

**PERHITUNGAN DEFLEKSI YANG TERJADI PADA  
PENGANGKATAN *BLOCK MIDSHIP* KAPAL TANKER 5500 DWT  
DENGAN MENGGUNAKAN *SAP 90***

Skripsi Sarjana ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk  
Mencapai gelar Sarjana Teknik Perkapalan

Oleh :

**MONTASIR**

**N.I.M. : 97310005**

**N.I.R.M. : 973123743150003**



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA  
2002**



Formulir Perbaikan  
**TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa :

Nama : Montasir  
N.I.M : 97310005  
Jurusan : Teknik Perkapalan

Judul Tugas :

PERHITUNGAN DEFLEKSI YANG TERJADI PADA PENGANGKATAN *BLOCK MIDSHIP*  
KAPAL TANKER 5500 *DWT* DENGAN MENGGUNAKAN *SAP 90*

Bermaksud untuk mengajukan permohonan perbaikan skripsi dengan judul seperti diatas yang telah diujikan pada tanggal 16 Agustus 2003 :

No.	Dosen Pembimbing	Disetujui Tanggal	Paraf
1.	Ir.Danny Faturachman,M.M.	27-6-03	
2.	Ir.Augustinus Pusaka,MSc	26/6 '03	
3.	Ir.Joedonowarso,MSc	27/06-03	
4.	Ir.Theresiana Dwirina Novita	27/06 '03	

Mengetahui,  
Dekan

( Ir.Martin Julyans Tamaela )

Jakarta 26 Juni 2003  
Ketua Jurusan  
Teknik Perkapalan

( Ir.Augustinus Pusaka,MSc )



**SURAT KETERANGAN**  
**PERMOHONAN UJIAN SIDANG**  
**TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa :

Nama : Montasir  
N.I.M : 97310005  
Jurusan : Teknik Perkapalan

Judul Tugas :

**PERHITUNGAN DEFLEKSI YANG TERJADI PADA PENGANGKATAN *BLOCK MIDSHIP*  
KAPAL TANKER 5500 *DWT* DENGAN MENGGUNAKAN *SAP 90***

Bermaksud untuk mengajukan permohonan mengikuti Ujian Sidang Tugas Akhir dan menyelesaikan Tugas Akhir tersebut :

No.	Dosen Pembimbing	Disetujui Tanggal	Paraf
1.	DR.Ir.Abdul Hamid M.Eng.	14 Ag. 2002	
2.	Ir.Arya Dewanto	14 Agt 2002	

Mengetahui,  
Dekan / ~~Pudek I~~

( Ir.Martin Julyans Tamaela )

Jakarta, 14. Agustus 2002  
Ketua Jurusan  
Teknik Perkapalan

( Ir. Augustinus Pusaka )



**ABSTRAK**  
**PERHITUNGAN DEFLEKSI YANG TERJADI PADA**  
**BLOK *MIDSHIP* TANKER 5500 DWT DENGAN *SAP90***

Penulisan tugas akhir ini membahas perhitungan defleksi pada pembangunan kapal yang menggunakan sistem blok. Pada proses pengangkatan, struktur mengalami translasi dan rotasi akibat adanya gaya-gaya yang bekerja pada struktur tersebut. Perubahan bentuk geometri struktur (defleksi) yang berlebihan akan menyebabkan kerugian. Dengan menggunakan metode element hingga (*Finite Element Method*) yang diaplikasikan dengan program *SAP90* (*Structure Analysis Program 90*) didapatkan harga defleksi maksimum dan minimum pada pertemuan dua element atau lebih (*joints*). Keunggulan dari program ini adalah bisa menganalisa struktur rancangan, sehingga penempatan struktur dapat diatur dengan baik dan efisien, proses pengolahan data singkat dan hasil perhitungan akurat.

Model struktur yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah Blok Midship Tanker 5500 DWT (frame 67 s/d frame 70). Perubahan geometri yang didapat dari perhitungan tidak boleh melebihi dari batas – batas yang ditetapkan pada peraturan – peraturan tentang defleksi maksimal.

Dari Analisa *SAP90* diperoleh hasil sebagai berikut :

- Join Displasemen Maksimum = 0,2175 mm pada join 86
- Gaya Maksimum = 17510 KN pada join 322
- Momen Maksimum = 0,347 KN.m pada join 132

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad, taufik dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan (S1) di Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Perkapal di Universitas Darma Persada .

Tugas Akhir ini berisi tentang perhitungan defleksi yang terjadi pada saat pengangkatan Blok Midship pada kapal Tanker Metanol 5500 DWT dengan menggunakan System Analysis Program (SAP) 90, dimana penyusunannya disesuaikan menurut bahan dan materi yang di syaratkan dalam kurikulum Fakultas Teknologi Kelautan jurusan Teknik Perkapalan di Universitas Darma Persada

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu serta meluangkan waktunya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Dalam kesempatan ini izinkanlah penulis untuk menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Martin .J. Tamaela, selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan.
2. Bapak Ir. Danny Faturachman M.M, selaku PUDEK I dan Pembimbing Akademik.
3. Ibu Ir. Fanny Octaviany, selaku PUDEK II.
4. Bapak Ir. Yoseph Arya Dewanto, selaku PUDEK III dan Dosen Pembimbing.
5. Bapak Ir. Augustinus Pusaka selaku Ketua Jurusan Teknik perkapalan.
6. Ibu Ir. Theresiana Dwirina Novita selaku Sekretaris Jurusan Teknik perkapalan.
7. Bapak DR.Ir. Abdul Hamid,M.Eng. .P, selaku Dosen Pembimbing Utama.



8. Seluruh Dosen serta Karyawan Fakultas Teknologi Kelautan.
9. Ayah dan Mama yang telah banyak memberikan saran, perhatian dan dukungannya yang begitu besar kepada penulis dan Kakak-kakak yang telah banyak memberikan dukungannya pada penulis.
10. Rike Suryana yang telah banyak mewarnai hidup penulis, memberikan dukungan moral, kasih sayang serta meluangkan waktu kepada penulis .
11. Ir.Haeril Muchtar dan Ir.Aprianto H.Wibowo yang telah Banyak memberikan bimbingannya kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
12. Rekan-rekan anak kostan Lembah Nyiur, Rony, Hendra, Boma dan M. Suhendry yang telah membuat ceria hari-hari penulis.
13. Rekan-rekan mahasiswa dan rekan-rekan senior Fakultas Teknologi Kelautan, khususnya angkatan '97, Okto, Omar, Zaenal, Binsar, Partogi.
14. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu penulis baik moral maupun material sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk dapat memperbaiki dan melengkapi Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga penyusunan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya untuk rekan-rekan yang berada pada jurusan Teknik Perkapalan.

Jakarta, Agustus 2002

**MONTASIR**  
**97310005**

# DAFTAR ISI

	halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR SIMBOL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
I.1. Latar Belakang Penulisan	1
I.2. Rumusan Masalah	2
I.3. Batasan Masalah	3
I.4. Tujuan Penulisan	4
I.5. Metode Penelitian	4
I.6. Sistematika Penulisan	6
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
II.1. Gambaran Umum	7
II.1.1. Teori Defleksi	8
II.1.2. Prinsip Dasar Metode Elemen Hingga	13
II.1.3. Konsep Metode Kekakuan	14
II.2. Teori Pengangkatan	25
II.2.1. Penggunaan <i>Lifting Support</i>	28
II.3. Teori Pembebanan	29
II.4. Pengantar <i>SAP 90</i>	30
II.4.1. Pemodelan Struktur	32
II.4.2. <i>File file SAP 90</i>	34
II.4.3. Blok blok data <i>SAP 90</i>	35
II.4.4. File Keluaran <i>SAP 90</i>	37
II.4.5. Aplikasi komputer <i>SAPSTL</i>	38
II.4.6. File Keluaran <i>SAPSTL</i>	39
<b>BAB III. ANALISA PERHITUNGAN DEFLEKSI DENGAN PROGRAM SAP 90</b>	
III.1. Data dan Model Struktur	41
III.2. Analisa Program <i>SAP 90</i>	46
III.2.1. Perhitungan Beban	46
III.2.2. Input Data <i>SAP 90</i>	54
<b>BAB IV. PENUTUP</b>	
IV. 1. Kesimpulan	70
IV.2. Saran	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	ix
<b>LAMPIRAN</b>	x

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Defleksi Kalkulus
- Gambar 2.2 Bending Momen diagram dan bentuk terdefleksi dari dua titik
- Gambar 2.3 Kolom yang dibebani secara aksial
- Gambar 2.4 Model Pengekangan rangka struktur
- Gambar 2.5 Batang Portal ruang
- Gambar 2.6 Kekakuan Batang
- Gambar 2.7 Arah gaya yang terjadi pada saat pengangkatan
- Gambar 2.8 Point terjadinya tegangan
- Gambar 2.9 *Lifting Support*
- Gambar 2.10 *Flow chart* Struktur program SAP90
- Gambar 2.11 Sistem koordinat global
- Gambar 3.1 Penampang melintang *web frames*
- Gambar 3.2 Penampang melintang *Ordinary frames*
- Gambar 3.3 Profil Midship yang dihitung secara otomatis oleh program *SAP90*



## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Harga Koefisien Defleksi
- Tabel 2.2 Informasi Titik kumpul Rangka
- Tabel 3.1 Deskripsi Material



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Besarnya faktor kesalahan Manusia (Human Error) pada saat perencanaan dan proses pengangkatan bagian-bagian blok kapal dengan ukuran yang besar, adalah merupakan salah satu faktor yang harus diminimumkan, sehingga dapat memenuhi standar mutu suatu rancangan yang baik.

Aplikasi perhitungan Defleksi dengan menggunakan program komputer SAP90 menjadi alternatif untuk memperkecil kesalahan tersebut. SAP90 (*Structural Analysis Program 90*) adalah suatu program komputer yang digunakan untuk menganalisa suatu struktur, yaitu struktur bidang (dua dimensi) atau struktur ruang (tiga dimensi) dengan berbasiskan pada metode elemen hingga.

Metode Elemen Hingga adalah merupakan metode numerik yang digunakan dalam menyelesaikan perhitungan-perhitungan dalam bidang mekanika teknik, dinamika struktur, getaran dan lain sebagainya. Pada prinsipnya metode ini terdiri atas aplikasi untuk menganalisa keseimbangan gaya-gaya, dan hubungan antara tegangan dan regangan dengan cara membagi suatu struktur menjadi elemen-elemen yang berukuran lebih kecil dengan jumlah yang terhingga yang disebut elemen hingga.

Karena penulis tertarik pada Sistem Analisa komputer pada bagian-bagian struktur ruang (tiga dimensi) khususnya pada struktur kapal baja, maka dalam pembahasan perhitungan defleksi yang terjadi pada stuktur ruang digunakan program

didapatkan adalah merupakan hasil analisa program SAP90 yang telah mengalami proses (*running*).

Model struktur untuk Data Masukan (*input data*) adalah menggunakan struktur Penampang Melintang (*midship*) pada kapal Tanker 5500 DWT yang banyak menggunakan konstruksi kekuatan memanjang. Pemilihan bentuk Konstruksi memanjang berdasarkan kekuatan struktur bangunan tersebut yang banyak menggunakan *profil-profil* sebagai penguat, serta berdasarkan metode yang digunakan dalam pembangunan kapal tanker tersebut, yaitu *Full Outfitting Block System (FOBS)* yang menggunakan sistem blok. Pemodelan bentuk struktur *Midship* kapal akan penulis tampilkan dengan menggunakan *software* SAP90. Sesuai dengan uraian diatas, maka penulis mengambil judul tugas akhir ini yaitu ; **“Perhitungan Defleksi yang terjadi pada pengangkatan *Block Midship* tanker 5500 DWT dengan SAP90”**

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Bangunan *block midship* pada saat pengangkatan (*lifting*) dengan menggunakan *crane* harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kekuatan struktur modul selama proses *lifting*. Kapasitas dan tegangan dari *sling*, *spreader bar*, *pad-eyes* dan *crane* yang digunakan sampai proses Pemasangan Installasi selesai.
2. Titik tumpuan (*restraints*) dari modul saat modul diangkat sehingga dapat diketahui dimana *pad-eyes* akan diletakkan.



Selama proses *lifting*, *spreader bar*, *sling*, *pad-eyes* harus dirancang sedemikian rupa agar dapat menahan beban-beban yang akan diangkat sehingga proses *transferring* (pemindahan) dapat berlangsung dengan baik dan aman.

### 1.3 BATASAN MASALAH

Agar permasalahan tidak meluas maka penulisan ini dibatasi:

1. Dalam perhitungan defleksi yang terjadi pada *block midship* kapal tanker 5500 DWT, penulis tidak merencanakan desain konstruksi struktur *block midship* tersebut karena dianggap telah memenuhi persyaratan klasifikasi.
2. Dianggap beban yang terjadi pada saat *lifting* hanya berasal dari beban Struktur, beban peralatan dan beban arsitektur. Sedangkan beban lain seperti beban angin diabaikan.
3. Penentuan berat beban yang bekerja pada struktur *block midship* dengan cara menghitung berat beban per modul, dimana beban yang bekerja pada struktur tersebut antara lain; berat pelat, berat kerangka struktur (*Web Frames* dan *Ordinary Frames*).
4. Penentuan titik *restraint* pada bangunan *Block Midship* yang didapatkan, berdasarkan kekuatan penumpu struktur bangunan itu sendiri.
5. Penentuan Jarak struktur model *block Midship* yang akan dihitung, yaitu lebar 19520 mm dan panjang 2100 mm (*Frame 67 s/d Frame 70*) dan struktur rangka terdiri atas dua *web frames* dan dua *ordinary frames*

#### 1.4 TUJUAN PENULISAN

Adapun tujuan yang akan dicapai pada penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui gaya reaksi tumpuan pada *block midship*, akibat beban yang bekerja pada modul tersebut saat dilakukan proses *lifting*.
2. Untuk mengetahui batasan defleksi maksimum dan defleksi minimum yang terjadi pada saat proses *lifting* berlangsung, sehingga perubahan struktur geometri yang terjadi masih dalam batasan-batasan yang ditentukan.

#### 1.5 METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menyusun tugas akhir ini adalah:

##### 1. Pengumpulan data.

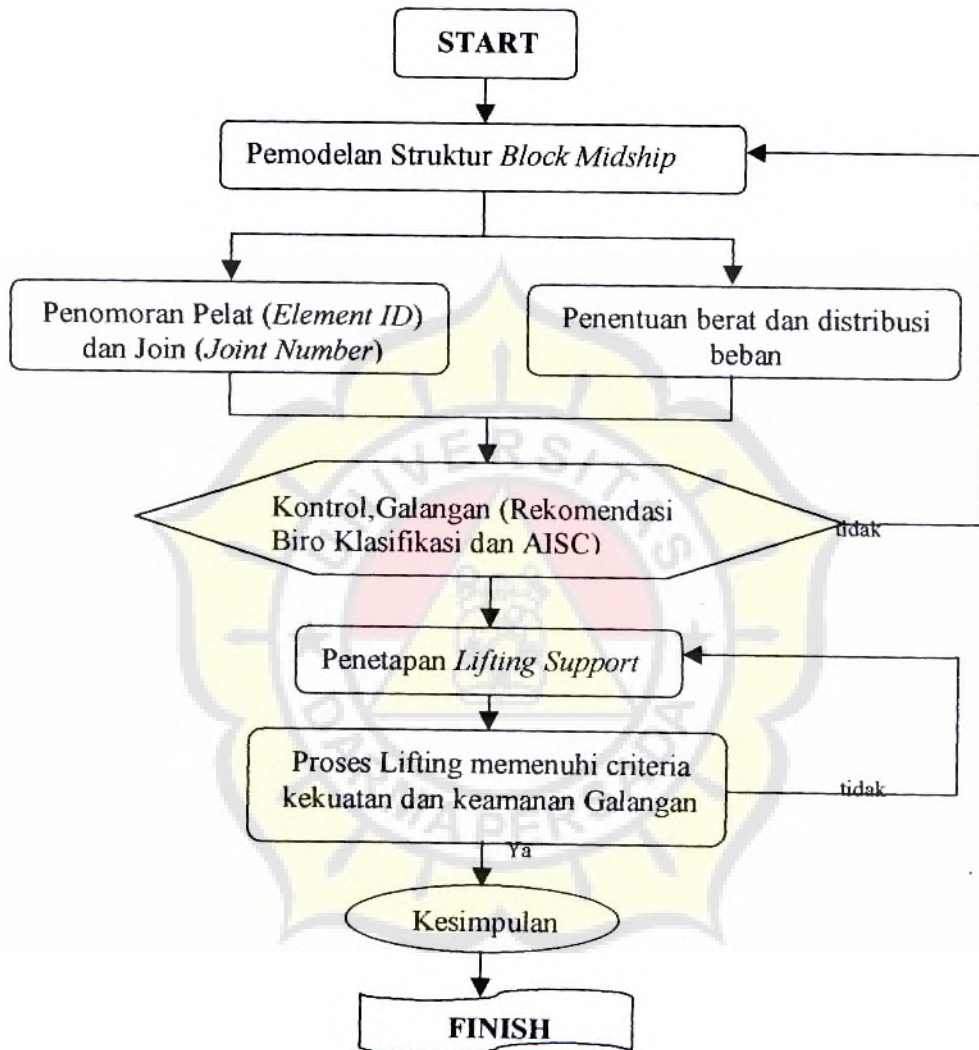
Pengumpulan data mengenai Struktur *block midship* di PT.Humpuss Intermoda Transportation. Data yang diperoleh berupa: gambar *midship section*, jenis dan spesifikasi material dari struktur, gambar konstruksi, beberapa buku pegangan untuk proses pengangkatan. Data ini didapatkan melalui pengamatan lapangan, melalui wawancara dan observasi langsung terhadap objek sejenis dilapangan.

##### 2. Analisa data

Setelah data terkumpul maka dapat lakukan perhitungan untuk :

- Menentukan besarnya beban yang bekerja ditiap *lifting point*.  
Menganalisa besarnya defleksi maksimum dan defleksi minimum serta tegangan yang terjadi pada modul pada saat pengangkatan

Proses pengerjaan tugas akhir ini seperti yang terlihat pada *flow chart* dibawah ini.





## 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Penyajian materi penulisan penelitian ini dijabarkan dalam sistematika penulisan penelitian yang secara garis besar mencakup empat bab dengan perincian sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Membahas pendahuluan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, metode penulisan dan sistematika penulisan.

### BAB II LANDASAN TEORI

Terdiri dari landasan teori sebagai pengantar/acuan untuk membahas dan melakukan analisa data, teori dasar metode elemen hingga dan pengenalan program SAP90

### BAB III ANALISA PERHITUNGAN DEFLEKSI DENGAN SAP90

Penentuan penyebaran beban dan reaksi tumpuan selama proses *lifting* sampai proses penyambungan modul dengan blok-blok yang lain serta penentuan besarnya defleksi yang terjadi.

### BAB IV PENUTUP

Memuat kesimpulan dan saran dari seluruh hasil pembahasan yang telah penulis lakukan.