yang selama ini didapat dari pendidikan di bangku kuliah.

b. Metode Penelitian Lapangan

Yaitu penelitian yang langsung penulis lakukan pada obyek pengumpulan data yang mencakup ruang lingkup laporan, dimana data diperoleh melalui :

- Observasi (peninjauan) langsung lapangan.
- Pengambilan data – data yang mencakup spesifikasi container crane.

Metode untuk mengumpulkan data dari objek yang akan diteliti, data yang diperoleh tersebut digunakan untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis membaginya dalam beberapa bab pokok dengan menggunakan sistematika penulisan atau langkah penyusunan laporan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, metode penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang pengetahuan komponen – komponen utama pada pesawat angkat *container crane*. Dan juga membahas tentang teori – teori yang berhubungan dengan analisa ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan dan penyusunan laporan.

BAB IV : HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISIS

Di dalam bab ini diuraikan tentang analisa besarnya tegangan – tegangan yang terjadi pada tiap nodal dan defleksi maksimum yang terjadi pada lengan (boom) crane dan rangka dasar penyangga kontruksi rangka dasar penyangga boom dalam keadaan beban maksimum yang diberikan pada *container crane*.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini akan disajikan secara garis besar hasil dari seluruh analisis yang telah dilakukan dan disertai kesimpulan dan saran.

Daftar Pustaka

- Anonim. (1989). *The American of Mechanical Engineers*. America: Asme section VIII.
- Beer, F. P., & Johnson Jr, E. (1987). *Mekanika Untuk Insinyur Statika (diterjemahkan oleh H. Nainggolan dan The Houw Liong)*. Jakarta: Erlangga.
- Budynas, Richard. G. (1997). *Advanced Stregth and Applied Stress Analysis* . Tokyo: Mcgraw-Hill Kogakusha Ltd.
- Desai.C,S. (1979). *Elementary Finite Element Method*. New York: Prentice - Hall, Englewood Cliffs.
- Logan, Daryl. (1985). *A first Course in The Finite Element Method*. Boston: PWS Engineering.
- Timoshenko, S., & Gere. (1961). *Theory Of Elastic Stability*. Singapore: Mc Graw - Hill.
- Zulkarnaen. (2009). *Pemilihan Bahan Untuk Kontruksi*. Jakarta: Pradnya Paramitha.

