

# **TUGAS AKHIR**

---

## **KL 1702**

STUDI KEKUATAN MATERIAL BAJA  
TERHADAP RESIKO KEBAKARAN  
PADA PLAT MAIN DECK DI ANJUNGAN AW  
POLENG KODECO ENERGY CO, L<sup>td.</sup>



RSKc  
627.98  
Sas  
S-1  
2002

OLEH :  
AWANG SASONGKO  
NRP. 4397 100 003



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

2002

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	20-2-2002
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	219121

STUDI KEKUATAN MATERIAL BAJA  
TERHADAP RESIKO KEBAKARAN  
PADA PLAT MAIN DECK DI ANJUNGAN AW  
POLENG KODECO ENERGY CO, Ltd.

**TUGAS AKHIR**

Diajukan guna memenuhi sebagian persyaratan  
Untuk Menyelesaikan Studi Program Sarjana  
Pada  
Jurusan Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, Februari 2002

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

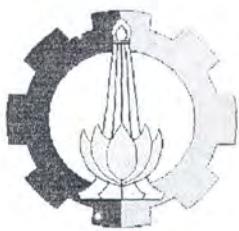
Dr. Ir. Daniel M. Rosyid

NIP. 131 782 038



Ir. Alam Baheramsyah, MSc

NIP. 131 993 365



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS-Sukolilo, Surabaya 60111 Telp.5928105, 5994251-5 Psw. 1104-7 Telex 34224 Fax 5947254

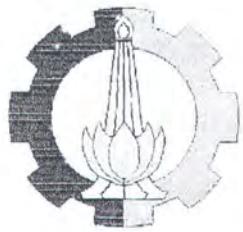
**LEMBAR PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Awang Sasongko  
Nomor Pokok : 4397 100 003  
Nama Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Daniel M. Rosyid  
Tugas Dimulai : 23 Agustus 2001  
Tugas Diselesaikan :  
Judul Tugas Akhir :

**"Studi Kekuatan Material Baja Terhadap Resiko Kebakaran Pada Plat Main Deck  
Di Anjungan AW Poleng Kodeco Energy, Co, Ltd"**

No	Tanggal	Konsultasi Mengenai	Tanda Tangan
		Dosen Pembimbing	
1.	18/9/2001	Mekanisme Model / FE analysis - Thermal loading. - start with a coarse mesh - primary, deep - around deformation → accommodate beam stiffens into plate stiffens	
2	1/10/2001	Absorbs: keleburan beam ke plat	
3	17/10/2001	- Balis. sambut nyalau - tebal plat akhir	
4	5/11/2001	- tebal disesuaikan dg lebar plat	
5	13/11/2001	- layar yg lebar yg simple	
6	21/11/2001	- balon penahan + balon sandi.	
7	2/12/2001	Analisis X dan Y untuk terpasang	

Catatan : lembar presensi ini harus dibawa pada saat mengikuti ujian tugas akhir



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS-Sukolilo, Surabaya 60111 Telp.5928105, 5994251-5 Psw. 1104-7 Telex 34224 Fax 5947254

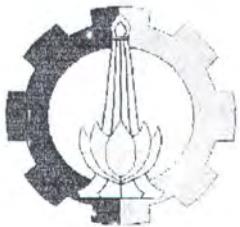
**LEMBAR PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Awang Sasongko  
Nomor Pokok : 4397 100 003  
Nama Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Daniel M. Rosyid  
Tugas Dimulai : 23 Agustus 2001  
Tugas Diselesaikan :  
Judul Tugas Akhir :

**“Studi Kekuatan Material Baja Terhadap Resiko Kebakaran Pada Plat Main Deck  
Di Anjungan AW Poleng Kodeco Energy, Co, Ltd”**

No	Tanggal	Konsultasi Mengenai	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
	16/01	Konsorsium	Daniel
	27/01/2002	-Absensi spesial	Daniel
		Surjanta	

Catatan : lembar presensi ini harus dibawa pada saat mengikuti ujian tugas akhir



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS-Sukolilo, Surabaya 60111 Telp.5928105, 5994251-5 Psw. 1104-7 Telex 34224 Fax 5947254

**LEMBAR PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Awang Sasongko  
Nomor Pokok : 4397 100 003  
Nama Dosen Pembimbing : Ir. Alam Baheramsyah, MSc  
Tugas Dimulai : 23 Agustus 2001  
Tugas Diselesaikan :  
Judul Tugas Akhir :

**“Studi Kekuatan Material Baja Terhadap Resiko Kebakaran Pada Plat Main Deck  
Di Anjungan AW Poleng Kodeco Energy, Co, Ltd”**

No	Tanggal	Konsultasi Mengenai	Tanda Tangan
			Dosen Pembimbing
1	27/9.	Perhit kebakaran.	
2	17/10/2000	Perhit. kebakaran	
3	29/10/2000	Perhit. & kebakaran separ.	
4	31/10/2001	Perhitungan Temp. Kubik.	
5	8/11/2001	Asistensi P2	
6	21/11/2001	Asistensi Bab I, II, III	
7	21/11/2002	Asistensi II, III, Kesimpulan	
8	23/11/2002	Siap maju P3	

Catatan : lembar presensi ini harus dibawa pada saat mengikuti ujian tugas akhir

*Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk  
Ibunda tercinta dan almarhum bapak.*

*Kakak-kakakku baik yang masih di Surabaya  
maupun yang sudah diluar kota.*

*Kekasihku ॥Dien Yunita॥*

*Bangsa Dan Negaraku*

*Serta untuk orang-orang tertindas dipermukaan  
bumi ini*



## UCAPAN TERIMA KASIH

Dilembar berikut penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Ibunda tercinta atas segala doa dan support yang dengan tulus diberikan untuk ananda tercinta.
- Kakak-kakakku atas segala dukungan baik moril maupun materiil yang telah diberikannya selama ini, Meo di banyuwangi, mbak Ndhet, mbak Iris di Bandung, Sum, Mbak Mey di Sidoarjo, Nus, dan Erika Di Batu. Special thank's for mbak ndhet atas segala bantuan dana yang telah diberikannya selama ini insya allah sangat bermanfaat bagi adikmu ini dalam meraih semua cita-cita.
- Kekasihku tercinta "Dien Yunita " atas segala dukungan yang diberikan dengan tulus ikhlas serta menemani setiap keseharian penulis dalam melalui hari-hari nan berat untuk menyelesaikan tugas akhir bersama-sama.
- Keluarganya Dien, ibu, om dik, eyangti dan eyang kung, makasih banyak atas dukungan dan doannya selama ini. Special untuk ibu' makasih banyak atas kopi susunya setiap hari dan camilan yang selalu ada, yang selalu menemani penulis dalam belajar tiap harinya.
- Rekan-rekan komunitas mesum L'97 : pradin, gojel, mbud, timbul, miko, arko, rintul, chik yen, pi'l, zein, faroq, geong, mike, celet, lan liyo-liyone, matur suwon banget atas persahabatan dan rasa persaudaraannya selama ini yang begitu indah.
- Rekan-rekan pemuda bulan Lab. Operasional dan Research : Sony, uton, hendrik, deny, rumanto, rizal lan pemuda liane matur suwon banget.

- Arek-arek Dayung ITS : Bambang siskal 97, Erfan L'00, Norma siskal 97, Suhendro L'93, Pak Tua, Singo, Tedy, dan seluruh komunitas pedayung di Kayoon makasih banyak atas obat stress yang diberikan yang sangat bermanfaat.
- Arek-arek L'99 blok U : Faqmi, fiqri, breh, lan liyone matur suwon banget. Special thank's for faqmi atas bantuan bimbingannya dalam pemrograman fortran.
- Arek-arek pemuja bulan ruang HimaTekla : Jenik, Rouf, Dain, Medy, Om Dar, lan sak kabehe suwon yo dikoncoi cangkruk sampe' pagi.
- Seluruh komunitas mahasiswa kelautan yang tidak bisa disebutkan satu persatu suwon banget rek, dongakno aku dadi wong sukses yo.



**Studi Kekuatan Material Baja Terhadap Resiko Kebakaran  
Pada Plat Main Deck di Anjungan AW Poleng Kodeco  
Energy Company Limited**

**ABSTRAKSI**

Tugas akhir ini menganalisa kekuatan material baja dari resiko kebakaran yang ditimbulkan oleh kebocoran separator. Diameter kebocoran separator yang dimodelkan adalah 10 mm dan 9 mm. Tebal plat dimodelkan sebagai tebal equivalen antara beam-beam penegar dengan plat. Studi dilakukan dengan memvariasikan besarnya diameter kebocoran separator untuk mendapatkan temperatur kebakaran yang maksimum pada tiap variasi kebocoran separator tersebut.

Pemodelan dan analisa struktur dilakukan dengan bantuan software MSC-Nastran sedangkan untuk perhitungan beban temperatur dengan menggunakan bahasa pemrograman WATFOR77. Standart kekuatan struktur yang dipakai sebagai acuan kriteria tegangan berdasarkan European Recommendation For Fire Safety Of Steel Structure.

Hasil studi memberikan grafik-grafik karakteristik kebakaran yang meliputi hubungan lama kebakaran dengan temperatur kebakaran, diameter area kebakaran, dan tinggi lidah api. Diameter kebocoran separator 10 mm memiliki temperatur kebakaran yang lebih rendah, diameter area kebakaran yang lebih luas dan lidah api yang lebih tinggi dibandingkan kebocoran 9 mm.

Dengan semakin tingginya temperatur kebakaran dari kebocoran separator 9 mm, struktur plat main deck mengalami kegagalan area yang lebih luas dibandingkan kebocoran separator 10 mm.

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim

Dengan mengucap syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan petunjuk yang dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "**Studi Kekuatan Material Baja Terhadap Resiko Kebakaran Pada Plat Main Deck Di Anjungan AW Poleng Kodeco Energy Co, Ltd**". Penelitian ini merupakan hasil kerja maksimal dari penulis yang disusun berdasarkan kegiatan di lapangan, studi literatur, dan analisa.

Atas bimbingan dan bantuan baik sarana maupun prasarana selama tahap penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Daniel M. Rosyid selaku dosen pembimbing I
2. Ir. Alam Baheramsyah, MSc selaku dosen pembimbing II
3. Bpk. Gatot Setyabudi di Divisi HSE Kodeco Energy Co, Ltd Gresik, serta seluruh karyawan Kodeco yang telah membantu penulis selama melakukan studi baik di Anjungan lepas pantai maupun di ORF Gresik.
4. Ir. Murdjito selaku kepala Laboratorium Operasional Riset
5. Ir. Vincentius Rumawas, Spsi selaku kepala Laboratorium Komputasi dan Pemodelan Numerik
6. Dr. Ir. Paulus Indiyono selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan ITS
7. Dr. Ir. Wahyudi, MSc selaku sekretaris Jurusan Teknik Kelautan ITS
8. Seluruh dosen dan karyawan di Jurusan Teknik Kelautan ITS
9. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang optimal bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 5 Februari 2002

Awang L'97



## DAFTAR ISI

ABSTRAKSI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI ii

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR GAMBAR v

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1.	Latar Belakang	I-1
1.2.	Perumusan Masalah	I-2
1.3.	Tujuan	I-2
1.4.	Manfaat	I-3
1.5.	Batasan Masalah	I-3
1.6.	Metodologi Penelitian	I-5
1.7.	Sistematika Penulisan	I-9

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

2.1.	Tinjauan Pustaka	II-1
2.2.	Dasar Teori	
2.2.1.	Kimia Api	II-2
2.2.1.1.	Syarat Berlangsungnya Reaksi Pembakaran	II-3
2.2.1.2.	Batas-Batas Dapat Terbakar ( Flammable )	II-4
2.2.2.	Fisika Panas	II-6
2.2.2.1.	Perpindahan Panas	II-7
2.2.2.2.	Muai Luas	II-9
2.2.3.	Model Kebakaran	II-10
2.2.3.1.	Model Pool Fire	II-10
2.2.3.2.	Temperatur Kebakaran	II-12

2.3.	Teori Plat	
2.3.1.	Plat Persegi Panjang Dengan Beban Temperatur	II-15
2.3.2.	Kekuatan Struktur Plat Terhadap Beban Temperatur	II-17

### **BAB III METODOLOGI**

3.1.	Pemodelan Main Deck	III-1
3.2.	Fenomena Pool Fire	III-3
3.3.	Pembebanan	III-5
3.4.	Tegangan Efektif	III-8

### **BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1.	Kriteria Kekuatan	IV-1
4.2.	Pembebanan Temperatur Akibat Kebakaran	IV-3
4.3.	Respon Struktur Main Deck	IV-7
4.4.	Analisa Hasil Perhitungan	IV-10
4.4.1.	Analisa Temperatur	IV-10
4.4.2.	Analisa Defleksi	IV-10
4.4.3.	Analisa Tegangan	IV-10

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1.	Kesimpulan	V-1
5.2.	Saran	V-2

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

LAMPIRAN A	: Tipe Anjungan AW, kandungan hidrokarbon lapangan Poleng, layout struktur main deck AW
LAMPIRAN B	: Perhitungan Tebal Plat Equivalen
LAMPIRAN C	: Listing Program Perhitungan temperatur
LAMPIRAN D	: Output MSC-Nastran respon struktur



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1.	Beberapa Contoh Daerah Bisa Terbakar	II-6
Tabel 2.2.	Kapasitas Panas Cairan Hidrokarbon	II-7
Tabel 3.1.	Debit Aliran Dari Variasi Diameter	II-5
Tabel 3.2.	Beban Peralatan	III-6
Tabel 3.3.	Suhu Kebakaran Berdasarkan Kebocoran Separator	III-7
Tabel 3.4.	Perhitungan Effektive Yield Stress	III-10
Tabel 4.1.	Tegangan Ijin Untuk Temperatur $390.683^{\circ}\text{C}$ , $480.6828^{\circ}\text{C}$	IV-11
Tabel 4.2.	Elemen Gagal Untuk Kebocoran 10 mm arah X	IV-12
Tabel 4.3.	Elemen Gagal Untuk Kebocoran 10 mm arah Y	IV-12
Tabel 4.4.	Elemen Gagal Untuk Kebocoran 9 mm arah X	IV-13
Tabel 4.5.	Elemen Gagal Untuk Kebocoran 9 mm arah Y	IV-14

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1.	Model Main Decj AW Poleng	I-4
Gambar 1.2.	Diagram Alir Metodologi Penelitian	I-7
Gambar 1.3.	Diagram Alir Perhitungan Temperatur Kebakaran	I-8
Gambar 2.1.	Tetra Hedron	II-3
Gambar 2.2.	Daerah Bisa Terbakar	II-5
Gambar 3.1.	Modelling Tebal Plat	III-2
Gambar 3.2.	Yield Stress ASTM A36 Untuk Suhu<600 <sup>0</sup> C	III-9
Gambar 3.3.	Yield Stress ASTM A36 Untuk Suhu>600 <sup>0</sup> C	III-9
Gambar 4.1.	Grafik Hubungan Waktu Dan Temperatur Kebakaran Untuk Kebocoran 10 mm	IV-4
Gambar 4.2.	Grafik Hubungan Waktu Dan Temperatur Kebakaran Untuk Kebocoran 9 mm	IV-4
Gambar 4.3.	Grafik Hubungan Diameter Dan Lama Kebakaran Untuk Kebocoran 10 mm	IV-5
Gambar 4.4.	Grafik Hubungan Diameter Dan Lama Kebakaran Untuk Kebocoran 9 mm	IV-5
Gambar 4.5.	Grafik Hubungan Lama Kebakaran Dan Panjang Lidah Api Untuk Diameter 10 mm	IV-6
Gambar 4.6.	Grafik Hubungan Lama Kebakaran Dan Panjang Lidah Api Untuk Diameter 9 mm	IV-6
Gambar 4.7.	Grafik Analisa Tegangan Untuk Diameter 10 mm	IV-8
Gambar 4.8.	Grafik Analisa Defleksi Untuk Diameter 10 mm	IV-9

---

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

## BAB I

# PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi di Indonesia sampai dengan saat ini banyak dilakukan didaerah lepas pantai. Sesuai dengan kontrak yang ditandatangani antar PERTAMINA dengan Kodeco Energy Co, Ltd, pada tanggal 7 Mei 1981 maka disepakati untuk mengadakan eksplorasi dan eksplorasi didaerah lepas pantai Madura, Jawa Timur. Salah satu lapangan minyak produksinya adalah Poleng yang ditunjang oleh *Jacket Platform* pada AW yang berada pada  $6^{\circ}39'37.9769''S$  dan  $112^{\circ}55'9.2596''E$  dilepas pantai Madura.

Dalam proses produksinya banyak jenis bahan kimia yang dipakai, yang bisa menjadi sumber kebakaran.. Api merupakan suatu reaksi oksidasi yang berjalan sangat cepat dari suatu substansi dengan oksigen yang diikuti dengan pengeluaran cahaya dan panas, yang merupakan salah satu hasil dari persenyawaan reaksi tersebut. Salah satu sumber kebakaran pada anjungan adalah dari kebocoran separator, dimana separator pada anjungan AW berada di *main deck* yang apabila terjadi api, kebakaran akan cepat terjadi dengan suhu kebakaran maksimum dapat ditinjau dari kandungan hidrokarbon yang diproduksi didalamnya.

Kebakaran yang terjadi menyebabkan pemuaian luas (*defleksi*) pada struktur plat deck akan terjadi , disertai turunnya kekuatan dari material plat deck



yang bisa dilihat dari tegangan yang terjadi setelah kebakaram terjadi. Untuk dapat mengetahui kekuatan material plat *main deck* yang dipakai pada anjungan AW yang mana hai ini dapat mempengaruhi keselamatan dari anjungan secara keseluruhan maka diperlukan studi lebih lanjut .

## 1.2. PERUMUSAN MASALAH

Mengacu pada gambar 1.1, pemasalahan yang akan dianalisa dalam tugas akhir ini adalah :

1. Dengan karakteristik operasional, bagaimana model serta karakteristik kebakaran yang mungkin terjadi.
2. Apabila kebakaran terjadi bagaimana pengaruhnya terhadap kekuatan dari material pelat main deck dianjungan AW Poleng Kodeco Energy Co Ltd terhadap beban temperatur.

## 1.3. TUJUAN

Tujuan dari penggeraan tugas akhir ini adalah untuk :

1. Mengetahui model dan karakteristik kebakaran yang mungkin terjadi dianjungan AW Poleng Kodeco Energy Co Ltd .
2. Memprediksi kekuatan dari pelat main deck anjungan AW apabila kebakaran terjadi.

## 1.4. MANFAAT

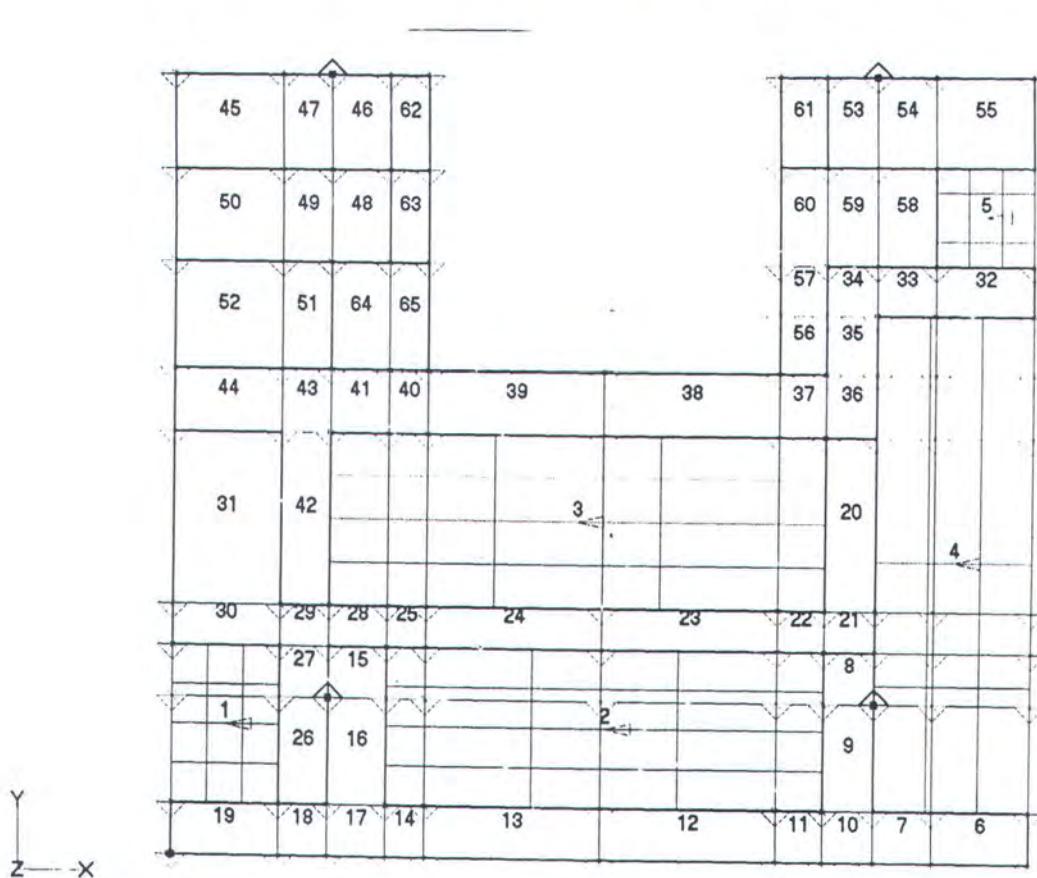
Manfaat yang bisa diambil dari penggerjaan tugas akhir ini adalah dengan mengetahui model dan karakteristik kebakaran yang mungkin terjadi serta prediksi kekuatan dari pelat *main deck* maka selanjutnya dapat diambil langkah-langkah yang diperlukan guna meningkatkan keselamatan anjungan.

## 1.5. BATASAN MASALAH

Beberapa batasan atau asumsi yang digunakan untuk lebih menyederhanakan dan memperjelas permasalahan supaya tidak menyimpang dari tujuan utama dan juga untuk lebih memudahkan dalam analisa adalah sebagai berikut :

1. Anjungan yang dipakai sebagai pemodelan adalah anjungan AW Poleng Kodeco Energy Co, Ltd.
2. Beban yang ditinjau adalah beban peralatan yang ditinjau sebagai beban merata dan suhu akibat kebakaran.
3. Beban temperatur berasal dari kebocoran salah satu fasilitas produksi dalam hal ini adalah separator *high pressure* dengan diameter kebocoran yang diambil sebagai bahan perhitungan adalah 10 mm dan 9 mm.
4. Beban temperatur yang diambil adalah yang paling maksimum dari perhitungan temperatur sesuai dengan kebocoran yang terjadi.
5. *Deck Leg* ditinjau sebagai kekangan yang berupa jepit.
6. Jenis Struktur yang dianalisa adalah struktur *main deck*

7. Tebal plat dalam pemodelan yang diambil adalah tebal plat pengganti antara plat dengan beam.
8. Analisa yang dipakai hanya berkisar pada analisa statis saja.
9. Parameter kegagalan elemen struktur bila tegangan yang terjadi pasca terjadinya kebakaran melebihi tegangan yield.
10. Kriteria kekuatan yang digunakan adalah sesuai dengan rekomendasi *European Recommendations For The Fire Safety Of Steel Structure*.



Gambar 1.1 Model Main Deck AW Poleng

## 1.6 METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

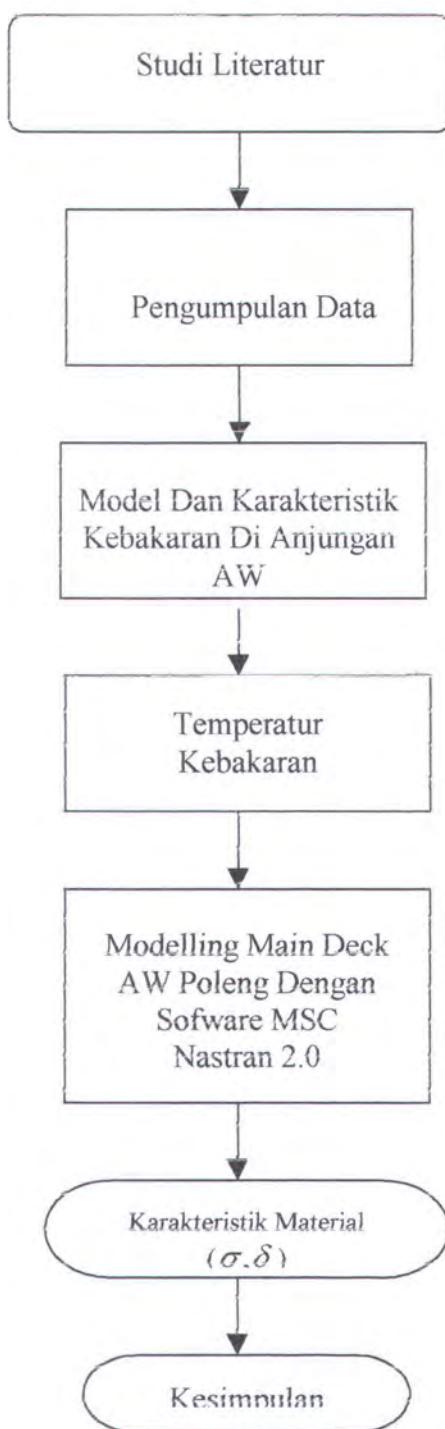
1. Melakukan studi literatur yang meliputi seleksi paper-paper, journal, dan buku-buku yang berkaitan dengan kimia api yang dititik beratkan pada masalah proses terjadinya api , fisika api dimana dititik beratkan pada masalah perpindahan panas dan pengaruh panas terhadap plat.
2. Pencarian data di perusahaan Kodeco Energy Company Limited antara lain :
  - Lay out gambar anjungan AW Poleng
  - Material properti dari plat deck (*main deck* anjungan AW)
  - Kandungan hidrokarbon di lapangan Poleng yang diproduksi di anjungan AW
3. Melakukan analisa dengan memakai data-data yang sudah ada untuk mendapatkan model dan karakteristik kebakaran yang mungkin terjadi di Anjungan AW, dari sini pula akan dihasilkan suhu kebakaran yang mungkin terjadi di Anjungan AW.
4. Langkah selanjutnya dilakukan pemodelan struktur main deck anjungan AW dengan menggunakan *software* MSC Nastran 2.0 serta melakukan pemodelan pembebaan yang meliputi pembebaan temperatur dengan inputan suhu kebakaran dan berat peralatan di main deck AW.
5. Hasil akhir yang diharapkan adalah memperoleh karakteristik material berupa tegangan ( $\sigma$ ) dan defleksi ( $\delta$ ) yang terjadi akibat kedua pembebaan yang ada, untuk kemudian dilakukan analisa kekuatan elemen-elemen plat main



deck dengan membandingkan tegangan maksimum yang terjadi dengan *yield stressnya*, dengan

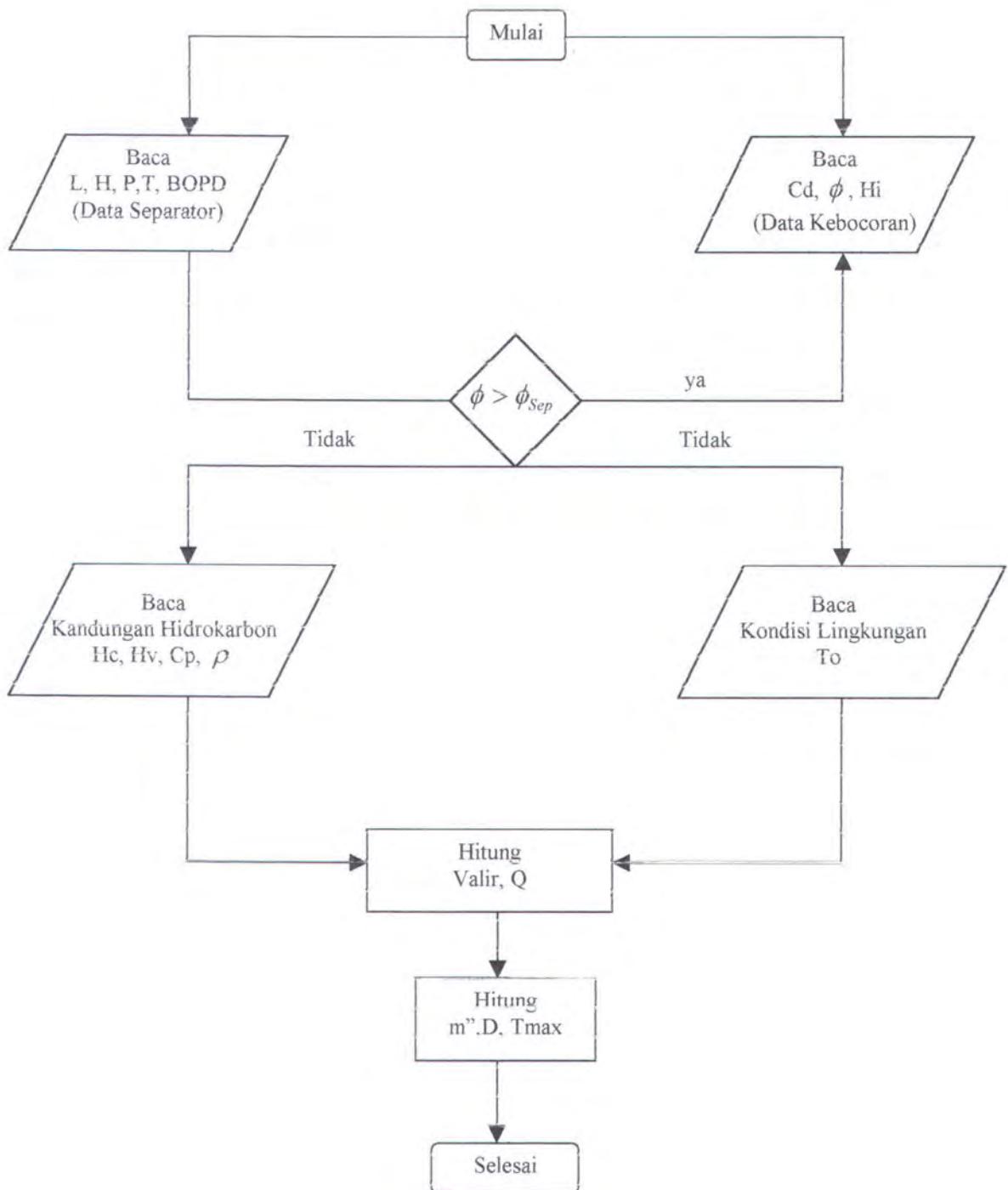
6. Acuan yang dipakai adalah dari “*Europen Recommendations For The Fire Safety Of Steel Structures*”, dari analisa ini akan diketahui sampai berapa lama struktur plat main deck AW tidak mengalami kegagalan dengan pembebangan suhu kebakaran serta peralatan yang ada di main decknya.
7. Kesimpulan

Tahapan yang telah disebutkan diatas jika digambarkan dalam sebuah diagram alir adalah seperti gambar 1.2.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Perhitungan temperatur kebakaran seperti yang ada pada diagram alir metodologi penelitian dapat dijabarkan dalam diagram alir pada gambar 1.3.



Gambar 1.3. Diagram Alir Perhitungan Temperatur Kebakaran

## 1.7. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diterangkan mengenai latar belakang studi yang dilakukan, permasalahan yang akan dipecahkan, tujuan yang hendak dicapai, manfaat yang diinginkan penulis, batasan-batasan permasalahan, metodologi penelitian yang dilakukan, serta sistematika penulisan tugas akhir.

### BAB II LANDASAN TEORI

Dalam studi ini penulis menggunakan beberapa dasar teori yang sesuai dengan yang ada dilapangan. Dasar teori yang digunakan antara lain, dasar-dasar mengenai kimia api yang dititik beratkan pada masalah proses terjadinya api, fisika api yang dititik beratkan pada masalah perpindahan panas dan pengaruh panas terhadap plat yang sesuai dengan "*European Recommendations For The Fire Safety Of Steel Structures*", serta dasar-dasar metode elemen hingga khususnya untuk pembebanan temperatur pada elemen plat.

### BAB III METODOLOGI

Bab ini menguraikan mengenai bagaimana untuk mendapatkan model dan katakteristik kebakaran yang mungkin terjadi di Anjungan AW Poleng Kodeco Energy Co, Ltd khususnya pada daerah main deck, dengan mengacu pada jenis kandungan hidrokarbon yang ada dilapangan Poleng serta karakteristik operaional dari Anjungan tersebut, dan dari model dan karakteristik tersebut akan dihasilkan suhu kebakaran yang mungkin terjadi untuk kemudian dipakai sebagai salah satu beban selain berat peralatan dalam analisa struktur plat main deck .

### BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA HASIL

Bab ini menjelaskan mengenai respon struktur yang dilakukan dengan bantuan software Msc-Nastran. Beban yang dilakukan sebagai inputan program tersebut adalah beban temperatur yang didapatkan dari model dan karakteristik kebakaran yang mungkin terjadi serta dari beban peralatan yang ada di main deck anjungan AW. Selanjutnya pmeriksaan respon struktur dengan mengacu pada kriteria kekuatannya, hasil perhitungan respon struktur tersebut kemudian diplot dalam bentuk grafik hubungan antara tegangan yang terjadi dengan beban yang bekerja didalamnya. Dari sini akan diketahui samapi berapa lama struktur plat main deck anjungan AW Poleng Kodeco Energy Co, Ltd dapat menerima beban akibat kebakaran yang mungkin terjadi serta beban peralatan yang bekerja diatasnya.



**BAB V            KESIMPULAN**

Pada bab ini berisi ringkasan mengenai hasil analisa perhitungan tegangan yang terjadi pada struktur main deck Anjungan AW Poleng dengan beberapa rentang waktu dan rentang suhu kebakaran yang mungkin terjadi sebagai akibat terjadinya kerusakan pada peralatan produksi, serta saran-saran kepada pihak perusahaan yang nantinya bisa dijadikan pertimbangan untuk lebih meningkatkan keamanan di Anjungan AW Poleng Kodeco Energy Company Limited.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

---

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. TINJAUAN PUSTAKA

Aktifitas dari kegiatan pengeboran minyak dan gas lepas pantai semakin cepat perkembangannya, dimana perkembangan dari aktifitas yang dilakukan juga akan membawa resiko bahaya didalamnya. Sejak tahun 1983 data-data mengenai kecelakaan pekerjaan dilepas pantai telah didokumentasikan dalam *Worldwide Offshore Accident Databank* (WOAD) dimana sejak tahun 1970 sampai dengan tahun 1992 terdapat 1606 kali kecelakaan baik itu yang menimpa struktur, peralatan, serta lingkungan, juga menimbulkan korban jiwa didalamnya. Klasifikasi kecelakaan salah satunya disebabkan oleh rusaknya peralatan di anjungan lepas pantai adalah bejana bertekanan, dimana dari 100 % penyebab kecelakaan, 20 % adalah karena kerusakan peralatan (Kardjono, 1984). Dari data kecelakaan terutama yang terjadi pada anjungan lepas pantai jenis Jacket selama tahun 1970 sampai 1991 disebutkan bahwa kecelakaan banyak terjadi karena terjadinya kebakaran yang diikuti oleh terjadinya ledakan (WOAD,1992). Juga efek yang ditimbulkan dari kebakaran yang diikuti oleh terjadinya ledakan tersebut selain menimbulkan kerusakan pada beberapa jenis peralatan produksi , kerusakan yang cukup serius pada bagian-bagian tertentu dari struktur deck dan beberapa kecelakaan

menyebabkan terjadinya keruntuhan total dari seluruh struktur, juga menimbulkan korban jiwa yang tidak sedikit.

Tinjauan struktur main deck yang akan dilakukan sebagai bahan pemodelan adalah struktur main deck pada anjungan AW Poleng Kodeco energy Company Limited yang mana strukutur ini ditunjang dengan struktur Jacket dibawahnya yang beropreasi di Lepas pantai Madura. Anjungan ini berfungsi sebagai anjungan produksi pada lapangan minyak Poleng Madura.

Dari *European Recommendations Of The Fire Safety Of Steel Structures* mengenai pengujian pada baja didapatkan bahwa kegagalan akan dialami oleh struktur baja apabila dikenai beban temperatur lebih dari  $1000^{\circ}\text{C}$ . Pendekatan untuk dapat mengetahui kekuatan struktur pasca terjadinya kebakaran adalah dengan melakukan analisa struktur yang salah satunya bisa dilakukan secara analisa statis dengan pembebanan suhu kebakaran dan berat struktur yang bekerja diatasnya. Dimana dari metode ini bisa dilihat apakah stress yang terjadi akibat beban temperatur sudah melebihi strees ijin dari material yang dipakai untuk masing-masing elemen pada plat main deck.

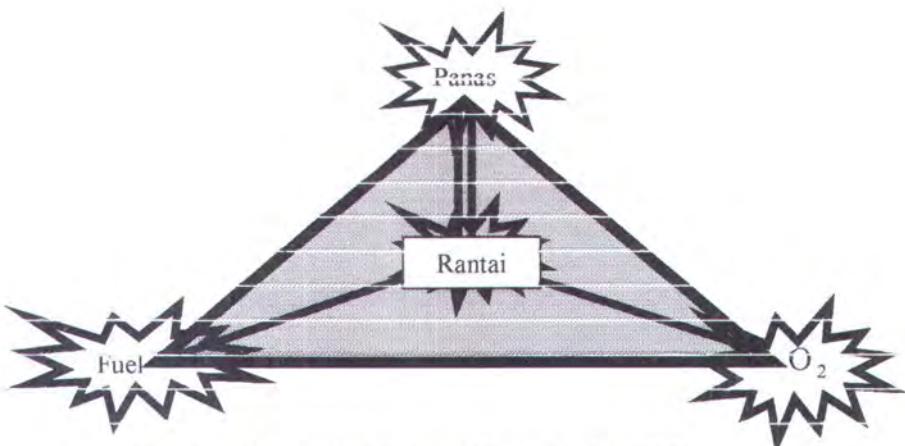
## 2.2. DASAR TEORI

### 2.2.1. Kimia Api

Api adalah suatu reaksi oksidasi yang berjalan sangat cepat dari suatu substansi dengan oksigen yang diikuti oleh pengeluaran cahaya dan panas

yang merupakan hasil dari persenyawaan atau reaksi oksidasi tersebut (NFPA, 1996). Pada mulanya orang berpendapat bahwa api terbentuk dari penggabungan tiga unsur yaitu bahan bakar (*fuel*), oksigen, dan sumber nyala/panas. Namun dalam kenyataannya

ketiga faktor tersebut belumlah menjamin akan timbulnya api, (Taryono, 1995). Ada suatu hal yang perlu ada agar api bisa terjadi yakni adanya rantai reaksi. Namun rantai reaksi ini akan bisa bekerja dan menghasilkan api jika ketiga unsur pembentuk yakni bahan bakar, panas, dan oksigen harus berada dalam kondisi dan jumlah serta perbandingan yang tertentu.



Gambar 2.1 Tetra Hedron (Setyabudi,1998)

### 2.2.1.1. Syarat Berlangsungnya Reaksi Pembakaran

Salah satu unsur utama pembentuk api adalah bahan yang dapat terbakar atau yang biasa disebut bahan bakar (*fuel*) atau juga suatu zat dalam bentuk uap, serta oksigen yang memiliki kandungan sebesar 16%-21% diudara. Unsur penting lainnya dalam proses terjadinya api adalah sumber nyala atau panas yang memegang peranan penting, dimana energi panas yang diperlukan akan

mempercepat tercapainya titik nyala (*flash point*) dari suatu bahan bakar (*fuel*). Sumber-sumber panas yang bisa berakibat sebagai sumber penyalaan antara lain, petir, gesekan benda padat, sinar matahari, listrik statis, permukaan panas, nyala api rokok, (Setyabudi,1998). Pengertian penyalaan (*ignation*) sendiri adalah permulaan dari proses pembakaran yang telah menghasilkan panas sendiri (*exothermic*) sebagai penunjang proses selanjutnya. Penyalaan suatu zat akan ditentukan oleh *ignation temperature*, yakni temperatur terendah yang mana zat tersebut harus dipanaskan sampai mencapai kondisi dapat terbakar/menyala sendiri (Taryono,1995).

Pada proses pembakaran, nyala yang terjadi adalah seluruhnya reaksi dalam phase gas/uap. Untuk dapat selalu terjadi nyala, maka bahan bakar baik itu padat, cair, harus selalu menghasilkan gas/uap yang siap untuk terbakar, peristiwa ini disebut sebagai proses pirolisa, yakni proses penguraian bahan bakar oleh panas. Namun demikian api tidak akan terjadi bila salah satu dari ketiga unsur pembentuk api yakni panas, bahan bakar, dan oksigen tidak berada dalam kesetaraan atau bila salah satu unsur tersebut tidak ada/dihilangkan.

### 2.2.1.2. Batas-batas dapat terbakar (Flammable)

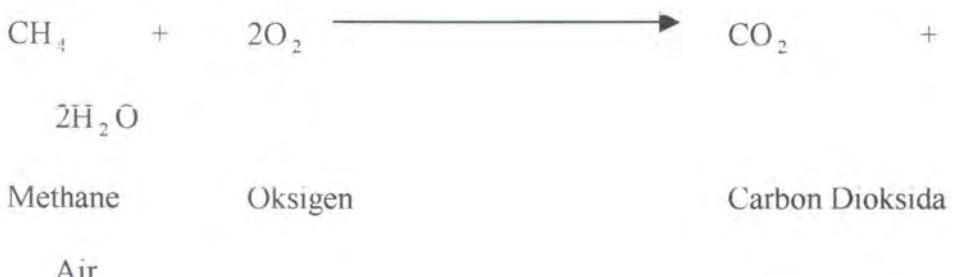
Batas-batas dapat terbakar adalah batas dimana konsentrasi uap dari suatu benda diudara yang dapat terbakar apabila dikenai sumber energi panas atau nyala. Pengertian konsentrasi disini adalah perbandingan volume antara uap bahan bakar dengan oksigen diudara terbuka ataupun pada tempat yang tertutup (Drysdale Dougal,1996). Daerah bisa terbakar dapat dibagi dalam dua kelompok :



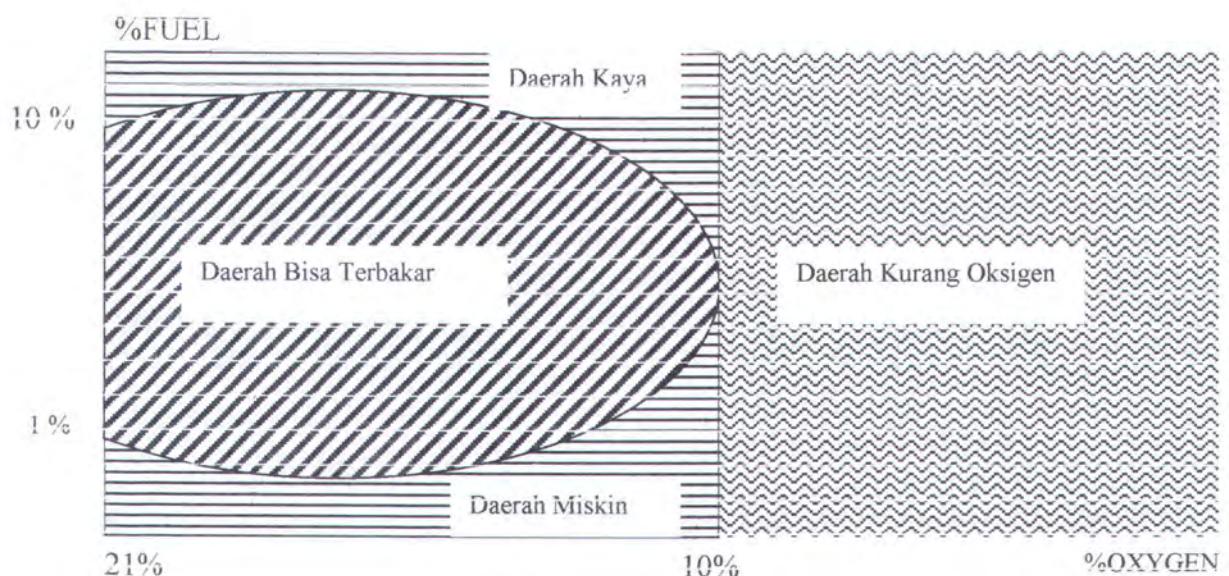
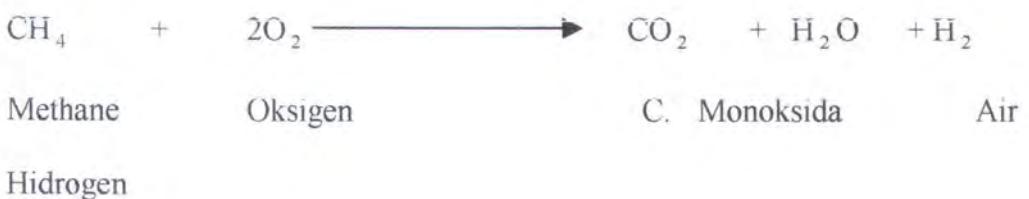
1. Daerah bisa terbakar atas (*Upper Flammable Limit*).
2. Daerah bisa terbakar bawah (*Lower Flammable Limit*).

Salah satu contoh reaksi pembakaran akan menghasilkan reaksi-reaksi antara lain

1. Pembakaran sempurna



2. Pembakaran tidak sempurna



Gambar 2.2 Daerah Bisa Terbakar (PPT Migas, 1995)

Sebagai bahan pertimbangan adalah daerah bisa terbakar untuk berbagai jenis bahan bakar akan berbeda-beda. Beberapa contoh daerah bisa terbakar untuk berbagai bahan bakar antara lain :

No	Nama Fuel (%)	% Oksigen ( $O_2$ )	% Nitrogen ( $N_2$ )
1	$CH_4$ : 5.00 – 15.00	19.90 – 17.80	75.10 – 67.20
2	$C_2H_6$ : 3.10 – 12.40	20.30 – 18.34	76.60 – 69.21
3	Buthane : 1.86 – 8.41	20.56 – 19.18	77.58 – 72.41
4	Acetylene : 2.50 – 80.22	20.42 – 4.19	77.08 – 15.81
5	Gasoline : 1.50 – 7.40	20.63 – 19.40	77.80 – 73.20
6	Benzene : 1.35 – 6.75	20.66 – 19.25	77.99 – 74.00

Tabel 2.1 Beberapa Contoh Daerah Bisa Terbakar (Setyabudi, 1998)

### 2.2.2. Fisika Panas

Panas merupakan bentuk lain daripada energi, dan suhu suatu benda adalah ukuran panas atau dinginnya benda tersebut. Besarnya panas yang terjadi atau dibutuhkan oleh suatu benda untuk menaikkan suhu benda tersebut 1 derajat disebut sebagai kapasitas panas suatu benda. Beberapa contoh kapasitas panas dari suatu cairan hidrokarbon adalah sebagai berikut

No	Hidrokarbon	Boiling Point (°K)	Kapasitas Panas (J/Kg °K)
1	Methane	111.7	$2.4 \times 10^3$
2	Ethane	264.6	$2.4 \times 10^3$
3	Propane	231.1	$2.4 \times 10^3$
4	Butane	272.7	$2.3 \times 10^2$
5	Pentane	309.7	$2.3 \times 10^2$
6	Hexane	341.9	$2.5 \times 10^3$
7	Heptane	371.9	$2.1 \times 10^3$
8	Octane	398.9	$2.1 \times 10^3$
9	Nonane	424.0	$2.1 \times 10^3$

Tabel 2.2. Kapasitas Panas Cairan Hidrokarbon (SFPE, 1990)

Masing-masing benda dengan massa tertentu untuk menaikkan suhunya dengan derajat yang sama membutuhkan panas yang berbeda-beda, tergantung dari bahan benda tersebut (Hermadi, 1982). Panas pembakaran adalah jumlah panas yang dilepaskan oleh suatu bahan persatuan massa yang dibakar habis. Panas yang terjadi pada suatu bahan akan menyebabkan terjadinya tegangan yang disebut sebagai tegangan thermik, yakni tegangan tarik yang timbul pada suatu batang atau plat yang pada kedua ujungnya dijepit dan suhunya diubah, dan apabila tegangan yang terjadi melebihi daya tahan akan terjadi patah.

### 2.2.2.1. Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah besarnya energi panas yang dipindahkan karena adanya perbedaan temperatur. Sesuai dengan tekanan gas, dimana panas juga akan berpindah dari suhu yang relatif panas kesuatu yang relatif dingin. Mekanisme perpindahan panas dapat digunakan dengan 3 cara :

## 1. Konduksi

Konduksi adalah perpindahan panas dari suatu sumber panas ke penerima panas dengan medium benda tertentu. Logam merupakan pengantar panas yang baik karena didalamnya terdapat elektron-elektron yang terbebas dari molekulnya dan elektron-elektron bebas ini ikut berperan dalam menghantarkan energi thermik.

Jumlah pemas persatuan waktu dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$H = \frac{KA(t_2 - t_1)}{L} \quad (\text{Hermadi, 1982}) \quad (2.1)$$

Dimana,  $H$  = Jumlah panas persatuan waktu (kalori/detik)

$K$  = Koefisien daya hantar thermo (tergantung bahan material)

$A$  = tebal bahan

$t$  = suhu

## 2. Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas dari sumber panas kepenerima panas pada suatu fluida karena pengaruh pergerakan dari fluida itu sendiri

Jumlah perpindahan panas secara konveksi dapat dinyatakan :

$$H = h \cdot A \cdot \Delta t \quad (\text{Hermadi, 1982}) \quad (2.2)$$

Dimana,  $h$  = Koefisien konveksi

$A$  = Luas permukaan

## 3. Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas dari sumber panas kepenerima panas dengan jalan pemancaran. Untuk menghitung besarnya panas yang

dipancarkan dalam peristiwa radiasi dengan menggunakan “hukum Stefan” dapat dinyatakan :

$$R = e \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (\text{Hermadi, 1982}) \quad (2.3)$$

Dimana,  $R$  = Besarnya panas yang dipancarkan persatuan luas.

$e$  = Daya pancar permukaan (emissivity)

$$\sigma = 5,6699 \times 10^{-5} \text{ bila } R \text{ dalam eng/dt.m}^2 \quad (\text{c.g.s})$$

$$= 5,6699 \times 10^{-8} \text{ bila } R \text{ dalam watt/ m}^2 \quad (\text{m.k.s})$$

### 2.2.2.2. Muai Luas

Suatu plat dengan ataupun tidak adanya tumpuan pada ujung atau sepanjang plat tersebut bila dikenai panas akan mengalami perubahan bentuk, yang disebut muai luas. Kondisi umum pada bagian manapun pada suatu konstruksi yang berada dibawah kondisi terpengaruh panas akan bergantung pada suhu dan jenis material yang digunakan dalam elemen-elemen konstruksi (Butcher & Parnell, 1983). Muai luas dapat dinyatakan dengan persamaan :

- Luas plat mula-mula

$$A = L_0 b_0 (1 + \alpha \Delta t)^2 \quad (2.4)$$

- Luas plat setelah pemanasan

$$\begin{aligned} A &= A_0 (1 + 2\alpha \Delta t) \\ &= A_0 (1 + \gamma \Delta t) \end{aligned} \quad (2.5)$$

Dimana,  $\gamma$  adalah koefisien muai luas.

$\alpha$  adalah koefisien muai panjang

Koefisien pemuaian panas akan bertambah sesuai dengan bertambahnya suhu, namun pada banyak kasus koefisien ini akan bervariasi sesuai dengan komposisi material.

### **2.2.3 Model Kebakaran**

#### **2.2.3.1. Model Pool Fire**

Kebakaran dapat digolongkan menjadi 3 jenis yakni jet fires, pool fires, dan flash fires. Jet fires terjadi melalui suatu reaksi pembakaran pada tekanan tinggi yang disertai dengan pelepasan pembakaran pada gas dan bahan yang dapat terbakar dalam bentuk cair, serta diikuti dengan laju pelepasan massa dalam kecepatan yang sangat tinggi yang menimbulkan reaksi kebakaran. Pool fires terjadi ketika suatu cairan bahan yang dapat terbakar tumpah pada suatu permukaan atau suatu area luasan, kebakaran jenis ini memiliki karakteristik yakni kebakaran yang terjadi akan disertai dengan asap yang tebal, temperatur kebakaran yang lebih rendah dan juga kebakaran jenis ini akan dapat mengalir dan merambat dari lokasi atau titik mula-mula terjadinya kebakaran. Flash fires dihasilkan dari keterlambatan reaksi pembakaran dari gas yang menguap yang dilepaskan, kebakaran ini pada umumnya akan diikuti kenaikan tekanan yang significant yang dihasilkan oleh meningkatnya percepatan lidah api.

Pada formulasi ketidakpastian untuk struktur anjungan lepas pantai dibawah pembebanan panas, kejadian radiasi panas yang ditmbulkan dari kebakaran hidrokarbon jenis pool dan jet fires adalah variabel yang utama yang sangat

menarik. Radiasi panas tergantung pada beberapa parameter termasuk didalamnya adalah komposisi hidrokarbon bentuk, ukuran, dan juga lamanya terjadinya kebakaran serta jarak terdekatnya dengan obyek yang terkena radiasinya. Pool fires dimodelkan sebagai kebakaran pada suatu permukaan atau luasan yang dinyatakan dalam bentuk kemiringan sebuah silinder yang membentuk sudut terhadap arah horisontal dengan ukuran diameter yang tidak berubah-ubah menurut fungsi waktu. Karakteristik yang dapat menjelaskan pool fires adalah panjang rata-rata dari lidah api, yang biasanya didefinisikan sebagai jarak diatas sumber api dimana akan turun dari angka semula sampai 0.5.

Bentuk lidah api dari kebakaran jenis pool fires umumnya dengan pengasumsian bahwa lidah api berbentuk padat, dengan nyala abu-abu, mempunyai bentuk yang teratur yakni seperti silinder dengan kemiringan tertentu. Bentuk dari lidah api jenis pool fires didasarkan atas ukuran diameter, ketinggian dari lidah api, kemiringan lidah api, dan juga perubahan ukuran diameter lidah api.

Diameter kebakaran tergantung pada ukuran tumpahan yang terjadi serta laju kebakarannya. Panjang area kebakaran yang mungkin terjadi dapat dirumuskan dengan jenis pool fires tanpa pengaruh angin adalah sebagai berikut :

$$\frac{L}{D} = 42 \left( \frac{m^o}{\rho_a \sqrt{gD}} \right)^{0.61} \quad (\text{Soares & Teixeira, 1999}) \quad (2.6)$$



Dimana L adalah panjang area kebakaran (m), D adalah diameter kebakaran (m),  $m^o$  adalah laju massa yang terbakar ( $\text{Kg m}^2 \text{s}^{-1}$ ),  $\rho_a$  adalah berat jenis udara pada keadaan normal ( $\text{Kg m}^{-3}$ ) dan g adalah percepatan gravitasi ( $\text{m s}^{-2}$ ).

### 2.2.3.2. Temperatur Kebakaran

Kebakaran Jenis pool fire dapat terjadi setelah terjadinya suatu area genangan fluida hidrokarbon dimana setelah tercapai titik nyala dari fluida tersebut akan dapat menghasilkan nyala api.

Dengan melakukan skenario kebakaran yang dimulai dari terjadinya kerusakan pada salah satu fasilitas produksi yang ada misalnya terjadinya kebocoran separator, maka akan didapatkan suhu kebakaran optimum yang terjadi. Skenario untuk mendapatkan suhu kebakaran yang optimum dengan melihat fungsi waktu dan volume hidrokarbon yang dihasilkan dimulai dengan melakukan perhitungan jumlah volume hidrokarbon yang keluar dari separator dan juga lama waktu yang dibutuhkan sampai separator tidak lagi berisi fluida, yaitu :

$$t = \frac{2.At \left[ \left( z_o + \frac{p_o}{\rho} \right)^{1/2} + \left( z_l + \frac{p_l}{\rho} \right)^{1/2} \right]}{C_d A_o \sqrt{2g}} \quad (\text{SFPE, 1988}) \quad (2.7)$$

Dimana, t : waktu yang dibutuhkan sampai separator kosong (second)

At : luas penampang separator ( $\text{m}^2$ )

Ao : Luas penampang kebocoran ( $\text{m}^2$ )

Po : tekanan permukaan fluida (Pa)

$P_1$  : tekanan dalam fluida (Pa)

$\rho$  : berat jenis fluida ( $\text{Kg/m}^3$ )

Dari karakteristik operasional dari separator yang ditinjau akan didapatkan data mengenai kapasitas produksi dari separator dalam kondisi operasional, sehingga dengan mengetahui dimensi dari separator akan didapatkan skenario jumlah volume fluida yang keluar dengan tinjauan dari diameter kebocoran yang terjadi. Dengan pemakaian rumus dasar dari mekanika fluida didapatkan debit aliran yang keluar tiap detiknya yaitu,

$$Q = A \cdot V \quad (2.8)$$

Dimana,  $Q$  : debit fluida yang keluar tiap detiknya ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$A$  : Luas penampang area kebocoran ( $\text{m}^2$ )

$V$  : kecepatan aliran fluida yang keluar ( $\text{m/s}$ )

Perhitungan laju kebakaran massa yang dibakar dapat dilakukan yakni dengan perhitungan sebagai berikut :

$$m'' = 0.001 \cdot (H_c/H_v) \quad (2.9)$$

Dimana,  $m''$  : laju kebakaran massa

$H_c$  : Panas Pembakaran

$H_v$  : Panas penguapan akibat pembakaran

Dengan mendapatkan laju kebakaran massa dan juga volume fluida yang keluar tiap detiknya sampai dengan separator kosong, maka dapat dilakukan perhitungan guna mendapatkan temperatur kebakaran yang terjadi dari model kebakaran pool fire

$$T_c = T_o + \frac{m'' Hc}{Q.A.Cp.\rho} \quad (\text{Hamins & Kashiwagi, 1996}) \quad (2.10)$$

Dimana,  $T_c$  : temperatur kebakaran yang terjadi ( $^{\circ}$  C)

$T_o$  : temperatur udara rata-rata yang terjadi ( $^{\circ}$  C)

$Cp$  : panas jenis fluida hidrokarbon (J/Kg  $^{\circ}$  K)

$A$  : Luas penampang separator ( $m^2$ )

Dari volume fluida hidrokarbon yang keluar dan tumpah dengan membentuk genangan sebelum akhirnya gas yang terbentuk akan terbakar akan dapat dilakukan analisa untuk menghitung diameter area kebakaran serta tinggi kebakaran yang terjadi.

$$D_{\max} = 2 \left[ V_L^3 g / y^2 \right]^{1/8} \quad (\text{SFPE, 1988}) \quad (2.11)$$

Dimana,  $D_{\max}$  : diameter maksimum area kebakaran (m)

$V_L$  : Volume total tumpahan fluida hidrokarbon ( $m^3$ )

$g$  : Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$y$  : Laju pembakaran massa ( $Kg/m^2.s$ )

dengan mengetahui diameter area kebakaran yang terjadi untuk selanjutnya dapat dilakukan analisa untuk menentukan tinggi kebakaran yang terjadi, yakni

$$H/D = 42 \left[ m'' / \rho_a \sqrt{gD} \right]^{0.61} \quad (\text{SFPE, 1988}) \quad (2.12)$$

Dimana,  $H$  : tinggi kebakaran yang terjadi (m)

$\rho_a$  : massa jenis udara ( $Kg/m^3$ ).



## 2.3. Teori Plat

### 2.3.1 Plat Persegi Panjang Dengan Beban Temperatur

Beban temperatur salah satunya adalah dari efek kebakaran jenis *pool fire*, yaitu api tidak akan langsung menyala melainkan bahan bakar akan tumpah dan tergenang terlebih dulu untuk kemudian terjadi api. Dengan mengetahui lebar area maupun titik asal terjadinya kebakaran maka akan dapat dilakukan analisa kekuatan lebih lanjut, yang juga menyangkut aspek mengenai masalah perpindahan panas yang terjadi.

Analisa dari perpindahan panas pada suatu elemen plat dengan suatu pusat beban temperatur diatasnya dapat dilakukan dengan metode sebagai berikut :

$$[A][T] = [C] \quad (2.13)$$

Dimana :

$$A \equiv \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2N} \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{N1} & a_{N2} & \dots & a_{NN} \end{bmatrix}, \quad T \equiv \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ \vdots \\ T_N \end{bmatrix}, \quad C \equiv \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_N \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

A adalah koefisien matrik untuk matrik (NxN), sedangkan matrik untuk elemen temperatur disini adalah T.

Untuk mendapatkan temperatur pada titik-titik pada elemen plat yang telah terbagi menjadi elemen-elemen kecil adalah dengan menghitung inverse dari A

$$[A]^{-1} \equiv \begin{bmatrix} b_{11}b_{12}\dots b_{1N} \\ b_{21}b_{22}\dots b_{2N} \\ \vdots \\ b_{N1}b_{N2}\dots b_{NN} \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

Sehingga persamaan untuk mendapatkan distribusi temperatur pada elemen-elemen plat adalah:

$$[T] = [A]^{-1}[C] \quad (2.16)$$

yang bisa dijabarkan lebih lanjut sebagai berikut :

$$T_1 = b_{11}C_1 + b_{12}C_2 + \dots + b_{1N}C_N$$

$$T_2 = b_{21}C_1 + b_{22}C_2 + \dots + b_{2N}C_N$$

$$T_N = b_{N1}C_1 + b_{N2}C_2 + \dots + b_{NN}C_N$$

Untuk itu analisa mengenai kemungkinan kegagalan dari struktur dimana struktur yang ditinjau dalam tugas akhir ini adalah struktur plat, maka resiko terhadap beban-beban yang tak terduga sebelumnya perlu dilakukan, baik itu untuk struktur yang belum beroperasi maupun yang sudah beroperasi. Metode yang dilakukan untuk menganalisa tingkat keandalan struktur terutama struktur plat main deck terhadap beban kebakaran adalah :

- Pemodelan pembebanan suhu kebakaran
- Pemodelan perpindahan panas
- Pemodelan tegangan dan regangan yang terjadi akibat perpindahan panas yang ada

### 2.3.2. Kekuatan Struktur Plat Terhadap Beban Temperatur

Struktur plat merupakan bagian utama pada struktur bagian atas dari anjungan lepas pantai, meskipun balok dan kolom juga merupakan struktur penegar. Untuk struktur plat yang terkena beban temperatur, maka beban tersebut akan bertambah dan penambahannya akan memiliki kecenderungan dari pemekaran plat. Dalam mempelajari masalah kurva tegangan yang diakibatkan oleh beban temperatur, telah ditentukan bahwa perbedaan temperatur pada plat memegang peranan utama dalam kegagalan suatu struktur. Dalam hal mengenai kemungkinan kegagalan struktur karena pembebahan yang bekerja padanya yang berakbat menurunnya kekuatan struktur permasalahan dalam menyelesaikan tegangan akibat beban temperatur saat ini banyak digunakan dengan menggunakan metode elemen hingga, dimana persamaan umumnya adalah :

$$\{\sigma\} = [D][B]\{d\} - [D]\{\varepsilon_r\} \quad (\text{Logan D.L, 1986}) \quad (2.17)$$

$$\{\varepsilon_r\} = \alpha T \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (\text{2.18})$$

dimana, d adalah displacement dari tiap-tiap nodal yang dinyatakan dengan persamaan :

$$\{d\} = \frac{\{f\}}{[k]} \quad (\text{Logan D.L, 1986}) \quad (2.19)$$

$k$  adalah matrix kekakuan elemen,  $f_{\tau}$  adalah matrix gaya akibat beban temperatur untuk tiap elemen. Dari analisa tegangan yang dilakukan dengan metode elemen hingga akan diketahui kekuatan dari struktur.

$$\frac{\sigma_{\text{ultimat}}}{\sigma_{ijin}} \sim 1 \quad (\text{Popov, 1995}) \quad (2.20)$$

Dimana  $\sigma_{ijin}$  akan didapatkan dari standart/jenis material yang dipakai, dari material yang dipakai tersebut untuk kemudian dilakukan analisa lebih lanjut yakni dengan melihat  $\sigma_{\text{ultimat}}$  yang diakibatkan oleh adanya pembebahan temperatur pada masing-masing elemen plat yang apabila ternyata harga perbandingan antara  $\sigma_{\text{ultimat}}$  dan  $\sigma_{ijin}$  adalah lebih dari 1 maka elemen struktur plat yang memiliki harga tersebut dikatakan mengalami kegagalan.

Dengan mengacu pada standart yang ditetapkan oleh *European Recommendations For The Fire Safety Of Steel Structures* maka akan didapatkan suatu acuan mengenai effektive yield stress untuk suatu material yang dikenai pembebahan suhu padanya. Effektive yield stress bahan akan berkurang seiring dengan penambahan beban suhu yang bekerja pada material tersebut.

Dimana untuk pembebahan suhu antara  $0 \leq \vartheta_s \leq 600^{\circ}\text{C}$

$$\Psi = \frac{\sigma_{yg}}{\sigma_{y20}} = 1 + \frac{\vartheta_s}{767 \ln \frac{\vartheta_s}{1750}} \quad (2.21)$$

untuk pembebanan suhu antara  $600^{\circ}\text{C} \leq \vartheta_s \leq 1000^{\circ}\text{C}$

$$\Psi = \frac{\sigma_{y\vartheta}}{\sigma_{y20}} = \frac{108 \left( 1 - \frac{\vartheta_s}{1000} \right)}{\vartheta_s - 440} \quad (2.22)$$

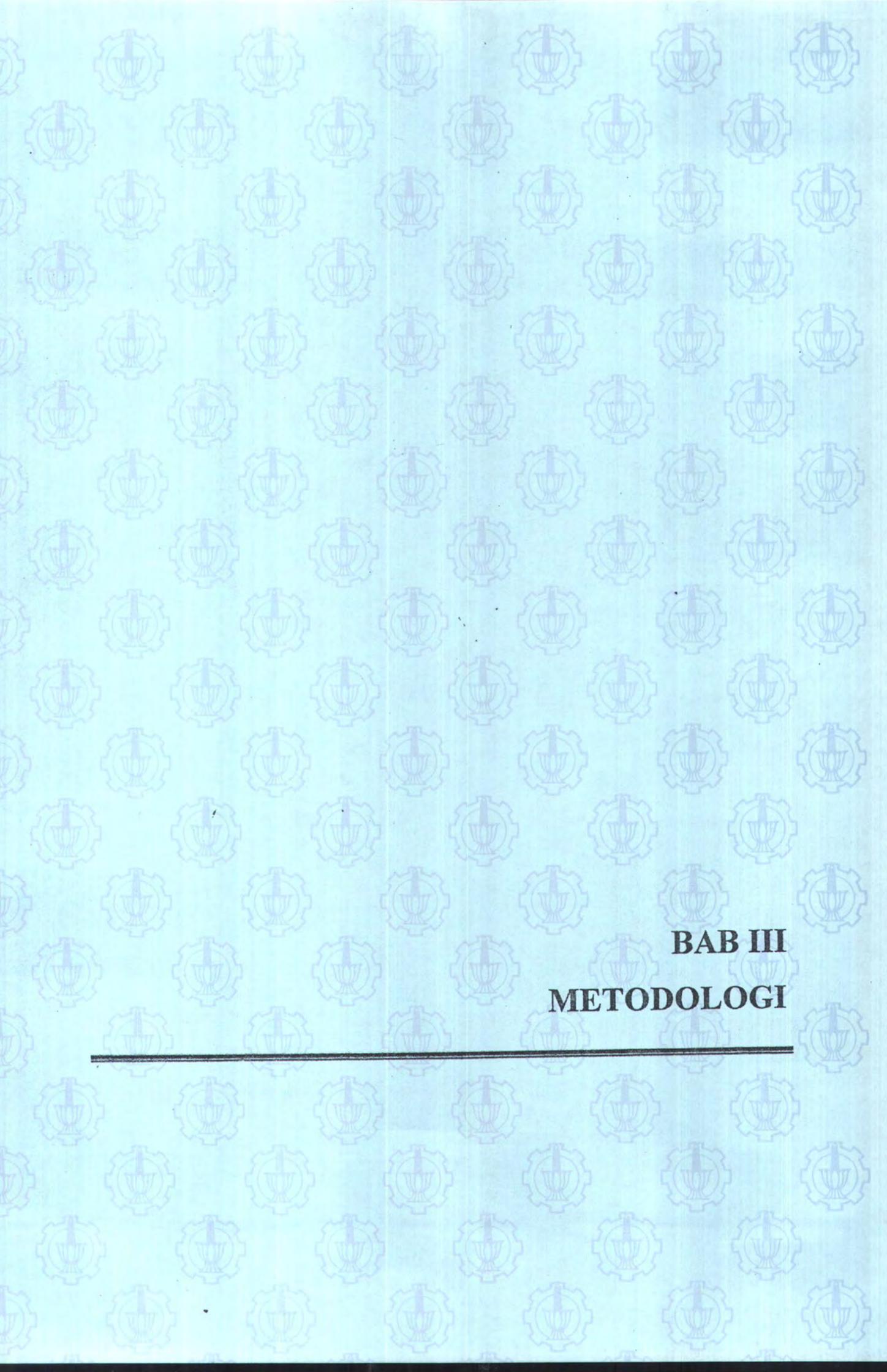
Dimana,  $\sigma_{y\vartheta}$  : Effective yield stress pada suatu temperatur

$\sigma_{y20}$  : effective yield stress pada temperatur ruangan

$\vartheta_s$  : Temperatur pada  $^{\circ}\text{C}$

$\psi$  : Koefisien temperatur





## **BAB III**

## **METODOLOGI**

---

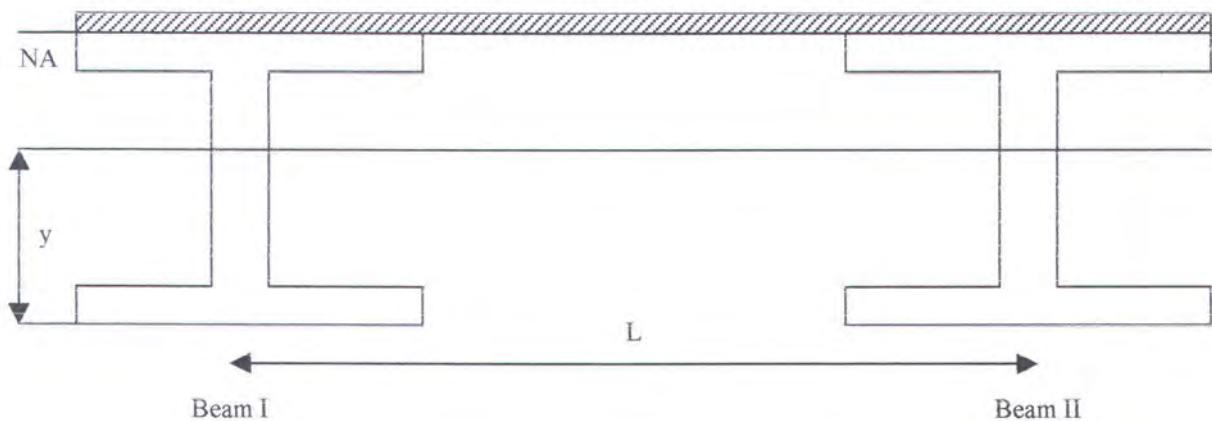
## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1. Pemodelan Main Deck**

Metodologi tugas akhir ini diawali dengan melakukan pemodelan dari struktur main deck dalam hal ini struktur yang ditinjau adalah struktur main deck AW Poleng Kodeco Energy Company Limited. Dalam melakukan pemodelan struktur main deck dilakukan penyederhanaan-penyederhanaan guna memudahkan dalam melakukan analisa dari pembebanan yang tentunya dengan melakukan penyederhanaan yang mendekati kondisi yang sebenarnya.

Pemodelan yang dilakukan adalah pemodelan terhadap plat main deck AW dengan panjang arah x adalah 16.764 m dan lebar arah y adalah 15.24 m, dimana untuk semua beam-beam penopang dari plat main deck tidak dilakukan pemodelan. Kekakuan dari beam-beam penopang tersebut dimodelkan dengan menggabungkan momen inersia antara beam-beam tersebut dengan momen inersia plat sehingga akan didapatkan tebal pelat yang akan digunakan sebagai tebal plat pemodelan. Beam-beam yang ada di Anjungan AW yang diambil momen insersianya untuk kemudian digabungkan dengan momen inersia plat deck adalah jenis W 610 x 149 dan W 840 x 298.



Gambar 3.1 Modelling Tebal Pelat

Pelat dimodelkan sebagai plat equivalen dengan ketebalan yang didapat dari penjumlahan momen inersia beam-beam penegar dengan plat yang ditumpu diatasnya sesuai dengan gambar 3.1 diatas.

$$y = \frac{\sum Ad}{\sum A} \quad (3.1)$$

dimana,  $y$  : titik berat dari kedua beam terhadap NA ( mm )

$A$  : luasan total dari pelat mula-mula dan beam (  $m^2$  )

$D$  : jarak pusat beam terhadap NA ( mm )

Dengan mengetahui titik berat total dari kedua beam maka didapatkan momen inersia total gabungan antara pelat mula-mula dengan beam yang akan digunakan sebagai tebal pelat untuk pemodelan struktur.

$$I_{total} = \sum I_o + \sum Ad^2 \quad (3.2)$$

$$\text{Dimana, } I_o = \frac{1}{12} ( b \times h^3 )$$

: momen insersia ( m<sup>4</sup> )

Dengan rumus yang sama akan didapatkan tebal pelat baru yang besarnya untuk tiap bagian adalah Seperti pada lampiran.

### 3.2 Pembebanan

Pembeban untuk bahan pemodelan struktur main deck dilakukan dalam tiga jenis yakni beban struktur sendiri, beban peralatan yang bekerja diatasnya serta beban temperatur akibat kebakaran yang terjadi. Pembeban yang dalam hal ini dilakukan pemberian secara statis dalam artian tidak berubah sebagai fungsi waktu. Pembeban mula-mula yang ada dan bersifat statis adalah beban peralatan produksi yang ada dianjungan AW dimana pembeban yang dilakukan adalah beban peralatan tiap luasannya adalah

$$\text{Pressure} = \frac{\text{berat peralatan}}{\text{luasan area}} \text{ ( Kg/m}^2\text{)} \quad (3.3)$$

Sehingga diperoleh pembebanan untuk peralatan produksi yang berada di anjungan

AW dalam hal ini adalah struktur main decknya adalah sebagai berikut :

No	Jenis Peralatan	Beban ( Kg/m <sup>2</sup> )
1	Gas Lift	1335.72
2	Medium Pressure Separator	1106.053
3	Low Pressure Separator	557.515
4	High Pressure Separator	2265.755
5	HP KO Drum	463.593

Tabel 3.1 Beban Peralatan

Secara umum penyelesaian persoalan untuk mendapatkan suhu kebakaran yang paling optimum adalah hanya bersifat pendekatan. Sifat dari api itu sendiri yang banyak sekali dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya akan memberikan dampak sulitnya mendapatkan serta melakukan analisa tanpa adanya asumsi-asumsi untuk dapat memperkirakan temperatur kebakaran yang paling optimum dan paling realistik dengan pendekatan-pendekatan tertentu. Secara teori perhitungan untuk mendapatkan temperatur kebakaran yang optimum dapat dilakukan dengan memakai rumus-rumus pendekatan seperti dalam bab sebelumnya mengenai perhitungan temperatur kebakaran.

No	Diameter (mm)	Debit ( $m^3/s$ )
1	15	0.15176387
2	10	0.1079209
3	9	0.098942622
4	8	0.097911977
5	7	0.097398678
6	6	0.096886728

Tabel 3.1. Debit Aliran Dari Variasi Diameter

Dari tabel diatas didapatkan diameter kebocoran minimum adalah diameter 9 mm dengan debit aliran fluida  $0.098942622 \text{ m}^3/\text{s}$  dan diameter kebocoran maksimum 15 mm dengan debit aliran fluida  $0.15176387 \text{ m}^3/\text{s}$  untuk mendapatkan fenomena pool fire.

### 3.3 Pembebanan

Pembebanan untuk bahan pemodelan struktur main deck dilakukan dalam tiga jenis yakni beban struktur sendiri, beban peralatan yang bekerja diatasnya serta beban temperatur akibat kebakaran yang terjadi. Pembebanan yang dalam hal ini dilakukan pemberian secara statis dalam artian tidak berubah sebagai fungsi waktu. Pembebanan mula-mula yang ada dan bersifat statis adalah beban peralatan produksi yang ada dianjungan AW dimana pembebanan yang dilakukan adalah beban peralatan tiap luasannya adalah

$$\text{Pressure} = \frac{\text{beratperalatan}}{\text{luasanarea}} \text{ ( Kg/m}^2\text{)} \quad (3.4)$$

Sehingga diperoleh pembebanan untuk peralatan produksi yang berada di anjungan AW dalam hal ini adalah struktur main decknya adalah sebagai berikut :

No	Jenis Peralatan	Beban ( Kg/m <sup>2</sup> )
1	Gas Lift	1335.72
2	Medium Pressure Separator	1106.053
3	Low Pressure Separator	557.515
4	High Pressure Separator	2265.755
5	HP KO Drum	463.593

Tabel 3.2 Beban Peralatan

Secara umum penyelesaian persoalan untuk mendapatkan suhu kebakaran yang paling optimum adalah hanya bersifat pendekatan. Sifat dari api itu sendiri yang banyak sekali dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya akan memberikan dampak sulitnya mendapatkan serta melakukan analisa tanpa adanya asumsi-asumsi untuk dapat memperkirakan temperatur kebakaran yang paling optimum dan paling realistik dengan pendekatan-pendekatan tertentu. Secara teori perhitungan untuk mendapatkan temperatur kebakaran yang optimum dapat dilakukan dengan memakai rumus-rumus

pendekatan seperti dalam bab sebelumnya mengenai perhitungan temperatur kebakaran.

Dimana suhu kebakaran optimum bisa didekati dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$T_c = T_o + \frac{m^n \cdot Hc}{Q \cdot A \cdot C_p \cdot \rho} \quad (3.5)$$

Pada kasus ini diasumsikan bahwa beban temperatur yang akan dikenakan pada struktur main deck berasal dari satu titik sebagai pusat timbulnya terjadinya kebakaran untuk kemudian dengan melakukan analisa perpindahan panas akan didapatkan temperatur pada tiap-tiap titik disetiap bagian main deck dalam pemodelan. Kebakaran yang ditimbulkan adalah sebagai asumsi dari suatu kebocoran peralatan produksi yang ada di anjungan AW Poleng.

Sehingga akan didapatkan besarnya beban akibat kebakaran yang dalam hal ini dinyatakan sebagai temperatur kebakaran adalah sebagai berikut :

No	Diamter kebocoran ( mm )	Suhu Maksimum (° C)
1	6	1072.285
2	7	790.0267
3	8	606.504
4	9	480.6828
5	10	390.285

Tabel 3.3 Suhu Kebakaran Berdasarkan Kebocoran Separator



### 3.4. Tegangan Efektif

Hasil analisa dengan menggunakan software *MSC-Nastran* akan menghasilkan respon struktur yakni tegangan dan defleksi yang terjadi pada elemen-elemen plat dan node-node pada elemen plat. Untuk mengetahui apakah elemen-elemen struktur plat tersebut mengalami kegagalan atau tidak maka dalam hal ini diperlukan suatu standart untuk membandingkan tegangan yang terjadi pasca terjadinya kebakaran , dimana standart yang digunakan adalah *European Recommendation For Fire Safety*, dengan perhitungan adalah sebagai berikut :

Dimana untuk pembebahan suhu antara  $0 \leq \vartheta_s \leq 600^\circ\text{C}$

$$\Psi = \frac{\sigma_{y\vartheta}}{\sigma_{y20}} = 1 + \frac{\vartheta_s}{767 \ln \frac{\vartheta_s}{1750}} \quad (3.6)$$

untuk pembebahan suhu antara  $600^\circ\text{C} \leq \vartheta_s \leq 1000^\circ\text{C}$

$$\Psi = \frac{\sigma_{y\vartheta}}{\sigma_{y20}} = \frac{108 \left( 1 - \frac{\vartheta_s}{1000} \right)}{\vartheta_s - 440} \quad (3.7)$$

Dimana,  $\sigma_{y\vartheta}$  : Effective yield stress pada suatu temperatur

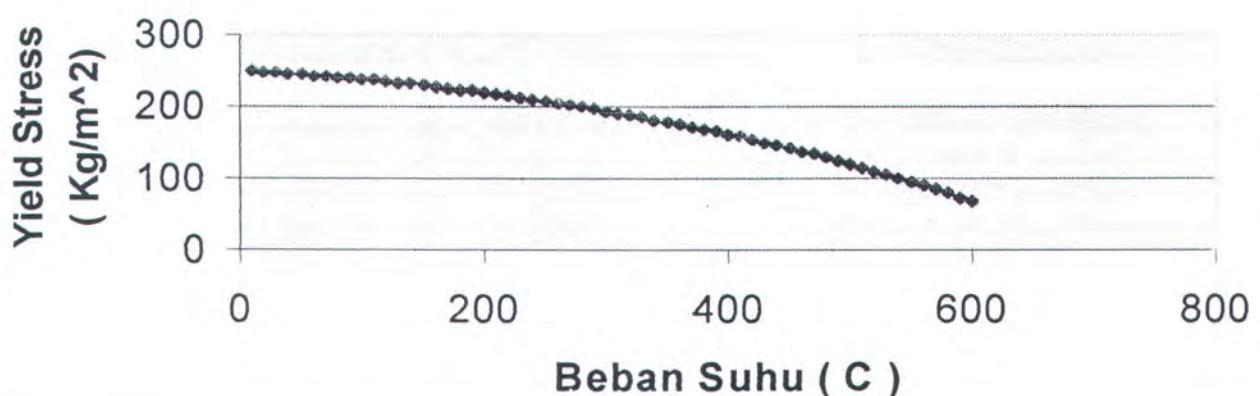
$\sigma_{y20}$  : effective yield stress pada temperatur ruangan

$\vartheta_s$  : Temperatur pada  $^\circ\text{C}$

$\psi$  : Koefisien temperatur

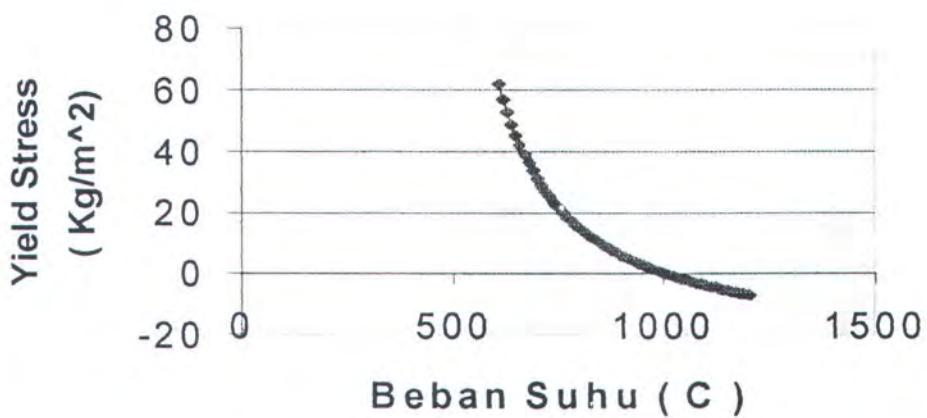
yang akan menghasilkan *yield stress* material sesuai dengan standart dibawah ini dan apabila tegangan yang terjadi melebihi *yield stress* sesuai dengan besarnya beban temperatur maka elemen struktur tersebut bisa dikatakan mengalami kegagalan.

### Yield Stress ASTM A36



Gambar 3.2 Yield Stress ASTM A36 Untuk Suhu  $<600^\circ\text{C}$

### Yield Stress ASTM A36



Gambar 3.3 Yield Stress ASTM A36 Untuk Suhu  $>600^\circ\text{C}$

**STANDART PERHITUNGAN  
EUROPEAN RECOMMENDATIONS FOR THE FIRE  
SAFETY OF STEEL STRUCTURES**

**Yield Strength : 250 Mpa**

Temperatur dibawah 600 derajat celcius				
No	Temperatur	Koef. Yield Stress	Eff. Yield Stress	
1	10	0.997469034	249.3672586	
2	20	0.994153421	248.5383552	
3	30	0.990355629	247.5889073	
4	40	0.986161784	246.5404461	
5	50	0.981616574	245.4041436	
6	60	0.976747478	244.1868695	
7	70	0.971572911	242.8932279	
8	80	0.966105838	241.5264595	
9	90	0.960355645	240.0889111	
10	100	0.954329217	238.5823043	
11	110	0.948031612	237.007903	
12	120	0.941466489	235.3666223	
13	130	0.934636415	233.6591039	
14	140	0.927543073	231.8857683	
15	150	0.920187416	230.0468539	
16	160	0.912589782	228.1424455	
17	170	0.904689985	226.1724963	
18	180	0.896547376	224.1368441	
19	190	0.888140902	222.0352254	
20	200	0.87946914	219.8672849	
21	210	0.870530338	217.6325844	
22	220	0.861322436	215.3306091	
23	230	0.851843091	212.9607727	
24	240	0.842089689	210.5224223	
25	250	0.832059365	208.0148413	
26	260	0.821749009	205.4372523	
27	270	0.811155277	202.7888193	
28	280	0.800274597	200.0686492	
29	290	0.789103173	197.2757933	
30	300	0.777636993	194.4092482	
31	310	0.765871824	191.4679561	
32	320	0.753803222	188.4508054	
33	330	0.741426523	185.3566309	
34	340	0.728736852	182.1842131	
35	350	0.715729115	178.9322787	
36	360	0.702397998	175.5994995	
37	370	0.688737968	172.1844919	
38	380	0.674743264	168.6858161	
39	390	0.6604079	165.1019751	
40	400	0.645725654	161.4314135	
41	410	0.630690066	157.6725165	
42	420	0.615294432	153.8236081	
43	430	0.599531799	149.8829498	
44	440	0.583394956	145.8487391	
45	450	0.566876428	141.7191071	
46	460	0.549968469	137.4921173	
47	470	0.532663052	133.1657629	
48	480	0.51495186	128.737965	
49	490	0.496826279	124.2065697	
50	500	0.478277386	119.5693464	
51	510	0.459295936	114.8239841	
52	520	0.439872358	109.9680895	
53	530	0.419996733	104.9991832	
54	540	0.399658789	99.91469726	
55	550	0.378847884	94.71197111	
56	560	0.357552994	89.3882485	
57	570	0.335762694	83.9406735	
58	580	0.313465146	78.36628661	
59	590	0.290648082	72.66202051	
60	600	0.267298783	66.82469565	

Temperatur diatas 600 derajat celcius				
No	Temperatur	Koef. Yield Stress	Eff. Yield Stress	
1	610	0.247764706	61.94117647	
2	620		0.228	57
3	630		0.210315789	52.57894737
4	640		0.1944	48.6
5	650		0.18	45
6	660		0.166909091	41.72727273
7	670		0.154956522	38.73913043
8	680		0.144	36
9	690		0.13392	33.48
10	700		0.124615385	31.15384615
11	710		0.116	29
12	720		0.108	27
13	730		0.100551724	25.13793103
14	740		0.0936	23.4
15	750		0.087096774	21.77419355
16	760		0.081	20.25
17	770		0.075272727	18.81818182
18	780		0.069882353	17.47058824
19	790		0.0648	16.2
20	800		0.06	15
21	810		0.055459459	13.86486486
22	820		0.051157895	12.78947368
23	830		0.047076923	11.76923077
24	840		0.0432	10.8
25	850		0.039512195	9.87804878
26	860		0.036	9
27	870		0.032651163	8.162790698
28	880		0.029454545	7.363636364
29	890		0.0264	6.6
30	900		0.023478261	5.869565217
31	910		0.020680851	5.170212766
32	920		0.018	4.5
33	930		0.015428571	3.857142857
34	940		0.01296	3.24
35	950		0.010588235	2.647058824
36	960		0.008307692	2.076923077
37	970		0.006113208	1.528301887
38	980		0.004	1
39	990		0.001963636	0.490909091
40	1000		0	0
41	1010		-0.001894737	-0.473684211
42	1020		-0.003724138	-0.931034483
43	1030		-0.005491525	-1.372881356
44	1040		-0.0072	-1.8
45	1050		-0.008852459	-2.213114754
46	1060		-0.010451613	-2.612903226
47	1070		-0.012	-3
48	1080		-0.0135	-3.375
49	1090		-0.014953846	-3.738461538
50	1100		-0.016363636	-4.090909091
51	1110		-0.017731343	-4.432835821
52	1120		-0.019058824	-4.764705882
53	1130		-0.020347826	-5.086956522
54	1140		-0.0216	-5.4
55	1150		-0.022816901	-5.704225352
56	1160		-0.024	-6
57	1170		-0.025150685	-6.287671233
58	1180		-0.02627027	-6.567567568
59	1190		-0.02736	-6.84
60	1200		-0.028421053	-7.105263158

Tabel 3.4. Perhitungan Effective Yield Stress

**BAB IV**

**ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN**

---

## BAB IV

### ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Kriteria Kekuatan

Spesifikasi material yang digunakan dalam pemodelan yang juga merupakan spesifikasi material yang dipakai di Anjungan AW Poleng Kodeco Energy Company Limited adalah sebagai berikut :

Material ( Plat Main Deck )	: ASTM A36
Modulus Young ( E )	: $2 \cdot 10^5$ Mpa
Modulus Geser ( G )	: $75842 \cdot 10^6$ Mpa
Poisson Ratio	: 0.32
Yield Strength	: 250 Mpa

Dari data material yang digunakan di Anjungan AW akan dilakukan analisa mengenai besarnya tegangan yang terjadi pasca berlangsungnya kebakaran sehingga akan didapatkan bagian dari elemen-elemen struktur plat main deck AW yang mengalami kegagalan. Dimana kriteria koefisien yield strength untuk suhu dibawah  $600^0$  C adalah sebagai berikut :

$$\Psi = \frac{\sigma_{y,g}}{\sigma_{y,20}} = 1 + \frac{g_s}{767 \ln \frac{g_s}{1750}} \quad (4.1)$$

dan untuk pembebanan temperatur yang diakibatkan oleh kebakaran yang besarnya antara  $600^{\circ}\text{C}$  sampai  $1000^{\circ}\text{C}$  adalah sebagai berikut :

$$\Psi = \frac{\sigma_{yg}}{\sigma_{y20}} = \frac{10g \left( 1 - \frac{\vartheta_s}{1000} \right)}{\vartheta_s - 440} \quad (4.2)$$

Dimana,  $\sigma_{yg}$  : Effective yield stress pada suatu temperatur

$\sigma_{y20}$  : effective yield stress pada temperatur ruangan

$\vartheta_s$  : Temperatur pada  $^{\circ}\text{C}$

$\psi$  : Koefisien temperatur

Sehingga akan didapatkan kekuatan sisa pasca terjadinya dari material plat main deck tersebut yakni dengan mengalikan koefisien yield stress diatas dengan yield strength bahan yang digunakan :

$$\sigma_{yield} = \Psi x \sigma_{yieldbahan} \quad (4.3)$$

Dari analisa mengenai berapa sisa kekuatan yang dimiliki oleh material main deck akan didapatkan tegangan-tegangan pada elemen-elemen struktur plat yang nantinya akan dapat diketahui elemen mana saja yang mengalami kegagalan.

Elemen yang mengalami kegagalan adalah elemen yang :

$$\sigma > \sigma_{yield}$$



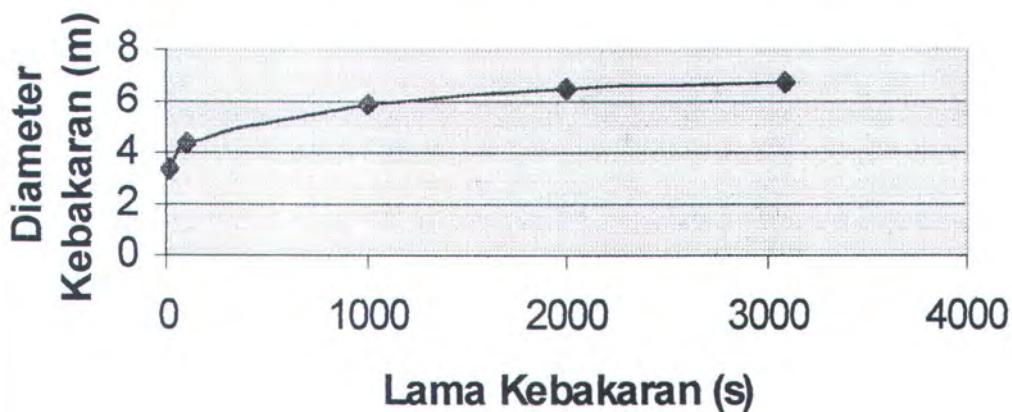
$$(4.4)$$

#### 4.2 Pembebanan Temperatur Akibat Kebakaran

Analisa yang dilakukan adalah dengan mengasumsikan bahwa salah satu fasilitas produksi yang ada di Anjungan AW mengalami kebocoran dalam hal ini peralatan yang ditinjau adalah separator High Pressure. Teori perhitungan temperatur kebakaran dapat dilihat pada bab sebelum ini. Hasil perhitungan temperatur kebakaran dijadikan inputan beban suhu pada salah satu node yang diasumsikan sebagai pusat terjadinya kebakaran untuk kemudian akan didapatkan temperatur pada tiap-tiap node pada elemen plat dalam pemodelan, yang mana untuk analisa perpindahan panas ini dengan menggunakan software *MSc-Nastran*.

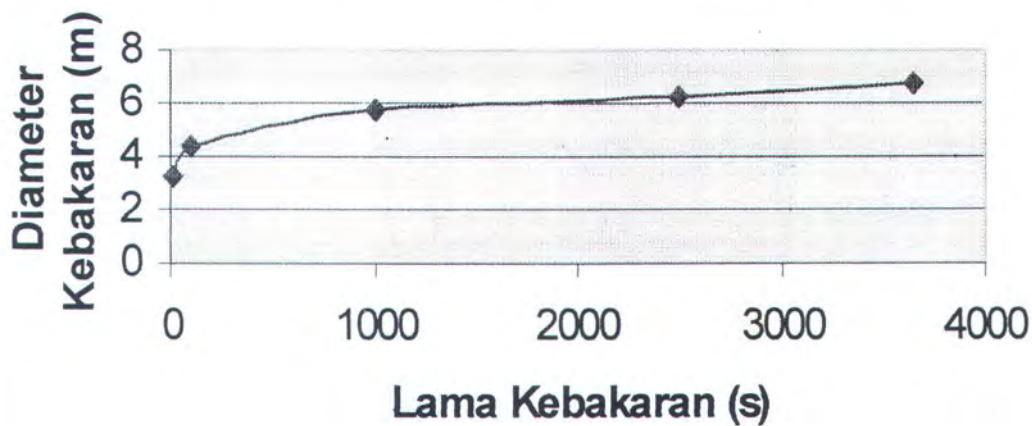
Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk beberapa simulasi diameter kebocoran separator yang antara lain adalah untuk kebocoran 10 mm, 9 mm, didapatkan temperatur kebakaran, diameter area kebakaran dan tinggi lidah api yang bisa dilihat pada gambar sebagai berikut :

### Grafik Diameter Kebakaran 1cm



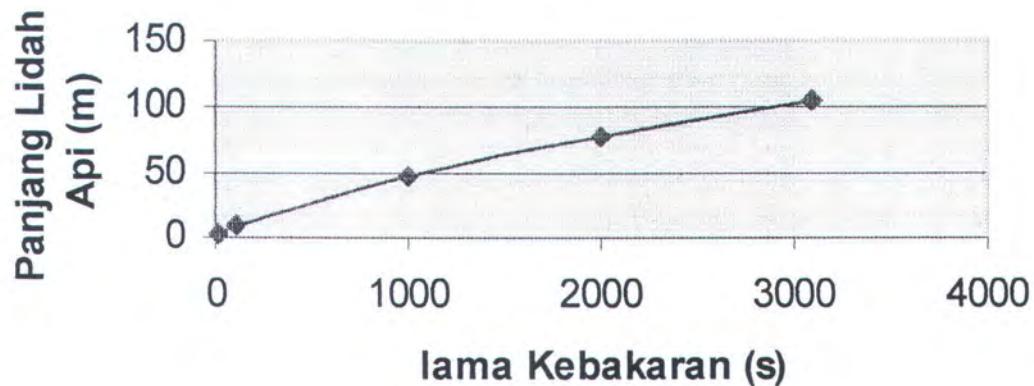
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Diameter dan Lama Kebakaran Untuk Kebocoran 10 mm

### Grafik Diameter Kebakaran 0.9cm



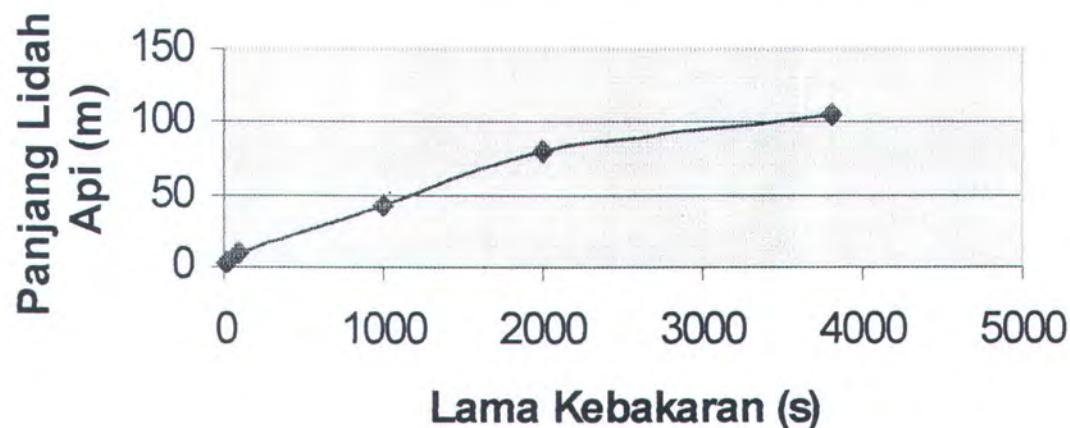
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Diameter dan Lama Kebakaran Untuk Kebocoran 9 mm

### Grafik Tinggi Kebakaran 1cm



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Lama Kebakaran dan Panjang Lidah Api Untuk Kebocoran 10 mm

### Grafik Tinggi Kebakaran 0.9cm



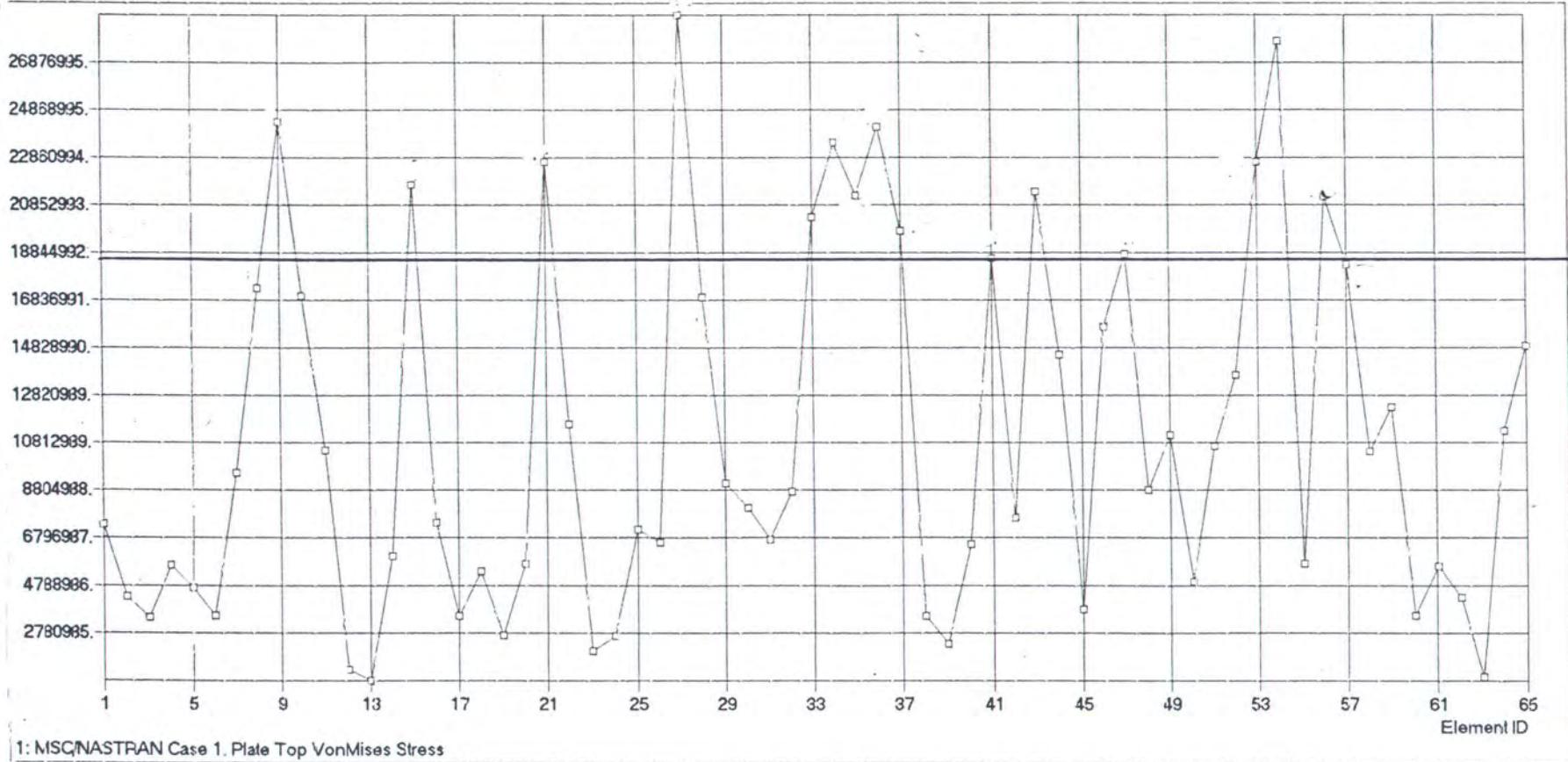
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Lama Kebakaran dan Panjang Lidah Api Untuk Kebocoran 9 mm

#### 4.3 Respon Struktur Main Deck

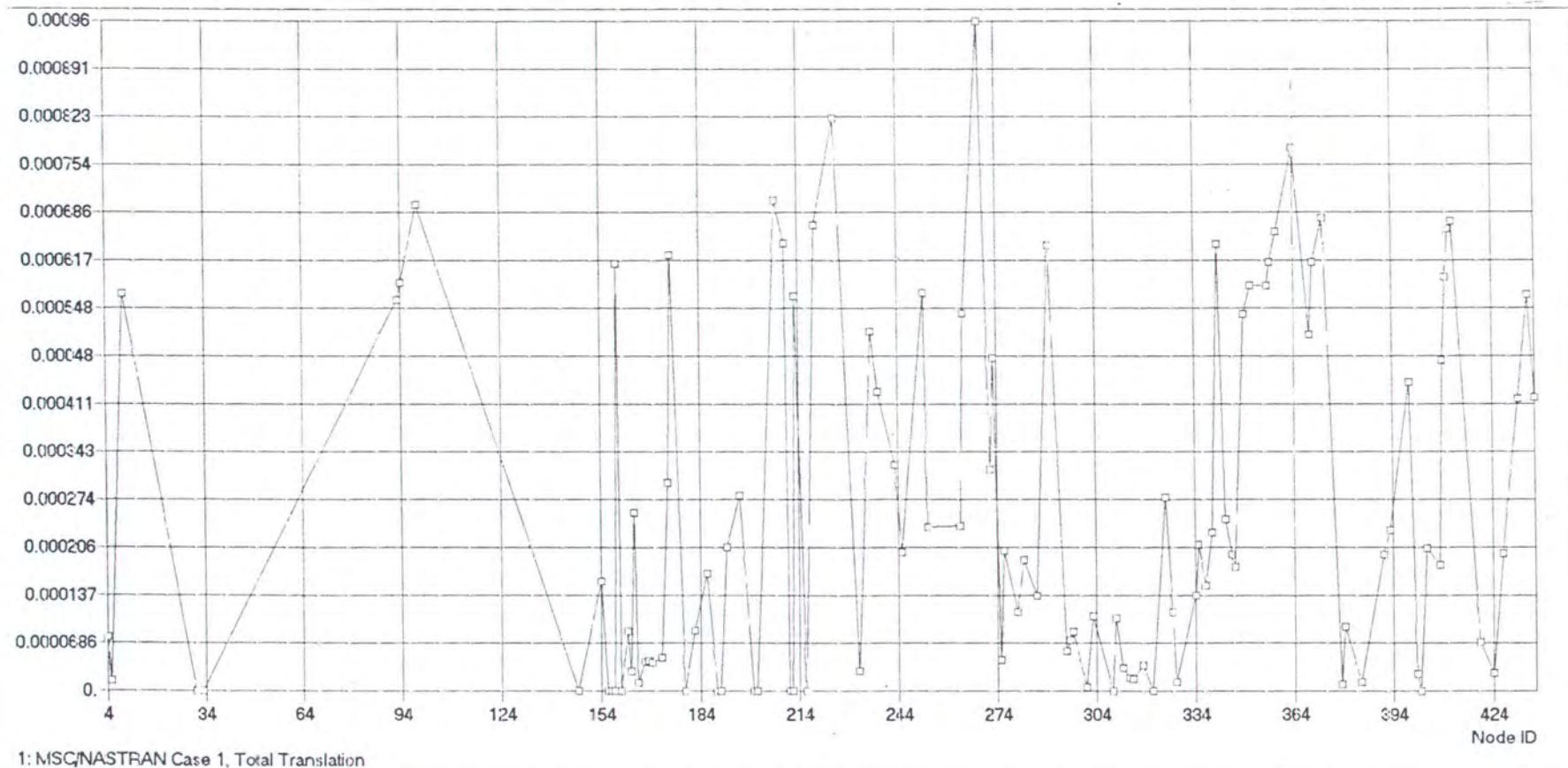
Respon struktur untuk tiap-tiap elemen pada plat main deck jika dikenai beban strukturnya sendiri, beban peralatan yang berupa beban merata pada elemen plat, serta beban suhu akibat terjadinya kebakaran adalah berupa tegangan akibat pembebanan,

Hasil respon struktur yang berupa tegangan aksial, serta defleksi yang terjadi didapatkan dari hasil running dengan menggunakan *software* MSC-Nastran 2.0. Sedangkan untuk menentukan kegagalan dari masing-masing elemen pada plat dengan menggunakan standart yang berlaku pada *European Recommendation For Fire Safety*.

Out put dari running dengan *software* MSC-Nastran dapat dinyatakan dalam gambar berikut untuk diameter 10 mm kebocoran separator dengan arah X dan Y ( hasil lengkapnya lihat pada lampiran D.).



Gambar 4.7. Grafik Analisa Tegangan Untuk Diameter 10 mm



Gambar 4.8. Grafik Analisa Defleksi Untuk Diameter 10 mm

#### 4.4. Analisa Hasil Perhitungan

##### 4.4.1. Analisa Temperatur

Pada gambar 4.1 sampai 4.2 memperlihatkan grafik hubungan antara lama kebakaran yang merupakan fungsi lamanya waktu separator sampai kosong dengan temperatur maksimum kebakaran . Semakin besar kebocoran separator maka waktu yang dibutuhkan untuk kosongnya isi dari separator semakin cepat dan suhu kebakaran yang dihasilkannya juga semakin rendah, sebaliknya semakin kecil kebocoran separator waktu yang dibutuhkan untuk kosongnya isi separator akan semakin lama yang juga akan diikuti semakin tingginya temperatur akibat kebakaran yang terjadi.

##### 4.4.2. Analisa Defleksi

Pada gambar 4.8 dan lampiran D memperlihatkan grafik hubungan antara pembebanan dengan respon struktur yakni defleksi pada tiap-tiap node pada elemen plat. Terlihat bahwa semakin tinggi beban temperatur yang dikenakan pada tiap-tiap node pada elemen plat struktur main deck defleksi yang terjadi akan semakin meningkat

##### 4.4.3. Analisa Tegangan

Pada gambar 4.7 dan lapiran D memperlihatkan grafik hubungan antara pembebanan yang dalam hal ini ada tiga beban yang dijadikan satu yakni beban struktur sendiri, beban peralatan, serta beban suhu akibat kebakaran yang terjadi terhadap tegangan yang terjadi yang dihasilkan dari respon struktur pada tiap-tiap elemen plat. Memperlihatkan bahwa untuk tiap-tiap kebocoran yang terjadi yang dalam hal ini yang ditinjau adalah kebocoran dengan diameter 10 mm dan 9 mm untuk tebal plat pada arah x dan y, bahwa semakin besar diameter kebocoran yang terjadi maka tegangan yang dihasilkan pasca terjadinya kebakaran akan semakin rendah. Sesuai dengan standart

*European Recommendation For Fire Safety* ditunjukkan tegangan yang diijinkan sesuai dengan suhu yang terjadi adalah sebagai berikut :

Suhu	Tegangan Ijin
$390.683^{\circ}\text{C}$	$16.48512758 \times 10^6 \text{ Kg/m}^2$
$480.6828^{\circ}\text{C}$	$12.84285613 \times 10^6 \text{ Kg/m}^2$

Tabel 4.1 Tegangan Ijin Untuk Temperatur  $390.683$  dan  $480.6828$

Dari tabel diatas serta dengan melihat respon struktur yang dihasilkan maka untuk tiap-tiap kondisi kebocoran akan terjadi kegagalan pada beberapa elemen plat karena tegangan yang dihasilkan akibat ketiga pembebanan sudah melebihi tegangan ijin, adalah sebagai berikut :

- Arah X (tebal plat) kebocoran 10 mm

Lama Kebakaran : 3089.015 detik

Suhu maksimum kebakaran :  $390.683^{\circ}\text{C}$

Yield Stress material :  $16.48512758 \times 10^6 \text{ Kg/m}$

Elemen	Tegangan ( $\text{Kg/m}^2$ )	X (m)	Y (m)	Luas ( $\text{m}^2$ )
8	$17.335247 \times 10^6$	1.916	1.010	1.935160
9	$24.387208 \times 10^6$	1.916	2.042	3.912472
10	$17.029843 \times 10^6$	1.916	1.006	1.927496
15	$21.703390 \times 10^6$	1.140	1.010	1.151400
21	$22.685882 \times 10^6$	1.916	0.79	1.513640
27	$28.884996 \times 10^6$	0.948	1.010	0.957480
28	$16.968359 \times 10^6$	1.140	1.010	1.151400
33	$20.326529 \times 10^6$	1.132	0.969	1.096908
34	$23.502568 \times 10^6$	0.994	0.969	0.963186
35	$21.250812 \times 10^6$	0.994	1.156	1.149064
36	$24.165519 \times 10^6$	0.994	1.248	12.40512
37	$19.748514 \times 10^6$	0.911	1.248	1.136928
41	$18.603223 \times 10^6$	3.884	1.248	4.847232
43	$21.417500 \times 10^6$	0.948	1.248	1.183104
47	$18.775933 \times 10^6$	0.948	1.830	1.734840

53	$22.683968 \times 10^6$	0.994	1.830	1.819020
54	$27.789389 \times 10^6$	1.132	1.1830	1.339156
56	$21.208498 \times 10^6$	0.948	1.156	1.095888
57	$18.328468 \times 10^6$	0.948	0.969	0.918612

Tabel 4.2 Elemen Gagal Untuk Kebocoran 10 mm Arah X

- Arah Y (tebal plat) kebocoran 10 mm

Lama Kebakaran : 3089.015 detik

Suhu maksimum kebakaran :  $390.683^{\circ}\text{C}$

Yield Stress material :  $16.48512758 \times 10^6 \text{ Kg/m}^2$

Elemen	Tegangan ( Kg/m <sup>2</sup> )	X (m)	Y (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
8	$19.895642 \times 10^6$	1.916	1.010	1.935160
9	$25.750751 \times 10^6$	1.916	2.042	3.912472
10	$18.777820 \times 10^6$	1.916	1.006	1.927496
15	$27.314055 \times 10^6$	1.140	1.010	1.151400
21	$22.634158 \times 10^6$	1.916	0.79	1.513640
27	$30.466737 \times 10^6$	0.948	1.010	0.957480
28	$18.684331 \times 10^6$	1.140	1.010	1.151400
33	$25.891203 \times 10^6$	1.132	0.969	1.096908
34	$30.477465 \times 10^6$	0.994	0.969	0.963186
35	$21.512013 \times 10^6$	0.994	1.156	1.149064
36	$25.928679 \times 10^6$	0.994	1.248	12.40512
37	$22.073580 \times 10^6$	0.911	1.248	1.136928
41	$23.341015 \times 10^6$	3.884	1.248	4.847232
43	$27.693798 \times 10^6$	0.948	1.248	1.183104
44	$17.508789 \times 10^6$	2.100	1.248	2.620800
46	$20.079794 \times 10^6$	3.884	1.830	7.107720
47	$23.686779 \times 10^6$	0.948	1.830	1.734840
53	$27.148923 \times 10^6$	0.994	1.830	1.819020
54	$34.731844 \times 10^6$	1.132	1.1830	1.339156
56	$21.285690 \times 10^6$	0.948	1.156	1.095888
57	$20.086422 \times 10^6$	0.948	0.969	0.918612
65	$17.409279 \times 10^6$	0.765	2.125	1.625625

Tabel 4.3 Elemen Gagal Untuk Kebocoran 10 mm Arah Y

- Arah X (tebal plat) kebocoran 9 mm

Lama Kebakaran : 3813.598 detik  
 Suhu maksimum kebakaran : 480.6828<sup>0</sup>C  
 Yield Stress material : 12.84285613 x 10<sup>6</sup> Kg/m<sup>2</sup>

Elemen	Tegangan ( Kg/m <sup>2</sup> )	X (m)	Y (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
8	17.89.2983 x 10 <sup>6</sup>	1.916	1.010	1.935160
9	25.444074 x 10 <sup>6</sup>	1.916	2.042	3.912472
10	17.698511 x 10 <sup>6</sup>	1.916	1.006	1.927496
15	22.631742 x 10 <sup>6</sup>	1.140	1.010	1.151400
21	23.601543 x 10 <sup>6</sup>	1.916	0.79	1.513640
27	30.064966 x 10 <sup>6</sup>	0.948	1.010	0.957480
28	17.674296 x 10 <sup>6</sup>	1.140	1.010	1.151400
33	21.066043 x 10 <sup>6</sup>	1.132	0.969	1.096908
34	24.361595 x 10 <sup>6</sup>	0.994	0.969	0.963186
35	22.016145 x 10 <sup>6</sup>	0.994	1.156	1.149064
36	25.124944 x 10 <sup>6</sup>	0.994	1.248	12.40512
37	20.493437 x 10 <sup>6</sup>	0.911	1.248	1.136928
41	19.320295 x 10 <sup>6</sup>	3.884	1.248	4.847232
43	22.298686 x 10 <sup>6</sup>	0.948	1.248	1.183104
44	15.073697 x 10 <sup>6</sup>	2.100	1.248	2.620800
46	16.395182 x 10 <sup>6</sup>	1.440	1.830	2.635200
47	19.524732 x 10 <sup>6</sup>	0.948	1.830	1.734840
52	14.218584 x 10 <sup>6</sup>	2.100	2.125	4.462500
53	23.706274 x 10 <sup>6</sup>	0.994	1.830	1.819020
54	28.914753 x 10 <sup>6</sup>	1.132	1.1830	1.339156
56	21.960010 x 10 <sup>6</sup>	0.948	1.156	1.095888
57	19.127545 x 10 <sup>6</sup>	0.948	0.969	0.918612
65	15.544632 x 10 <sup>6</sup>	0.765	2.125	1.625625

Tabel 4.4 Elemen Gagal Untuk Kebocoran 9 mm Arah X

- Arah Y (tebal plat) kebocoran 9 mm

Lama Kebakaran : 3813.598 detik  
 Suhu maksimum kebakaran : 480.6828<sup>0</sup>C  
 Yield Stress material : 12.84285613 x 10<sup>6</sup> Kg/m<sup>2</sup>

Elemen	Tegangan ( Kg/m <sup>2</sup> )	X (m)	Y (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
8	20.61847 x 10 <sup>6</sup>	1.916	1.010	1.935160
9	26.893088 x 10 <sup>6</sup>	1.916	2.042	3.912472
10	19.532483 x 10 <sup>6</sup>	1.916	1.006	1.927496
11	13.283307 x 10 <sup>6</sup>	0.994	1.006	0.999964
15	28.477841 x 10 <sup>6</sup>	1.140	1.010	1.151400
21	23.484576 x 10 <sup>6</sup>	1.916	0.79	1.513640
22	13.468576 x 10 <sup>6</sup>	0.994	1.010	0.999964
27	31.750382 x 10 <sup>6</sup>	0.948	1.010	0.957480
28	19.434169 x 10 <sup>6</sup>	1.140	1.010	1.151400
29	14.445088 x 10 <sup>6</sup>	0.948	1.010	0.957480
30	15.864938 x 10 <sup>6</sup>	2.100	1.010	2.121000
33	26.856495 x 10 <sup>6</sup>	1.132	0.969	1.096908
34	31.656777 x 10 <sup>6</sup>	0.994	0.969	0.963186
35	22.289551 x 10 <sup>6</sup>	0.994	1.156	1.149064
36	26.975514 x 10 <sup>6</sup>	0.994	1.248	12.40512
37	22.955634 x 10 <sup>6</sup>	0.911	1.248	1.136928
41	24.267237 x 10 <sup>6</sup>	1.140	1.248	1.422720
43	28.868088 x 10 <sup>6</sup>	0.948	1.248	1.183104
44	18.211423 x 10 <sup>6</sup>	2.100	1.248	2.620800
46	20.934147 x 10 <sup>6</sup>	1.140	1.830	2.086200
47	24.630723 x 10 <sup>6</sup>	0.948	1.830	1.734840
52	15.552885 x 10 <sup>6</sup>	2.100	2.125	4.462500
53	28.430793 x 10 <sup>6</sup>	0.994	1.830	1.819020
54	36.137276 x 10 <sup>6</sup>	1.132	1.1830	1.339156
56	22.039503 x 10 <sup>6</sup>	0.948	1.156	1.095888
57	21.008507 x 10 <sup>6</sup>	0.948	0.969	0.918612
65	18.176126 x 10 <sup>6</sup>	0.765	2.125	1.625625

Tabel 4.5 Elemen Gagal Untuk Kebocoran 9 mm Arah Y

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

---

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

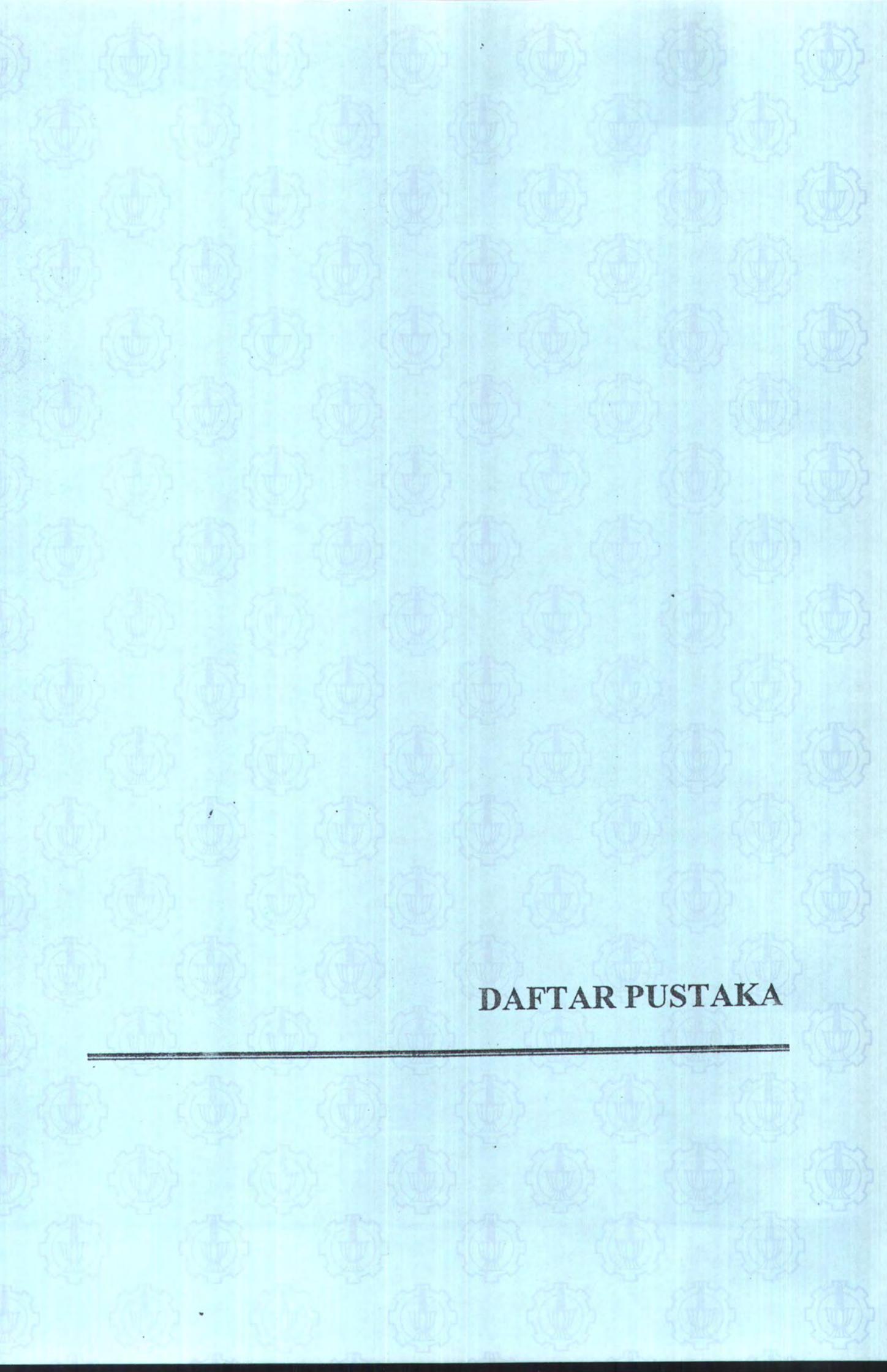
Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian mengenai studi kekuatan material baja terhadap resiko kebakaran pada plat main deck di Anjungan AW Poleng Kodeco Energy Co, Ltd. Adalah :

- Dari grafik 4.1 sampai 4.6 hasil perhitungan beban thermal kebakaran dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar diamter kebocoran separator, temperatur kebakaran yang dihasilkannya semakin rendah diikuti dengan semakin lebarnya area luasan kebakaran serta lidah api yang lebih tinggi dibandingkan dengan diameter kebocoran separator 9 mm.
- Melalui tabel 4.2 sampai dengan 4.5 dapat ditarik kesimpulan bahwa kegagalan struktur plat deck akan semakin luas dengan semakin kecilnya diameter kebocoran separator yang menghasilkan beban thermal kebakaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan diameter kebocoran yang lebih besar.

## 5.2. Saran

Penelitian seperti ini dapat dikembangkan pada :

- a. Aspek pembebanan dinamis yang akan memiliki hasil yang lebih mendekati kenyataan lagi untuk lebih meningkatkan sistem keselamatan kerja pada anjungan karena efek dari terjadi kebakaran
- b. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai bahan masukan kepada pihak Kodeco Energy Co, Ltd agar bisa lebih meningkatkan sistem keselamatan kerja utamanya yang berada di Anjungan AW Poleng Kodeco Energy Co, Ltd.



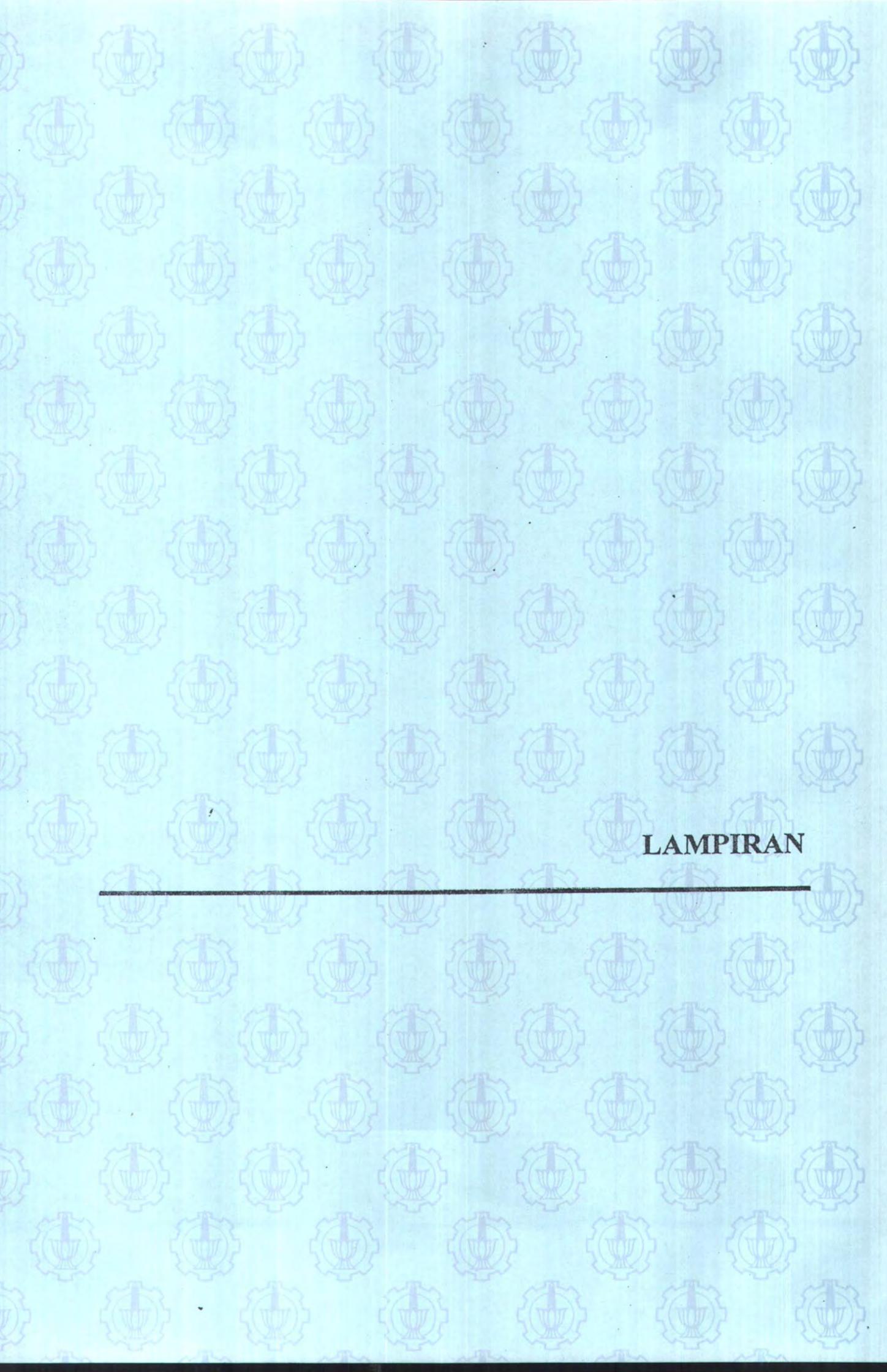
## **DAFTAR PUSTAKA**

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Butcher, E.G and Parnell, 1983, "Designing For Fire Safety". Chichester New York, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Drysdale Dougal, 1985, "An Introduction to Fire Dynamics ". Departement Of Fire Safety Engineering, University Of Edinburgh.
- European Recommendations For Fire Safety Of Steel Structures, 1983, "Calculation Of The Fire Resistance Of Load Bearing Elements And Structural Assemblies Exposed To The Standard Fire ". Technical Committee 3- Fire Safety Of Steel Structures.
- Hamins and Kashiwagi, 1996, "Characteristics Of Pool Fire Burning ". Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, MD 20899
- Hermadi, R, 1982," Fisika Panas". Deptamben Lemigas, Bidang Pendidikan Dan Latihan Proses Dan Aplikasi, PPT Migas Cepu.
- Korea Development Co, Ltd, 1990,"Poleng Field Development Phase II Feed Basis Design".
- Kardjono, SA, 1984," Keselamatan Kerja". PPT Migas, Cepu
- Logan D.L, 1986, "A First Course In The Finite Element Method ". PWS-KENT Publishing Company, Boston.
- National Fire Protection Association, 1996. NFPA.
- Popov, E.P, 1995," Mekanika Teknik ". Penerbit Erlangga,Jakarta, 1995.
- SFPE Handbook Of Fire Protection Engineering, 1990. National Fire Protection Association.
- Setyabudi, G, 1986," Safety And Environment". Kodeco Energy Company Limited.
- Soares And Teixeira, 1999," Probabilistic Modelling Of Offshore Fires". Fire Safety Journal.
- Taryono, 1995,"Kimia Api". Kursus Management Keselamatan Kerja Pertambangan Migas Dan Panas Bumi, PPT Migas, Cepu.
- WOAD Technical Report, 1992, "Helicopter Accident". Offshore Traffic Worldwide 1980-1991.





## **LAMPIRAN**

---

**LAMPIRAN A**

---

DATA ANJUNGAN AW POLENG KODECO ENERGY COMPANY LIMITED

Tipe Anjungan : Produksi  
Konstruksi Penunjang : Jacket  
Koordinat Lokasi : 712.1143 E & 926 332 3 N  
Design Oil Rate (AW HP Separator) : 4000 bopd  
Design Gas Rate (AW HP Seaparator) : 15 MMscfd

Equipment	Dimensions	Weight (Opr.ton)	Pressure (Opr.Psi)
MP Separator	OD : 7'-0" L : 26'-0"	32	270
LP Seaparator	OD : 6'-6" L : 26'-0"	16.5	6.9
Gas Lift Separator	OD : 2'-6" L : 10'-0"	4.05	1000
HP Separator	OD : 6'-0" L : 22'-0"	48.83	700
Flare KO Drum	OD : 4'-6" L : 7'-6"	2.61	62

ANALISA KOMPOSISI GAS  
PERHITUNGAN SPESIFIC GRAVITY DAN NILAI KALOR

Pengambilan contoh

Tanggal : 18 - Jun - 2001  
J a m : 18.00

Lokasi : Gas AW P/F  
Tekanan/ Temp : 765 psig / 90 °F

Keterangan : Contoh dikirim Kodeco

Component (i)	Composition (Mol %)	Summation Factors ( Vbi )	Specific Gravity ( Gid )	Ideal GHV ( Hid )	Composition (fraction) ( Hi )	Compressibility (fraction) ( Hi. Vbi )	Specific Gravity (Fraction) ( Hi. Gid )	GHV Fraction) ( Hid. Hi )
N <sub>2</sub>	0.344	0.00440	0.96723	0.00	0.00344	0.00002	0.00333	0.00000
CO <sub>2</sub>	0.354	0.01970	1.51955	0.00	0.00354	0.00007	0.00538	0.00000
CH <sub>4</sub>	81.451	0.01160	0.55392	1010.00	0.81451	0.00945	0.45117	822.65510
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	9.553	0.02390	1.03824	1769.80	0.09553	0.00228	0.09918	169.06899
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	5.352	0.03440	1.52256	2516.20	0.05352	0.00184	0.08149	134.66702
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1.020	0.04580	2.00684	3252.10	0.01020	0.00047	0.02047	33.17142
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1.108	0.04780	2.00684	3262.40	0.01108	0.00053	0.02224	36.14739
i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.306	0.05810	2.49115	4000.90	0.00306	0.00018	0.00762	12.24275
n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.244	0.06310	2.49115	4008.80	0.00244	0.00015	0.00608	9.78147
C <sub>6</sub> +	0.268	0.28300	3.17652	5065.83	0.00268	0.00076	0.00851	13.57642
	100.000				1.00000	0.01574	0.70547	1231.31058

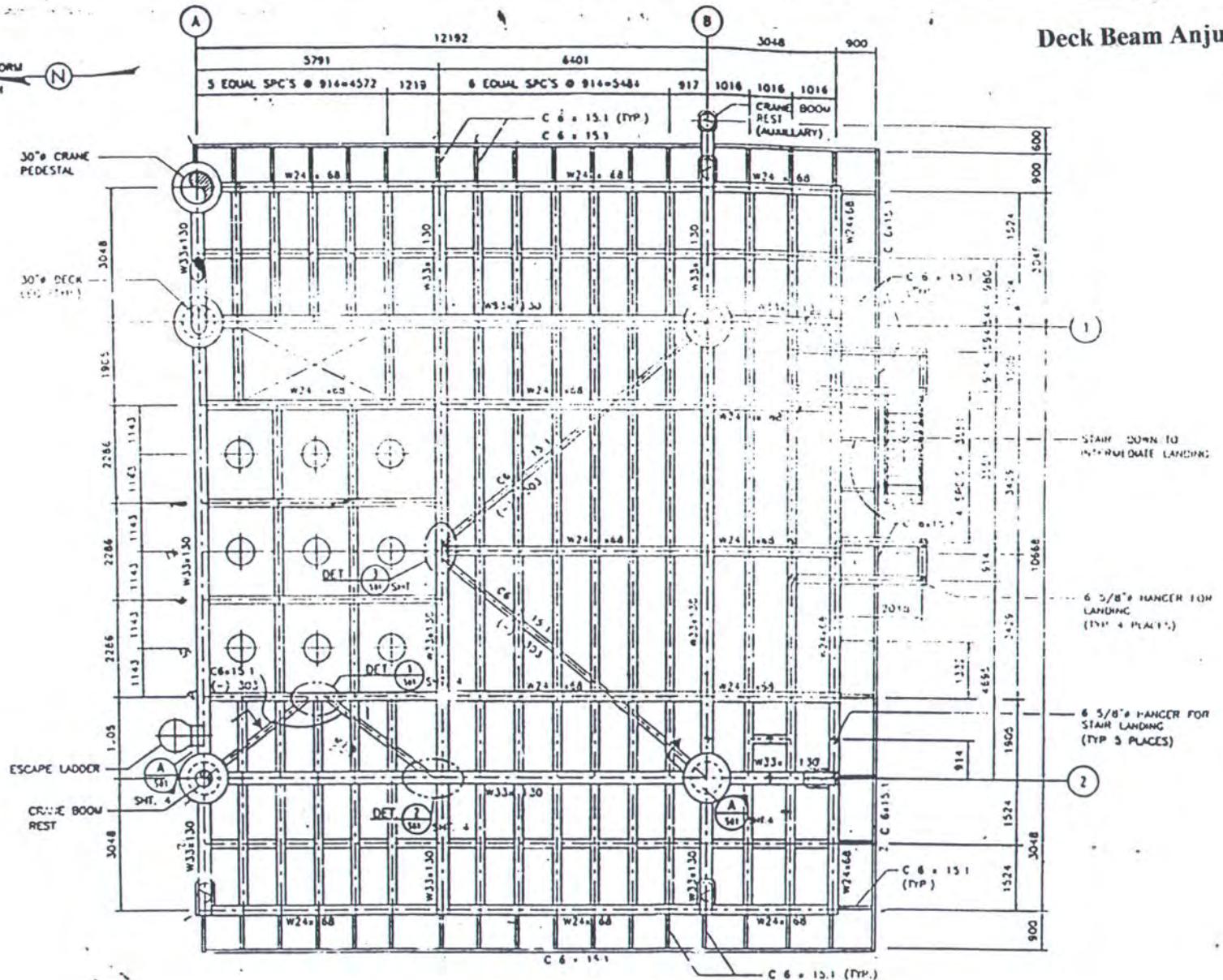
1. Compressibility factor Gas at 60°F and 14.696 psia (Z)	----->	Z = 1-( Hi. Vbi) <sup>2</sup> . 14.696,	0.99636
Compressibility factor Gas at 60°F and 14.7 psia (Zb)	----->	Zb = 1-( Hi. Vbi) <sup>2</sup> . (Pb)	0.99636
2. Specific Gravity Gas ideal ( SG ideal )	----->	SG ideal = E(HiGi)	0.70547
Real Specific Gravity ( SG Real )	----->	SG Real = (Hi.Gi) (Pb/14.73) (0.99949/Zb)	0.70625
3. Ideal Gross Heating Value , BTU/Ideal CF	----->	Hv ideal = E(Hid.Hi)	1231.3106
Real Gross Heating value , BTU/Real CF	----->	Hv Real = (Hid.Hi) (Pb/14.696)/Zb	1236.15017
4. Pb Agreement = 14.7 psia			

Reference :

1. GPA Standard 2172-86 : Calculation of Gross Heating Value, Relative Density and Compressibility Factor of Natural Gas Mixtures from Compositional Analysis.
2. GPA Standard 2261-89 : Analysis for Natural Gas and Similar Gaseous Mixtures by Gas Chromatograph.

## Deck Beam Anjungan AW Poleng

NOTE :  
DECK DESIGN  
PROHIBITS ANY  
WORKOVER RIG  
LOADS TO BE  
IMPOSED ON THE  
STRUCTURE



TOP DECK FRAMING PLAN AT T.O.S. EL. (+) 17983

SCALE 1 : 50

( ALL BEAMS TO BE W 12 x 30 UNLESS NOTED OTHERWISE )



KOREA DEVELOPMENT Co.,Ltd.



PT Ceria Worley

9160-ST-AW-501 SHT. 1 OF 4

Emp ID	Name	Designation	Design. No.	Date
W	WILSON	MANAGER	123	2023-10-15

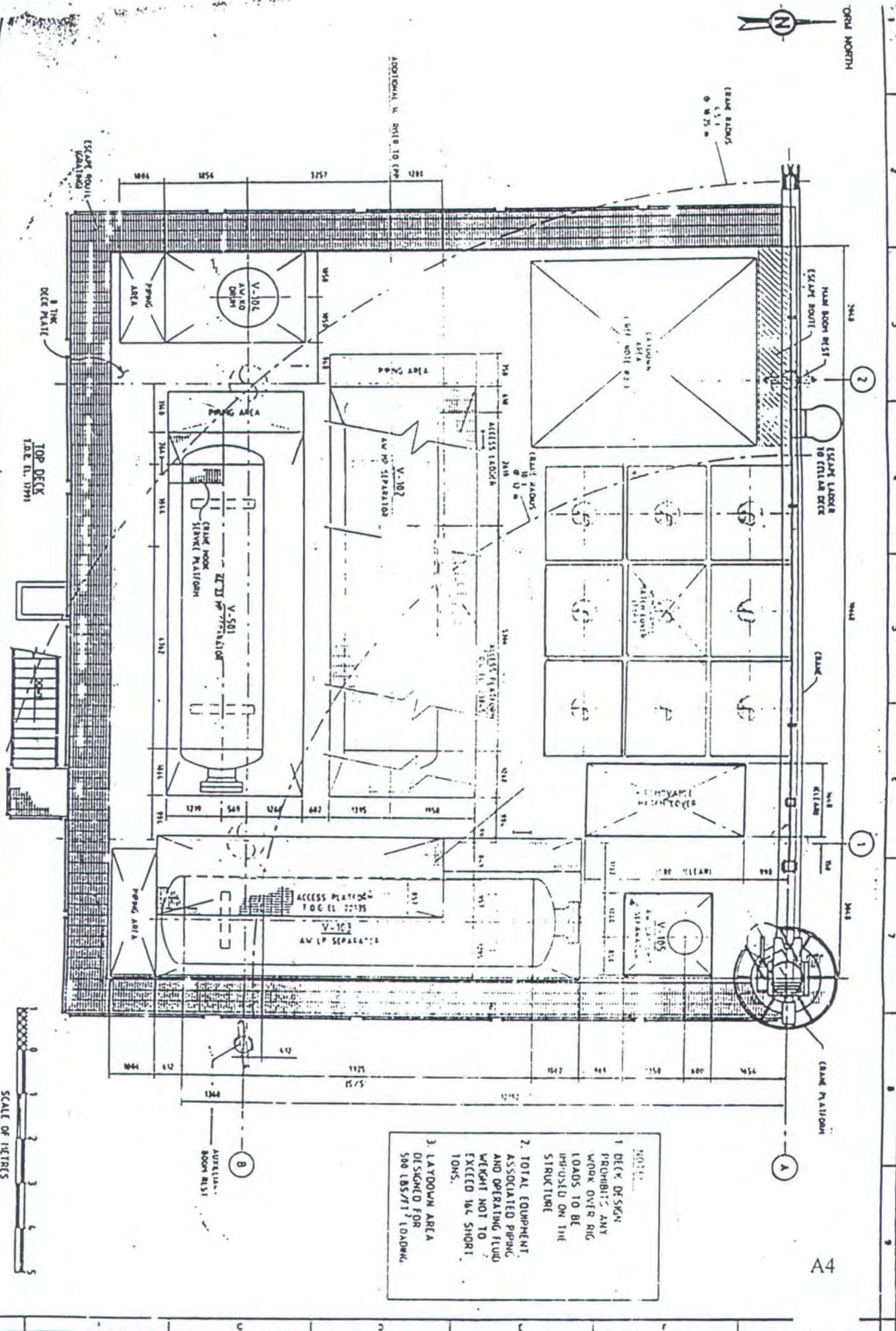
BOILING PHASE II DEVELOPMENT

## **POLICY PHASE I DEVELOPMENT TOP RECALL DETAILS**

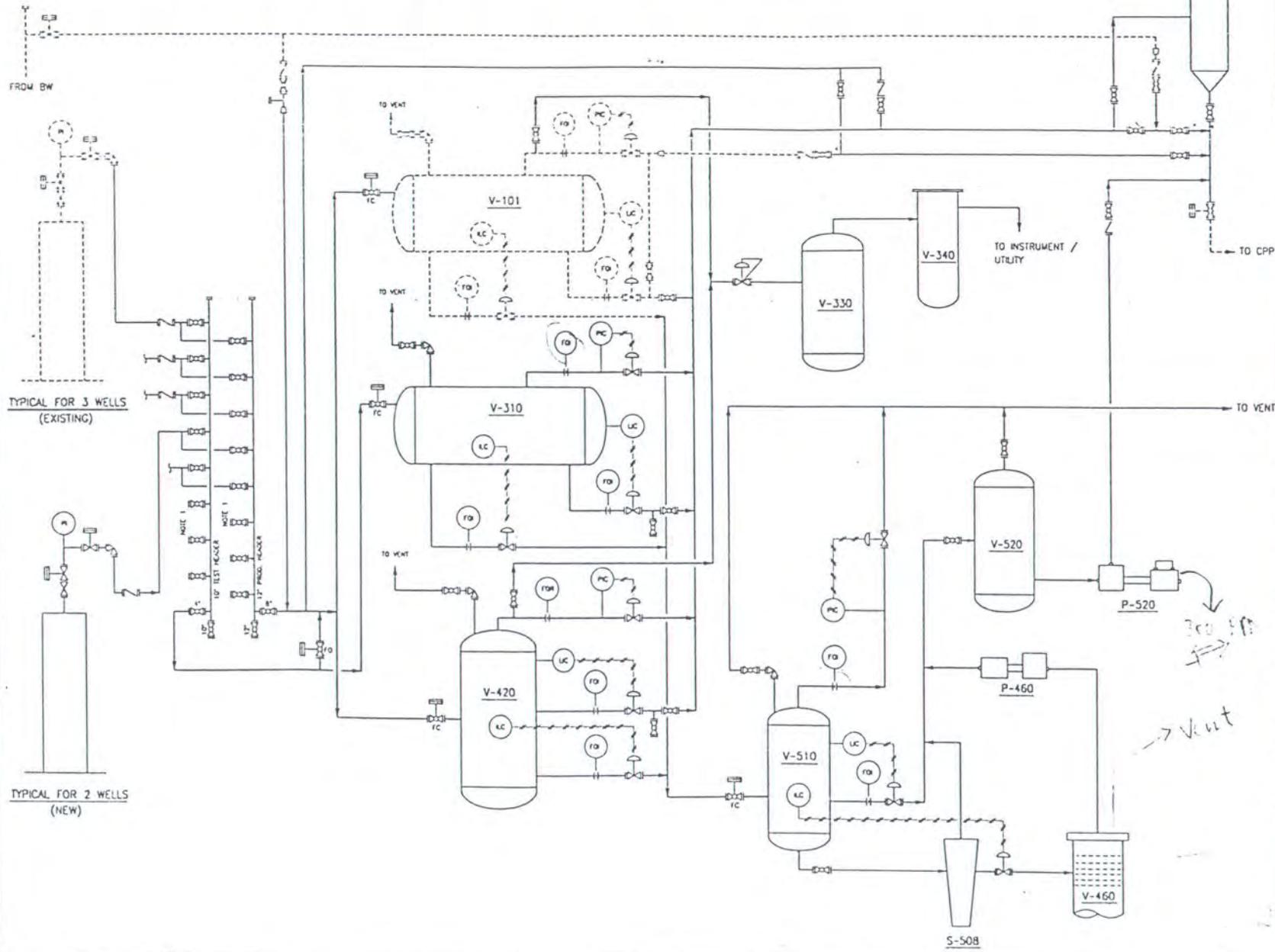
TOP DECK DETAILS  
FRAMING PLAN

Layout Penempatan Peralatan Angkut

٦٣٦



ITEM NUMBER	V-101	V-310	V-420	V-510	V-520	V-330	V-340	V-480	P-480	P-520	S-308	A-370
SERVICE	AIR PROG. SEPARATOR	TEST. SEPARATOR	PROG. SEPARATOR	SURGE TANK	SLUMP TANK	GAS SCRUBBER	INSTRUMENT/UTILITY CASSON FILTER COALESCER	CASSON	CASSON PUMP	SLUMP PUMP	HYDROCYCLONE	PING LAUNCHER
SIZE	42" x 10' T/T	36" x 18' S/S	33" x 14' S/S	46" x 13' S/S	34" x 11'-8" S/S	8.423" OD x 2"-3" S/S	8.423" OD x 4"-6" S/S					
DESIGN/OPR. PRESS. PSIG	1440 / 750	825 / 750	825 / 750	150 / 110	150 / 5	260 / 150	260 / 150					
DESIGN/OPR. TEMP. °F	/ 150	200 / 150	200 / 150	120 / 65	120 / 100	200 / 120	200 / 120					



## NOTES

- #### 1. SPARE FOR FUTURE USE

**S.No.**      **REFERENCE DRAWINGS/DOCUMENTS**

## LEGEND

		EXISTING	
		NEW	
D	15.03.00	APPROVED FOR CONSTRUCTION	ITQ
C	16.08.99	RESUBMITTED FOR APPROVAL	MGT T/YD
B	07.08.99	ISSUED FOR APPROVAL	SGT T/YD
A	31.08.99	ISSUED FOR COMMENT	SGT T/YD
REV.	DATE	DESCRIPTION	DRN CHC APP

<i>Atma</i>	
WRAZEC	KOODECO

 KOREA DEVELOPMENT Co.,Ltd.  
 WIRAZEE  
ENGINEERING PT. WIRAZEE ADHI ENGINEERING

PROJECT: **GOALS AND OUTCOMES PROJECT**

POLENG MODIFICATION PROJECT  
PROJ

PROCESS FLOW DIAGRAM  
AW PLATFORM

9704-AW-1020

**LAMPIRAN B**

---

## PERHITUNGAN TEBAL PLAT GABUNGAN

Elemen 55 **Arah X**  
 Tebal Plat awal  
 $t = 8 \text{ mm}$        $\alpha = 0.0000118$   
 Lebar Plat  
 $L = 914 \text{ mm}$

Material Beam Yang Dipakai

W610X149		W840x298	
A	= 19030 mm <sup>2</sup>	A	= 38000 mm <sup>2</sup>
d	= 610 mm	d	= 838 mm
d"	= 570.6 mm	d"	= 779.6 mm
Lebar	= 305 mm	Lebar	= 400 mm
Tebal	= 19.7 mm	Tebal	= 29.2 mm
Tebal Badan	= 11.9 mm	Tebal Badan	= 18.2 mm
Y	= $\sum (b \times h \times d) / A$		
Io	= $(1/12 (bxh^3))$		
I	= $(1/12 (bxh^3)) + Ad^2$		
Area	= b x h		

Perhitungan Titik Berat (Y)				
	d	A	Ad	
Plat	4	7312	29248	
W610				
Beam I	17.85	3004.25	53625.8625	
Beam II	313	3395.07	1062656.91	
Beam III	608.15	3004.25	1827034.638	
				Nilai Y
W840				
Beam I	22.6	5840	131984	A total = 35489.93
Beam II	427	7094.36	3029291.72	Ad total = 10989217
Beam III	831.4	5840	4855376	Y = 309.6432

Perhitungan Momen Inersia Gabungan (I)									
	b	h	$h^3$	Io	d	$d^2$	$Ad^2$	$Io + Ad^2$	
Plat	914	8	512	38997.33333	305.64325	93417.79	683070909	683109906	
W610									
Beam I	152.5	19.7	7645.373	97159.94854	291.79325	85143.3	255791754	255888914	
Beam II	5.95	570.6	185778435.8	92115141.09	3.3567539	11.2678	38254.9581	92153396.1	
Beam III	152.5	19.7	7645.373	97159.94854	298.50675	89106.28	267697548	267794708	
W840									
Beam I	200	29.2	24897.088	414951.4667	295.04325	87050.52	508375020	508789971	
Beam II	9.1	779.6	473822294.3	359315239.9	109.35675	11958.9	84840739.1	444155979	
Beam III	200	29.2	24897.088	414951.4667	513.75675	263946	1541444653	1541859604	
<b>Tebal Plat Model</b>							Total I = 3793752479		
$t$	= 367.93236 mm								
Koefisien Muai Panas	= 1.245E-06								

4397100003



Bagian A11 **Arah Y**

Tebal Plat awal

$$t = 8 \text{ mm}$$

Lebar Plat

$$L = 1524 \text{ mm}$$

Material Beam Yang Dipakai

W610X149

$$A = 19030 \text{ mm}^2$$

$$d = 610 \text{ mm}$$

$$d'' = 570.6$$

$$\text{Lebar} = 305 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal} = 19.7 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal Badan} = 11.9 \text{ mm}$$

$$Y = \sum (b \times h \times d)/A$$

$$Io = (1/12 (bxh^3))$$

$$I = (1/12 (bxh^3)) + Ad^2$$

$$\text{Area} = b \times h$$

Perhitungan Titik Berat (Y)				
d	A	Ad	Nilai Y	
Plat	4	12192	48768	A total = 30999.14
Beam I	17.85	6008.5	107251.725	Ad total = 5935403
Beam II	313	6790.14	2125313.82	
Beam III	608.15	6008.5	3654069.275	Y = 191.4699

Perhitungan Momen Inersia Gabungan (I)									
b	h	$h^3$	Io	d	$d^2$	$Ad^2$	$Io + Ad^2$		
Plat	1524	8	512	65024	187.46992	35144.97	428487480	428552504	
Beam I	305	19.7	7645.373	194319.8971	173.61992	30143.88	181119480	181313800	
Beam II	11.9	570.6	185778435.8	184230282.2	121.53008	14769.56	100287384	284517667	
Beam III	305	19.7	7645.373	194319.8971	416.68008	173622.3	1043209530	1043403850	Total I = 1937787820

**Tebal Plat Model**

$$t = 248.02806 \text{ mm}$$

## PERHITUNGAN TEBAL PLAT GABUNGAN

Elemen 6 Arah X

Tebal Plat awal

t = 8 mm  
Lebar Plat

#### Material Beam Yang Dipakai

Beam Tang  
W610X140

$$A = 10030 \text{ mm}^2$$

$$d = 610 \text{ mm}$$

$$d'' = 570.6$$

Lebar = 305 mm

Tebal = 19.7 mm

Tebal Badan = 11.9 mm

$$Y = \sum (b \times h \times d) / A$$

$$Io = (l/12(b \times h^3))$$

$$I = (1/12(b \times h^3)) + Ad^2$$

$$\text{Area} = b \times h$$

Jarak Titik Berat (Y)				
	d	A	Ad	Nilai Y
Plat	4	8128	32512	A total = 26935.14
Beam I	17.85	6008.5	107251.73	Ad total = 5919147
Beam II	313	6790.14	2125313.8	
Beam III	608.15	6008.5	3654069.3	Y = 219.7556

Menit Inersia Gabungan (I)									
	b	h	$h^3$	Io	d	$d^2$	$Ad^2$	$Io + Ad^2$	
Plat		1016	8	512	43349.33	215.75556	46550.46	378362158	378405508
Beam I		305	19.7	7645.373	194319.9	201.90556	40765.86	244941645	245135965
Beam II		11.9	570.6	185778436	1.84E+08	93.244438	8694.525	59037044	243267326
Beam III		305	19.7	7645.373	194319.9	388.39444	150850.2	906383665	906577985
								Total I =	1.773E+09

### **Tebal Plat Model**

$$t = 275.6535844 \text{ mm}$$

**Koefisien Muai Panas = 1.13486E-06**

Elemen 6 Arah Y

## Tebal Plat awal

$$t = 8 \text{ mm}$$

## Lebar Plat

#### **Material Basis Value Distribution**

Beam Yang

W610X149

$$A = 19030 \text{ mm}$$

$$d = 610 \text{ mm}$$

$$d'' = 570.6$$

Lebar = 305 mm

Tebal = 19.7 mm

$$\begin{aligned}
 Y &= \sum (b \times h \times d) / A \\
 I_o &= (1/12 (b \times h^3)) \\
 I &= (1/12 (b \times h^3)) + A \cdot d^2 \\
 \text{Area} &= b \times h
 \end{aligned}$$

Perhitungan Titik Berat (Y)				
	d	A	Ad	Nilai Y
Plat	4	12192	48768	A total = 30999.14
Beam I	17.85	6008.5	107251.73	Ad total = 5935403
Beam II	313	6790.14	2125313.8	
Beam III	608.15	6008.5	3654069.3	Y = 191.4699

Perhitungan Momen Inersia Gabungan (I)								
	b	h	$h^3$	$I_o$	d	$d^2$	$Ad^2$	$I_o + Ad^2$
Plat	1524	8	512	65024	187.46992	35144.97	428487480	428552504
Beam I	305	19.7	7645.373	194319.9	173.61992	30143.88	181119480	181313800
Beam II	11.9	570.6	185778436	1.84E+08	121.53008	14769.56	100287384	284517667
Beam III	305	19.7	7645.373	194319.9	416.68008	173622.3	1.043E+09	1.043E+09
							Total I = 1.938E+09	

Tebal Plat Model

$$t = 248.0280562 \text{ mm}$$

$$\text{Koefisien Muai Panas} = 9.67711E-07$$

## DATA MATERIAL & PROPERTI PLAT MAIN DECK MODEL

File Messages Save  
Opening File C:\My Documents\Ta L'97\Literatur>List prop31-65.LST...  
File Open  
Opening File c:\MSCN4W20\DATA\x10.MOD...  
Allocated 25 Cache Buffers, each with 20 - 2048 byte blocks.  
This program is a licensed version of FEMAP 4.40  
Copyright © 1985-1995 Enterprise Software Products, Inc.  
Analysis modules Confidential and Proprietary to MSC. All Rights Reserved.

---

---

### List Material

30 Material(s) Selected...

#### Material 1 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC	Color 104	Layer 1	#Prop 1
Density 7835.	Damping 0.	Ref Temp 21.	
STIFFNESS	E 1.9608E+12	G 7.4376E+11	Nu 0.32
STRENGTH Tension 14537000000.			
Compress 16227000000. Shear 10548000000.			
THERMAL Alpha 0.0000011797		K 0.008681	SpecHeat 0.00025901

#### Material 2 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC	Color 104	Layer 1	#Prop 2
Density 7835.	Damping 0.	Ref Temp 21.	
STIFFNESS	E 1.9608E+12	G 7.4376E+11	Nu 0.32
STRENGTH Tension 14537000000.			
Compress 16227000000. Shear 10548000000.			
THERMAL Alpha 0.0000011797		K 0.008681	SpecHeat 0.00025901

#### Material 3 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC	Color 104	Layer 1	#Prop 3
Density 7835.	Damping 0.	Ref Temp 21.	
STIFFNESS	E 1.9608E+12	G 7.4376E+11	Nu 0.32
STRENGTH Tension 14537000000.			
Compress 16227000000. Shear 10548000000.			
THERMAL Alpha 0.00000189		K 0.008681	SpecHeat 0.00025901

#### Material 4 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC	Color 104	Layer 1	#Prop 4
Density 7835.	Damping 0.	Ref Temp 21.	
STIFFNESS	E 1.9608E+12	G 7.4376E+11	Nu 0.32
STRENGTH Tension 14537000000.			
Compress 16227000000. Shear 10548000000.			
THERMAL Alpha 0.0000011897		K 0.008681	SpecHeat 0.00025901

#### Material 5 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC	Color 104	Layer 1	#Prop 5
Density 7835.	Damping 0.	Ref Temp 21.	
STIFFNESS	E 1.9608E+12	G 7.4376E+11	Nu 0.32
STRENGTH Tension 14537000000.			
Compress 16227000000. Shear 10548000000.			
THERMAL Alpha 0.0000011897		K 0.008681	SpecHeat 0.00025901

#### Material 6 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC	Color 104	Layer 1	#Prop 6
Density 7835.	Damping 0.	Ref Temp 21.	
STIFFNESS	E 1.9608E+12	G 7.4376E+11	Nu 0.32
STRENGTH Tension 14537000000.			

Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 7 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 7  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 8 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 8  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011348 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 9 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 9  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 10 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 10  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 11 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 11  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 12 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 12  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011348 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 13 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 13  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 14 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 14  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000007878 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 15 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 15  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.000007878 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 16 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 16  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.000001079 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 17 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 17  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000012453 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 18 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 18  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 19 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 19  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 20 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 20  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011797 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 21 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 21  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011348 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 22 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 22  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 23 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 23  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000007878 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 24 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 24  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000007878 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 25 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 25  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001079 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 26 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 26  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000012453 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 27 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 27  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 28 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 28  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011348 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 29 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 29  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 30 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 30  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001189 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 31 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 31  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 1.1348E-7 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 32 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 32  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 33 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 33  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001189 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 34 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 34  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011348 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 35 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 35  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 36 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 36  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 37 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 37  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000010791 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 38 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 38  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 39 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 39  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 40 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 40  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011344 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 41 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 41  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 42 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 42  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 43 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 43  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000010791 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 44 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 44  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 45 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 45  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 46 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 46  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001243 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 47 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 47  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011797 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 48 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 48  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001134 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 49 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 49  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 50 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 50  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 51 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 51  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001097 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 52 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 52  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 53 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 53  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 54 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 54  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.  
Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 55 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 55  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.

Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011797 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 56 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 56  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.

Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001243 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 57 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 57  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.

Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011348 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 58 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 58  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.

Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 59 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 59  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.

Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 60 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 60  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.

Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001079 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 61 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 61  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.

Compress 16227000000. Shear 10548000000.

THERMAL Alpha 0.000001245 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901

Material 62 - High Strength Steel\_MKS

Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 62  
Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
STRENGTH Tension 14537000000.

Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 63 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 63  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011897 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 64 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 64  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011348 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 Material 65 - High Strength Steel\_MKS  
 Type ISOTROPIC Color 104 Layer 1 #Prop 65  
 Density 7835. Damping 0. Ref Temp 21.  
 STIFFNESS E 1.9608E+12 G 7.4376E+11 Nu 0.32  
 STRENGTH Tension 14537000000.  
 Compress 16227000000. Shear 10548000000.  
 THERMAL Alpha 0.0000011348 K 0.008681 SpecHeat 0.00025901  
 File Messages Save  
 Opening File C:\My Documents\List MaterialX31-65.LST...

File Open  
 Opening File c:\MSCN4W20\DATA\X10.MOD...  
 Allocated 25 Cache Buffers, each with 20 - 2048 byte blocks.  
 This program is a licensed version of FEMAP 4.40  
 Copyright © 1985-1995 Enterprise Software Products, Inc.  
 Analysis modules Confidential and Proprietary to MSC. All Rights Reserved.  
 -----
 -----
 List Property  
 30 Property(s) Selected...  
 Property 1 - X1  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 1 #Elem 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.3324 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 2 - X2  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 2 #Elem 2  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.3324 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 3 - X3  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 3 #Elem 3  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.283 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 4 - X4  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 4 #Elem 4  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.3135 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.

NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 5 - X5  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 5 #Elem 5  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.3259 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 6 - X6  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 6 #Elem 55  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 7 - X7  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 7 #Elem 32  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 8 - X8  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 8 #Elem 6  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.2756 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0. Tshear/T 0.

Property 9 - X9  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 9 #Elem 54  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0. Tshear/T 0.

Property 10 - X10  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 10 #Elem 58  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.

Property 11 - X11  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 11 #Elem 33  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.

Property 12 - X12  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 12 #Elem 7  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.2756 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.

Property 13 - X13  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 13 #Elem 53  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.

Property 14 - X14  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 14 #Elem 59  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.1968 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.

Property 15 - X15  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 15 #Elem 34  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0

Thickness 0.1968	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 16 - X16		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 16 #Elem 35
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.3402	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 17 - X17		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 17 #Elem 36
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.3679	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 18 - X18		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 18 #Elem 20
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.2834	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 19 - X19		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 19 #Elem 21
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.2834	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 20 - X20		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 20 #Elem 8
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.136	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 21 - X21		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 21 #Elem 10
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.2756	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 22 - X22		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 22 #Elem 61
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.3679	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 23 - X23		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 23 #Elem 60
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.1968	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 24 - X24		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 24 #Elem 57
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.1968	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 25 - X25		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 25 #Elem 56
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.3402	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.
NS Mass/Area 0.12I/T**3	0.Tshear/T 0.	
Property 26 - X26		
Type PLATE	Color 110 Layer 1	Material 26 #Elem 37
Bending Matl 0	TrShear Matl 0	CouplingMatl 0
Thickness 0.3679	Top Fiber 0.	Bot Fiber 0.

NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 27 - X27  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 28 - X28  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2756 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 29 - X29  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
  
 Property 30 - X30  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 31 - X31  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.275 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 32 - X32  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 33 - X33  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 34 - X34  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.275 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 35 - X35  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 36 - X36  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 37 - X37  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3402 Top Fiber 0.  
  
 Material 27 #Elem 22  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 28 #Elem 11  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 29 #Elem 38  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 30 #Elem 23  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 31 #Elem 12  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 32 #Elem 39  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 33 #Elem 24  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 34 #Elem 13  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 35 #Elem 62  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 36 #Elem 63  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 37 #Elem 65  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.

NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 38 - X38  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 39 - X39  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 40 - X40  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2756 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
  
 Property 41 - X41  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 42 - X42  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 43 - X43  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3402 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 44 - X44  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 45 - A45  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 46 - A46  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3676 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 47 - X47  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3165 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 48 - X48  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2756 Top Fiber 0.  
  
 Material 38 #Elem 40  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 39 #Elem 25  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 40 #Elem 14  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 41 #Elem 46  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 42 #Elem 48  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 43 #Elem 64  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 44 #Elem 41  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 45 #Elem 28  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 46 #Elem 15  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 47 #Elem 16  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 48 #Elem 17  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.

NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 49 - X49  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 50 - X50  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 51 - X51  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3402 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
  
 Property 52 - X52  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 53 - X53  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 54 - X54  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 55 - X55  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.367 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 56 - X56  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3165 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 57 - X57  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2756 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 58 - X58  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 59 - X59  
 Type PLATE Color 110 Layer 1  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0.

Material 49 #Elem 47  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 50 #Elem 49  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 51 #Elem 51  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 52 #Elem 43  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 53 #Elem 42  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 54 #Elem 29  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 55 #Elem 27  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 56 #Elem 26  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
  
 Material 57 #Elem 18  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
 Tshear/T 0.  
  
 Material 58 #Elem 45  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.  
 Tshear/T 0.  
  
 Material 59 #Elem 50  
 CouplingMatl 0  
 Bot Fiber 0.

NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 60 - X60  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 60 #Elem 52  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.3402 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 61 - X61  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 61 #Elem 44  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.3679 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0. 12I/T\*\*3 0. Tshear/T 0.  
 Property 62 - X62  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 62 #Elem 31  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0. 12I/T\*\*3 0. Tshear/T 0.  
  
 Property 63 - X63  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 63 #Elem 30  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.2834 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 64 - X64  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 64 #Elem 19  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.2756 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0.Tshear/T 0.  
 Property 65 - X65  
 Type PLATE Color 110 Layer 1 Material 20 #Elem 9  
 Bending Matl 0 TrShear Matl 0 CouplingMatl 0  
 Thickness 0.136 Top Fiber 0. Bot Fiber 0.  
 NS Mass/Area 0.12I/T\*\*3 0. Tshear/T 0.

**LAMPIRAN C**

---

## **LISTING PROGRAM PERHITUNGAN TEMPERATUR**

---



**LISTING PROGRAM PERHITUNGAN TEMPERATUR KEBAKARAN  
PADA MODEL SEPARATOR**

```

c2345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012
c      1      2      3      4      6      7
c menghitung temperatur kebakaran
c$noext
c$nolist
c$nowar

real*8 l,h,p,t,hi,d,rho,o,ao,at,ho,hii,time,volsep,q,b
real*8 velo,vm,vol,temp,diam,hf,rhoa,r,air,oil,cd,cc
real*8 miny,water,mi,mii,ai,aii,ma,maa,mb,mbb,aa,aaa
real*8 ab,abb,airii,airi,minyi,minyii,s,qi,qii,x
write (*,1)'PERHITUNGAN TEMPERATUR KEBAKARAN'
1    format (2x,a,/)

write (*,2)' Orifice Coefficient'
write (*,2)' --- '
write (*,2)' |---|           |---| '
write (*,2)' | / |           | |---| '
write (*,2)' | / |           | |---| '
write (*,2)' _____ \           |   flow'
write (*,2)' /           |   '
write (*,2)' | \           |   '
write (*,2)' | \           |   '
write (*,2)' |---|           |---| '
write (*,2)' '
write (*,2)' Sharp Edged      Short Tube'
write (*,2)' Cd = 0.62          Cd = 0.61'
write (*,2)' Cc = 0.63          Cc = 1'
pause
write (*,2)' '
write (*,2)' --- '
write (*,2)' |---|           |---| '
write (*,2)' | / |           | |---| '
write (*,2)' | / |           | |---| '
write (*,2)' _____ \           |   flow'
write (*,2)' /           |   '
write (*,2)' | \           |   '
write (*,2)' | \           |   '
write (*,2)' |---|           |---| '
write (*,2)' '
write (*,2)' Reentrant Tube  Reentrant Tube'
write (*,2)' Cd = 0.54          Cd = 0.72'
write (*,2)' Cc = 0.55          Cc = 1'
pause
write (*,2)' '
write (*,2)' Separator (high Pressure KE-23)'
write (*,2)' '
write (*,2)'           L '
write (*,2)'           |-----| '

```

```

        write (*,2)
        write (*,2)' | Hi (_____)(o) | H'
        write (*,2)'           ^                   ^
2      format (2x,a,/)

c
c masukkan data
400   write (*,'(2x,a,\')')'masukkan nilai H (ft) : '
      read (*,*) H
      write (*,'(2x,a,\')')'masukkan nilai L (ft) : '
      read (*,*) L
      write (*,'(2x,a,\')')'masukkan nilai P (Psi) : '
      read (*,*) P
      write (*,'(2x,a,\')')'masukkan nilai T (F) : '
      read (*,*) T
      write (*,'(2x,a,\')')'masukkan nilai Hi (ft) : '
      read (*,*) Hi
      write (*,'(2x,a,\')')'masukkan diameter kebocoran '
      write (*,'(1x,a,\')')'(in) : '
      read (*,*) D
      write (*,'(/')

c
c pilihlah jenis lubang kebocorannya
300   write (*,'(2x,a,\')')'Beberapa jenis lubang kebocoran'
      write (*,'(1x,a)')'yang mungkin terjadi'
      write (*,'(2x,a)')'1. Sharp edged'
      write (*,'(2x,a)')'2. Short Tube'
      write (*,'(2x,a)')'3. Reentrant Tube'
      write (*,'(2x,a)')'4. Reentrant Tube'
      write (*,'(2x,a,\')')'pilihlah jenis lubang yang terja'
      write (*,'(a,/}')'di dengan memilih nomernya'
      read (*,*) nomer

c
c menuju pilihan lubang yang dikehendaki
      write (*,*)
      goto (10,20,30,40) nomer

c
c Sharp Edged
10    write (*,'(2x,a)')'Sharp Edged'
      write (*,'(2x,a)')'Cd = 0.62'
      write (*,'(2x,a,/}')'Cc = 0.63'
      Cd = 0.62
      Cc = 0.63
      goto 11

c
c Short Tube
20    write (*,'(2x,a)')'Short Tube'
      write (*,'(2x,a)')'Cd = 0.61'
      write (*,'(2x,a,/}')'Cc = 1'
      Cd = 0.61
      Cc = 1.
      goto 11

```

```

c Reentrant Tube
30      write (*,'(2x,a)') 'Reetran Tube'
        write (*,'(2x,a)') 'Cd = 0.54'
        write (*,'(2x,a,/)' ) 'Cc = 0.55'
        Cd = 0.54
        Cc = 0.55
        goto 11
c
c Reentrant Tube
40      write (*,'(2x,a)') 'Reentrant Tube'
        write (*,'(2x,a)') 'Cd = 0.72'
        write (*,'(2x,a,/)' ) 'Cc = 1'
        Cd = 0.72
        Cc = 1.
        goto 11
c
c hidrokarbon yang digunakan
200     write (*,*)
11      write (*,'(2x,a,\)' ) 'jenis Hidokarbon yang digunakan '
        write (*,'(a)' ) 'adalah :'
        Write (*,'(2x,a)' ) '1. Methane'
        Write (*,'(2x,a)' ) '2. Ethane'
        Write (*,'(2x,a)' ) '3. Propane'
        Write (*,'(2x,a)' ) '4. Butane'
        Write (*,'(2x,a)' ) '5. Pentane'
        Write (*,'(2x,a)' ) '6. Hexane'
        Write (*,'(2x,a)' ) '7. Heptane'
        Write (*,'(2x,a)' ) '8. Octane'
        Write (*,'(2x,a)' ) '9. Nonane'
        Write (*,'(2x,a,/)' ) 'pilih nomernya'
        read (*,*)m
c
c hidrokarbon yang dipilih
        write (*,*)
        goto (21,22,23,24,25,26,27,28,29)m
c
c methane
21      Write (*,'(2x,a)' ) 'Untuk Methane diketahui'
        Write (*,'(2x,a)' ) 'Net Heat Combution=50020000(j/kg)'
        Write(*,'(2x,a)' ) 'Heat of Vaporization=510000(j/kg)'
        Write (*,'(2x,a)' ) 'Boiling point = 111.7 K'
        Write (*,'(2x,a)' ) 'Cp = 2400 (j/kg.K)'
        Write (*,'(2x,a)' ) 'Burning rate = 0.000208 (m/s)'
        Write (*,'(2x,a)' ) 'Density = 466 (kg/m^3)'
        Hc = 50020000.
        Hv = 510000.
        Rho = 466.
        r = Rho*0.062428
        Cp = 2400.
        To = 280.15
        b = 0.001 * (Hc/Hv)
        write (*,'(2x,a)' ) 'm" = kecepatan massa yang terbakar'

```

```

        write (*,'(2x,a,f9.6,a,/)' )'m" =',b,'Kg/m^2.s'
        goto 12
c
c Ethane
22   Write (*,'(2x,a)')'Untuk Ethane diketahui'
      Write (*,'(2x,a)')'Net Heat Combution=47200000(j/kg)'
      Write(*,'(2x,a)')'Heat of Vaporization=490000(j/kg)'
      Write (*,'(2x,a)')'Boiling point = 264.6 K'
      Write (*,'(2x,a)')'Cp = 2400 (j/kg.K)'
      Write (*,'(2x,a)')'Burning rate = 0.000122 (m/s)'
      Write (*,'(2x,a)')'Density = 509 (kg/m^3)'
      Hc = 47200000.
      Hv = 490000.
      Rho = 509.
      r = Rho*0.062428
      Cp = 2400.
      To = 280.15
      b = 0.001 * (Hc/Hv)
      write (*,'(2x,a)')'m" = kecepatan massa yang terbakar'
      write (*,'(2x,a,f9.6,a,/)' )'m" =',b,'Kg/m^2.s'
      goto 12
c
c Propane
23   Write (*,'(2x,a)')'Untuk Propane diketahui'
      Write (*,'(2x,a)')'Net Heat Combution=46010000(j/kg)'
      Write(*,'(2x,a)')'Heat of Vaporization=430000(j/kg)'
      Write (*,'(2x,a)')'Boiling point = 231.1 K'
      Write (*,'(2x,a)')'Cp = 2400 (j/kg.K)'
      Write (*,'(2x,a)')'Burning rate = 0.000137 (m/s)'
      Write (*,'(2x,a)')'Density = 500 (kg/m^3)'
      Hc = 46010000.
      Hv = 430000.
      Rho = 500.
      r = Rho*0.062428
      Cp = 2400.
      To = 280.15
      b = 0.001 * (Hc/Hv)
      write (*,'(2x,a)')'m" = kecepatan massa yang terbakar'
      write (*,'(2x,a,f9.6,a,/)' )'m" =',b,'Kg/m^2.s'
      goto 12
c
c Butane
24   Write (*,'(2x,a)')'Untuk Butane diketahui'
      Write (*,'(2x,a)')'Net Heat Combution=45390000(j/kg)'
      Write(*,'(2x,a)')'Heat of Vaporization=390000(j/kg)'
      Write (*,'(2x,a)')'Boiling point = 272.7 K'
      Write (*,'(2x,a)')'Cp = 2300 (j/kg.K)'
      Write (*,'(2x,a)')'Burning rate = 0.000132 (m/s)'
      Write (*,'(2x,a)')'Density = 601 (kg/m^3)'
      Hc = 45390000.
      Hv = 390000.
      Rho = 601.

```

```

r = Rho*0.062428
Cp = 2300.
To = 280.15
b = 0.001 * (Hc/Hv)
write (*,'(2x,a)') 'm" = kecepatan massa yang terbakar'
write (*,'(2x,a,f9.6,a,/)' )'m" =',b,'Kg/m^2.s'
goto 12
C
c Pentane
25   Write (*,'(2x,a)') 'Untuk Pentane diketahui'
      Write (*,'(2x,a)') 'Net Heat Combution=45010000(j/kg)'
      Write(*,'(2x,a)') 'Heat of Vaporization=360000(j/kg)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Boiling point = 309.7 K'
      Write (*,'(2x,a)') 'Cp = 2300 (j/kg.K)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Burning rate = 0.000143 (m/s)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Density = 626 (kg/m^3)'
      Hc = 45010000.
      Hv = 360000.
      Rho = 626.
      r = Rho*0.062428
      Cp = 2300.
      To = 280.15
      b = 0.001 * (Hc/Hv)
      write (*,'(2x,a)') 'm" = kecepatan massa yang terbakar'
      write (*,'(2x,a,f9.6,a,/)' )'m" =',b,'Kg/m^2.s'
      goto 12
C
c Hexane
26   Write (*,'(2x,a)') 'Untuk Hexane diketahui'
      Write (*,'(2x,a)') 'Net Heat Combution=44770000(j/kg)'
      Write(*,'(2x,a)') 'Heat of Vaporization=340000(j/kg)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Boiling point = 341.9 K'
      Write (*,'(2x,a)') 'Cp = 2500 (j/kg.K)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Burning rate = 0.000122 (m/s)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Density = 660 (kg/m^3)'
      Hc = 44770000.
      Hv = 340000.
      Rho = 660.
      r = Rho*0.062428
      Cp = 2500.
      To = 280.15
      b = 0.001 * (Hc/Hv)
      write (*,'(2x,a)') 'm" = kecepatan massa yang terbakar'
      write (*,'(2x,a,f9.6,a,/)' )'m" =',b,'Kg/m^2.s'
      goto 12
C
c Heptane
27   Write (*,'(2x,a)') 'Untuk Hepatne diketahui'
      Write (*,'(2x,a)') 'Net Heat Combution=44590000(j/kg)'
      Write(*,'(2x,a)') 'Heat of Vaporization=320000(j/kg)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Boiling point = 371.9 K'
      Write (*,'(2x,a)') 'Cp = 2100 (j/kg.K)'

```

```

Write (*,'(2x,a)') 'Burning rate = 0.000113 (m/s)'
Write (*,'(2x,a)') 'Density = 684 (kg/m^3)'
Hc = 44590000.
Hv = 320000.
Rho = 684.
r = Rho*0.062428
Cp = 2100.
To = 280.15
b = 0.001 * (Hc/Hv)
write (*,'(2x,a)') 'm" = kecepatan massa yang terbakar'
write (*,'(2x,a,f9.6,a,/)' )'m" =',b,'Kg/m^2.s'
goto 12
c
c Octane
28   Write (*,'(2x,a)') 'Untuk Octane diketahui'
      Write (*,'(2x,a)') 'Net Heat Combution=44430000(j/kg)'
      Write(*,'(2x,a)') 'Heat of Vaporization=300000(j/kg)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Boiling point = 398.9 K'
      Write (*,'(2x,a)') 'Cp = 2100 (j/kg.K)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Burning rate = 0.0000105 (m/s)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Density = 718 (kg/m^3)'
      Hc = 44430000.
      Hv = 300000.
      Rho = 703.
      r = Rho*0.062428
      Cp = 2100.
      To = 280.15
      b = 0.001 * (Hc/Hv)
      write (*,'(2x,a)') 'm" = kecepatan massa yang terbakar'
      write (*,'(2x,a,f9.6,a,/)' )'m" =',b,'Kg/m^2.s'
      goto 12
c
c Nonane
29   Write (*,'(2x,a)') 'Untuk Nonane diketahui'
      Write (*,'(2x,a)') 'Net Heat Combution=44320000(j/kg)'
      Write(*,'(2x,a)') 'Heat of Vaporization=300000(j/kg)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Boiling point = 424 K'
      Write (*,'(2x,a)') 'Cp = 2100 (j/kg.K)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Burning rate = 0.0000967 (m/s)'
      Write (*,'(2x,a)') 'Density = 718 (kg/m^3)'
      Hc = 44320000.
      Hv = 300000.
      Rho = 718.
      r = Rho*0.062428
      Cp = 2100.
      To = 280.15
      b = 0.001 * (Hc/Hv)
      write (*,'(2x,a)') 'm" = kecepatan massa yang terbakar'
      write (*,'(2x,a,f9.6,a,/)' )'m" =',b,'Kg/m^2.s'
      goto 12
c
c perhitungan untuk separator

```



```

12      Ho = (Hi+(P*144./r))
      Hii = P*144./r
      Ao =(3.14*(D**2.))/4.
      Ati =(3.14*(L**2.))/4.
      at = ati/(3.28**2)
      s = (2*Ati)*(Ho**0.5+Hii**0.5)/(Cd*Ao*(64.4**0.5))
      w = s*0.020886
      wi = w/60.
      wii = wi/60.
      V =(3.14*(H**2)*L)/4.
      Q = V/w
      Qi = Q /(35.314)
      Qii = Qi * 1000.
      Velo = Qi/Ao
      Write (*,'(2x,a,\')')'masukkan data Oil yang diproduksi'
      write (*,'(1x,a,\')')'dalam BOPD = '
      read (*,*) Oil
      write (*,'(2x,a,\')')'masukkan data water yang diproduk'
      write (*,'(a,\')')'si dalam BWPD = '
      read (*,*) water
      Miny = Oil/24.
      mi =miny/60.
      mii = mi/60.
      minyi = miny * 159.
      ma =minyi/60.
      maa=ma/60.
      minyii = minyi / 1000.
      mb=minyii/60.
      mbb=mb/60.
      Air = Water/24.
      ai =miny/60.
      aii = mi/60.
      airi = miny * 159.
      aa =minyi/60.
      aaa=ma/60.
      airii = minyi / 1000.
      ab=minyii/60.
      abb=mb/60.

C
c menampilkan hasil perhitungan untuk separator
      write (*,*)
      write (*,'(2x,a,\')')'Perhitungan Waktu sampai Separa'
      write (*,'(a,/\'')'tor Kosong'
      write (*,'(2x,a,f9.4,\')')'Luas Kebocoran = ',Ao
      write (*,'(2x,a)')'ft^2'
      write (*,'(2x,a,\')')'waktu Separator Kosong = '
      write (*,'(f9.4,a)')w,'second'
      write (*,'(2x,a,\')')'waktu Separator Kosong = '
      write (*,'(f9.4,a)')wi,'minute'
      write (*,'(2x,a,\')')'waktu Separator Kosong = '
      write (*,'(f9.4,a)')wii,'hours'
      write (*,'(2x,a,f9.4)')'Ho = ',Ho

```

```

        write (*,'(2x,a,f9.4)')'Hii = ',Hii
        write (*,'(2x,a,\')')'Kecepatan aliran yang keluar '
        write (*,'(a,f14.7,a)')'= ',velo,'m/s'
        write (*,'(2x,a,\')')'debit aliran yang keluar ='
        write (*,'(1x,f14.7,2x,a)')Q,'ft^3/second'
        write (*,'(2x,a,\')')'debit aliran yang keluar ='
        write (*,'(1x,f14.7,2x,a)')Qi,'m^3/second'
        write (*,'(2x,a,\')')'debit aliran yang keluar ='
        write (*,'(1x,f14.7,2x,a)')Qii,'Lt/second'
        write (*,'(2x,a,\')')'Luas penampang separator ='
        write (*,'(1x,f9.4,a)')Ati,' ft^2'
        write (*,'(2x,a,\')')'Luas penampang separator ='
        write (*,'(1x,f9.4,a)')At,' m^2'
        write (*,'(2x,a,f9.4,\')')'Volume Separator = ',V
        write (*,'(2x,a)')'ft^3'
        write (*,*)
        write (*,'(2x,a,\')')'Asumsi produksi yang diambil adalah'
        write (*,'(1x,a)')'Volume produksi Minyak'
        write (*,'(2x,a,\')')'oil = '
        write (*,4)miny,'barrels/hours',minyi,'lt/jam',minyii
4      format (f12.4,1x,a,1x,f12.4,1x,a,1x,f12.4,\)
        write (*,'(1x,a)')'m^3/hours'
        write (*,'(2x,a,\')')'oil = '
        write (*,5)mi,'barrels/minute',ma,'lt/minute',mb
5      format (f10.4,1x,a,1x,f10.4,1x,a,1x,f10.4,\)
        write (*,'(1x,a)')'m^3/minute'
        write (*,'(2x,a,\')')'oil = '
        write (*,6)mii,'barrels/second',maa,'lt/second',mbb
6      format (f10.4,1x,a,1x,f10.4,1x,a,1x,f10.4,\)
        write (*,'(1x,a)')'m^3/second'
        write (*,'(2x,a,\')')'water = '
        write (*,7)air,'barrels/hours',airi,'lt/jam',airii
7      format (f12.4,1x,a,1x,f12.4,1x,a,1x,f12.4,\)
        write (*,'(1x,a)')'m^3/hours'
        write (*,'(2x,a,\')')'water = '
        write (*,8)ai,'barrels/minute',aa,'lt/minute',ab
8      format (f10.4,1x,a,1x,f10.4,1x,a,1x,f10.4,\)
        write (*,'(1x,a)')'m^3/minute'
        write (*,'(2x,a,\')')'water = '
        write (*,9)aii,'barrels/second',aaa,'lt/second',abb
9      format (f10.4,1x,a,1x,f10.4,1x,a,1x,f10.4,\)
        write (*,'(1x,a)')'m^3/second'

c
c perhitungan temperatur kebakaran tiap sekian detik
100   write (*,*)
        write (*,'(2x,a,\')')'masukkan waktu (dalam second) : '
        read (*,*) time
        Vole = Qi * time
        Vm = b * Vole
        temp = To + ((Vm*Hc)/(Qi*At*Cp*Rho))
        Diam = 2.*(((Q**3)*9.81)/(Vm**2))** (1/3)
        Rhoa = 1.1

```

```

Hf = 42.*((Vm/(Rhoa*((9.81*diam)**0.5)))**0.61)*diam
c
c menampilkan hasil perhitungan
    write (*,*)
    write (*,31)'Volume = ',Vole,'m^3'
31   format (a,1x,f20.6,1x,a)
    write (*,32)'m" = ',Vm,'Kg/m^2.s'
32   format (a,1x,f20.6,1x,a)
    write (*,33)'temperatur kebakaran =',temp,'K'
33   format (a,1x,f20.6,1x,a)
    write (*,34)'Diameter area kebakaran =',diam,'m'
34   format (a,1x,f20.6,1x,a)
    write (*,35)'Tinggi Kebakaran',Hf,'m'
35   format (a,1x,f20.6,1x,a)
c
c proses pengulangan untuk waktu yang berbeda
    write (*,*)' ingin melanjutkan lagi ? '
    write (*,*)' tekan "1" untuk ya dan "2" untuk tidak'
    read (*,*)x
    if (x.eq.1) goto 100
    write (*,91)'ingin melanjutkan dengan jenis hidrokarbon'
91   format (a,\)
    write (*,81)'yang lain ?','jika ya tekan "1" dan tidak
"2"'
81   format (1x,a,/,a)
    read (*,*)x
    if (x.eq.1) goto 200
    write (*,72)'ingin melanjutkan dengan tipe lubang'
72   format (a,\)
    write (*,62)'yang lain ?','jika ya tekan "1" dan tidak
"2"'
62   format (1x,a,/,a)
    read (*,*)x
    if (x.eq.1) goto 300
    write (*,71)'ingin melanjutkan dengan data'
71   format (a,\)
    write (*,61)'yang lain ?','jika ya tekan "1" dan tidak
"2"'
61   format (1x,a,/,a)
    read (*,*)x
    if (x.eq.1) goto 400

END

```

## **LAMPIRAN D**

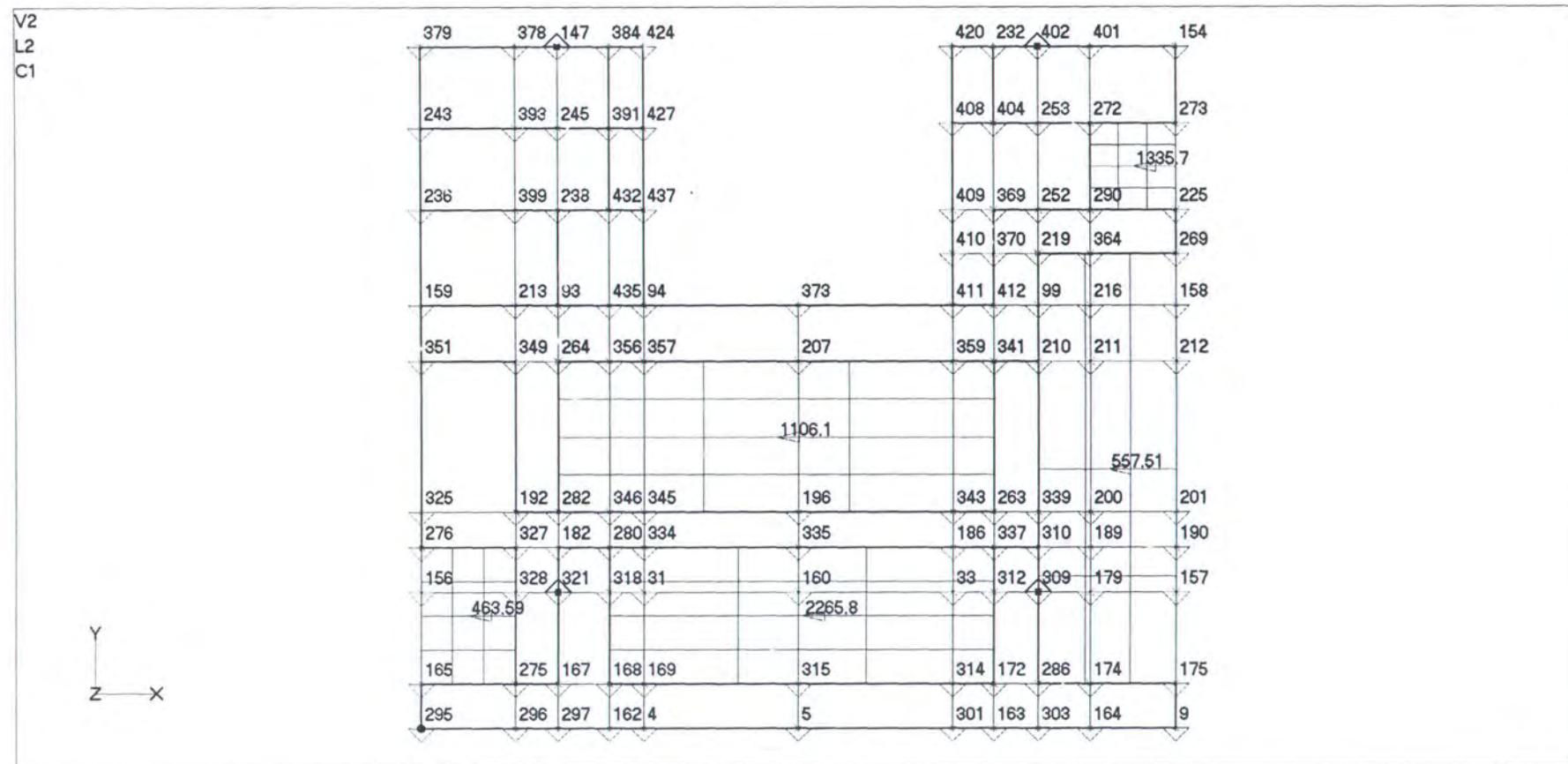
---

**OUTPUT MSC-NASTRAN**

---

AW PLAT MAIN DECK NODE

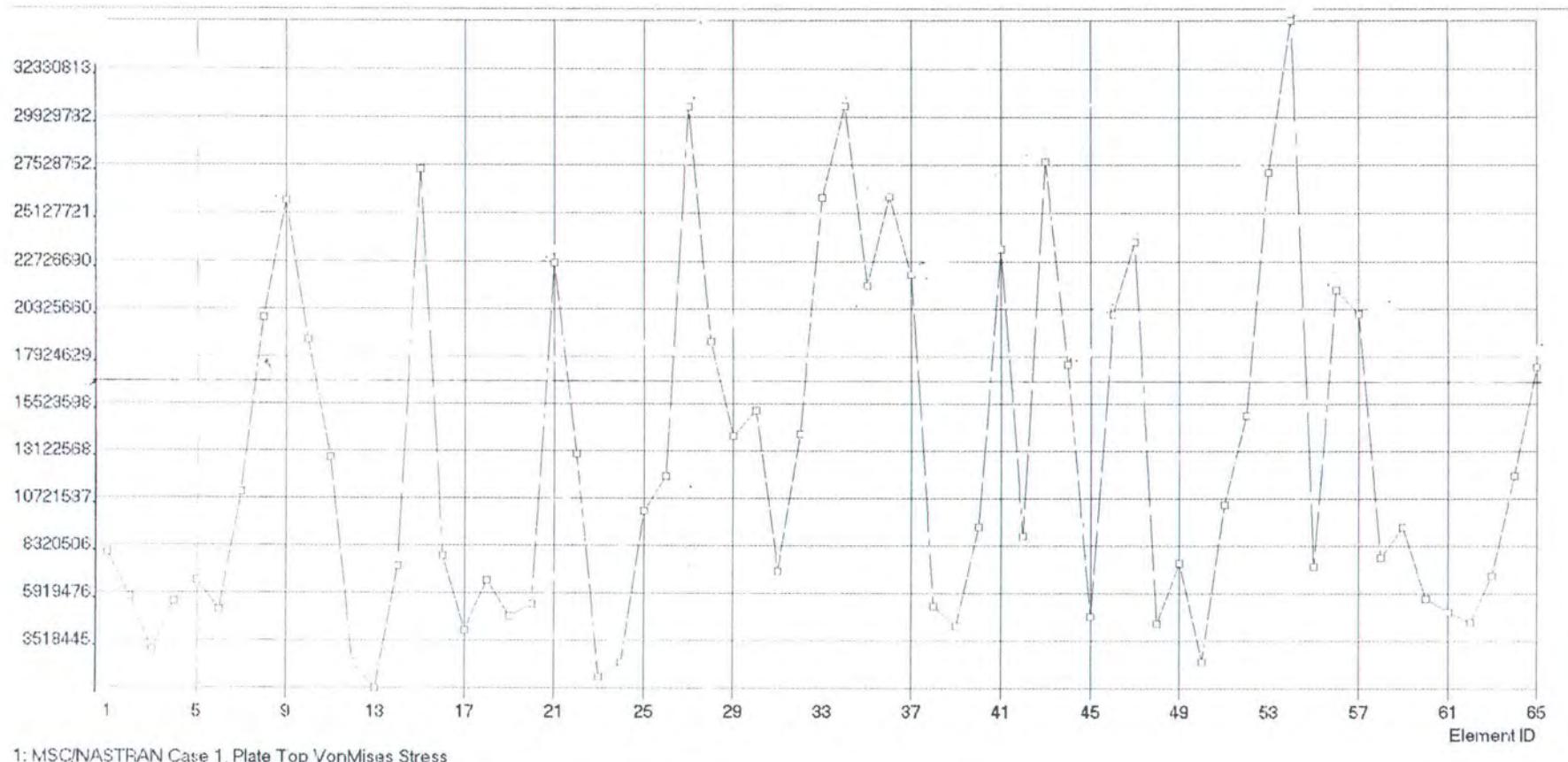
V2  
L2  
C1



D1

Stress Analysis For Y10 nm

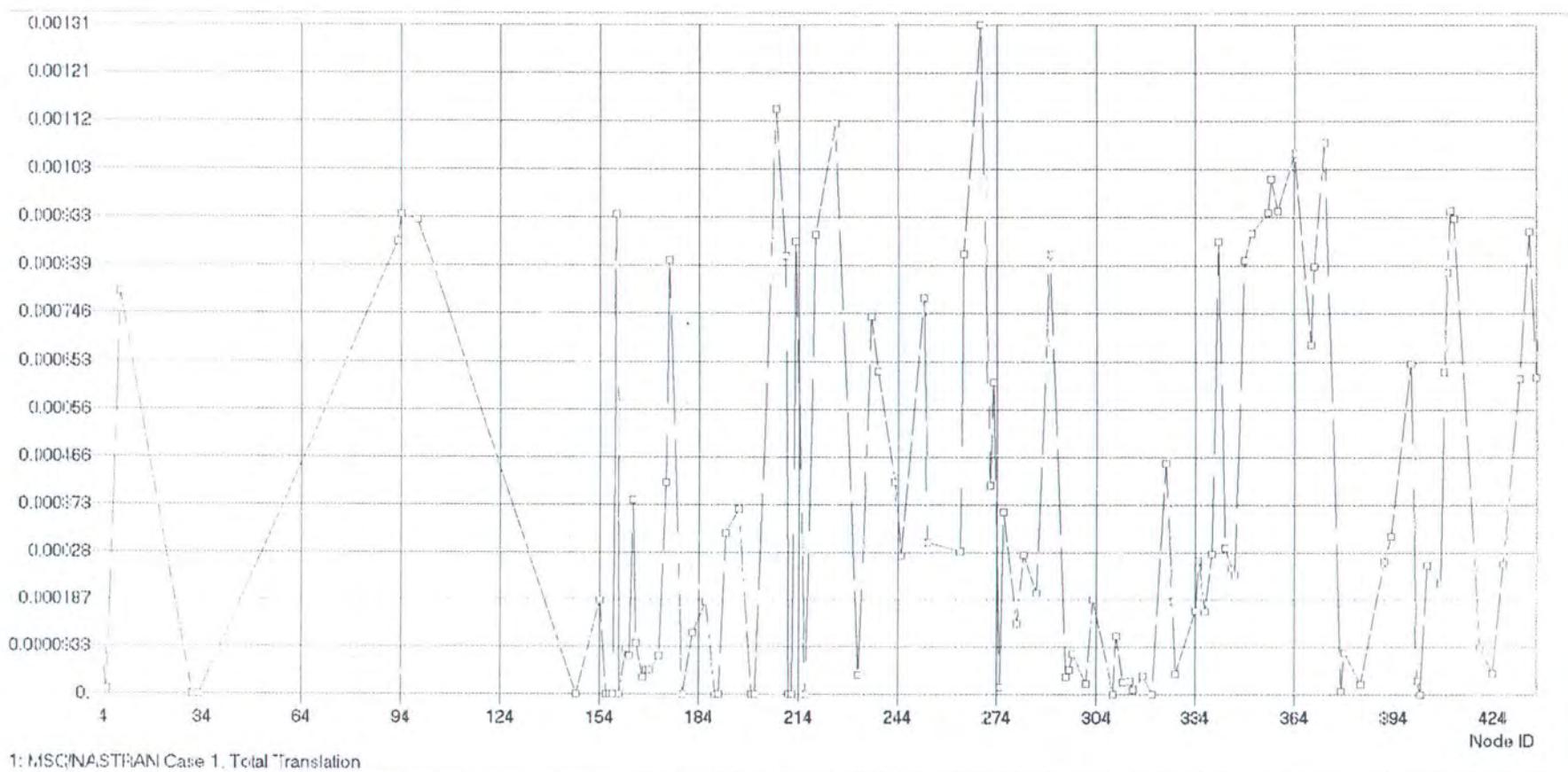
D2



1: MSC/NASTRAN Case 1, Plate Top VonMises Stress

Deflection Analysis For Y16 mm

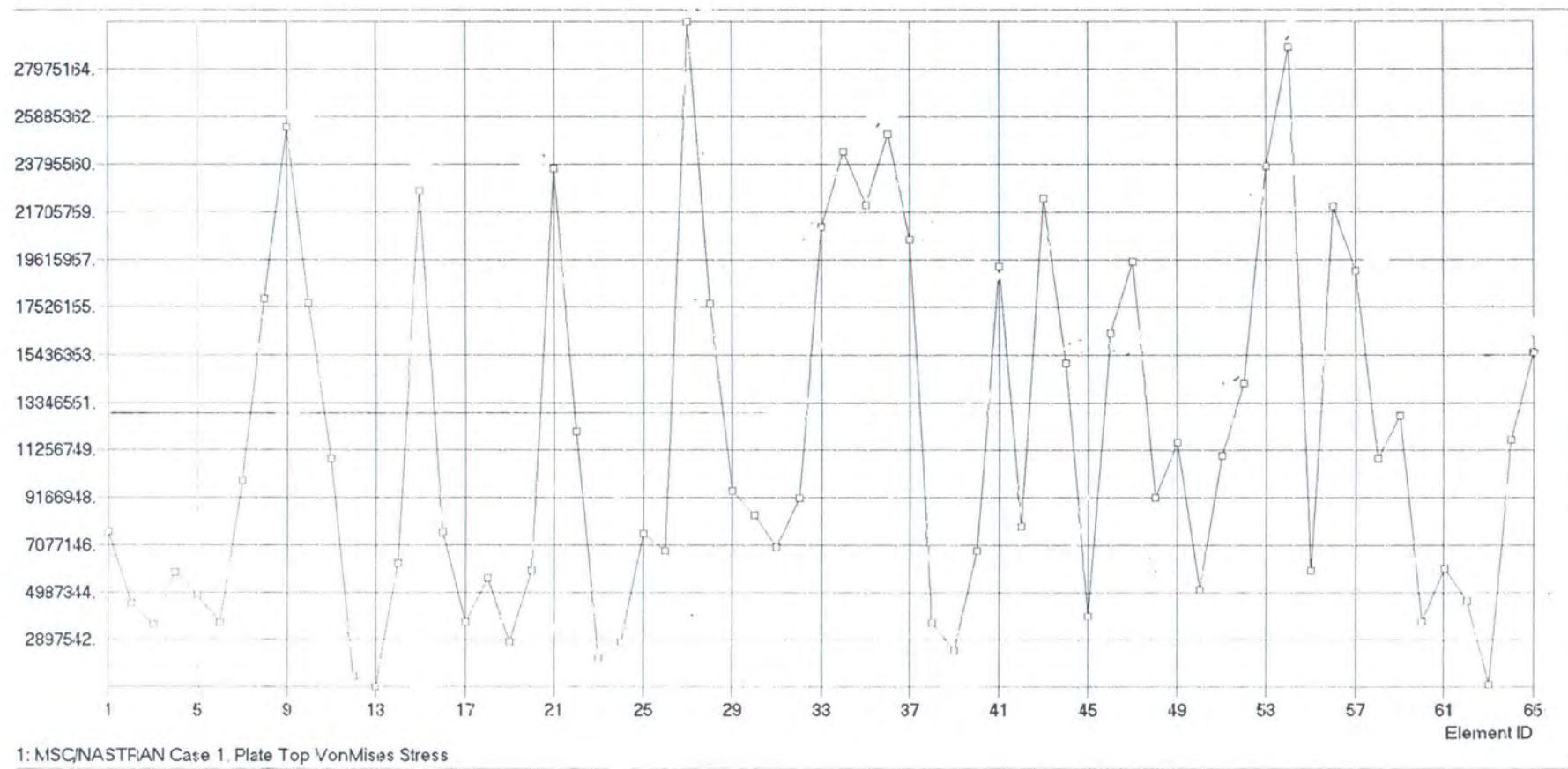
D3



1: MSC/NASTRAN Case 1, Total Translation

Stress Analysis For X9 mm

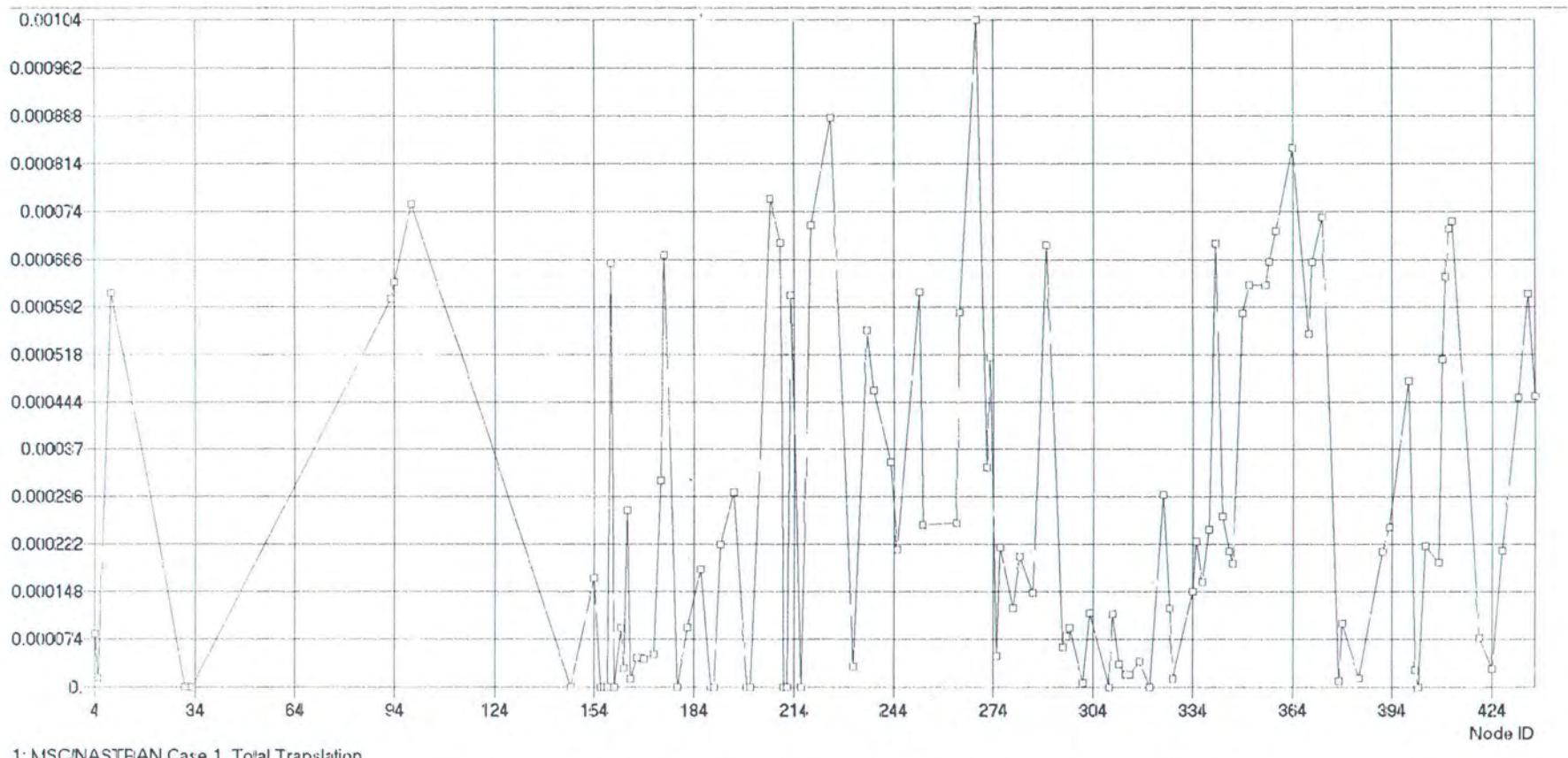
D4



1: MSC/NASTRAN Case 1, Plate Top VonMises Stress

Deflection Analysis For X9 mm

D5



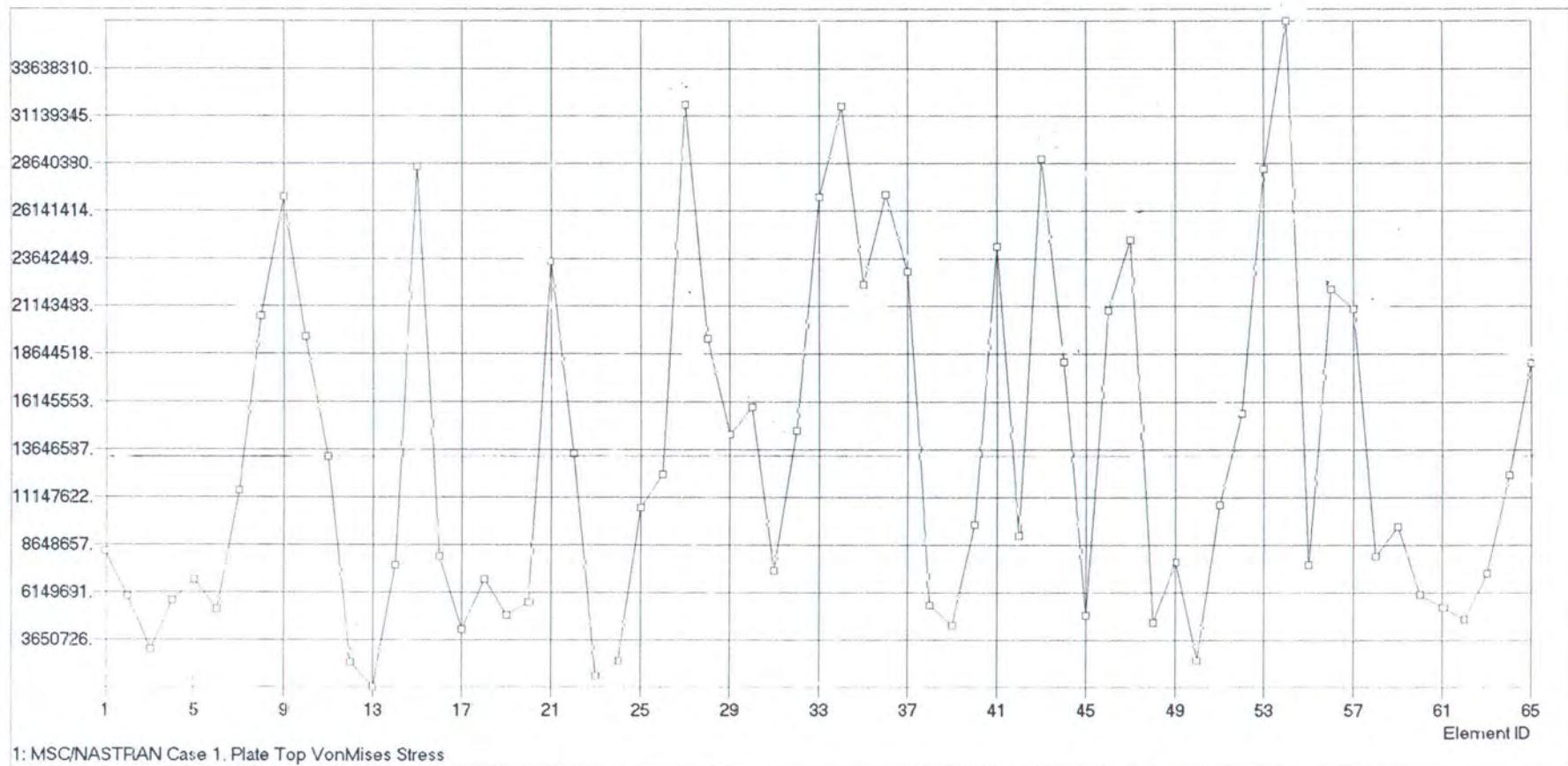
1: MSC/NASTRAN Case 1, Total Translation

4397100003

Tugas Akhir

Stress Analysis For Y9 mm

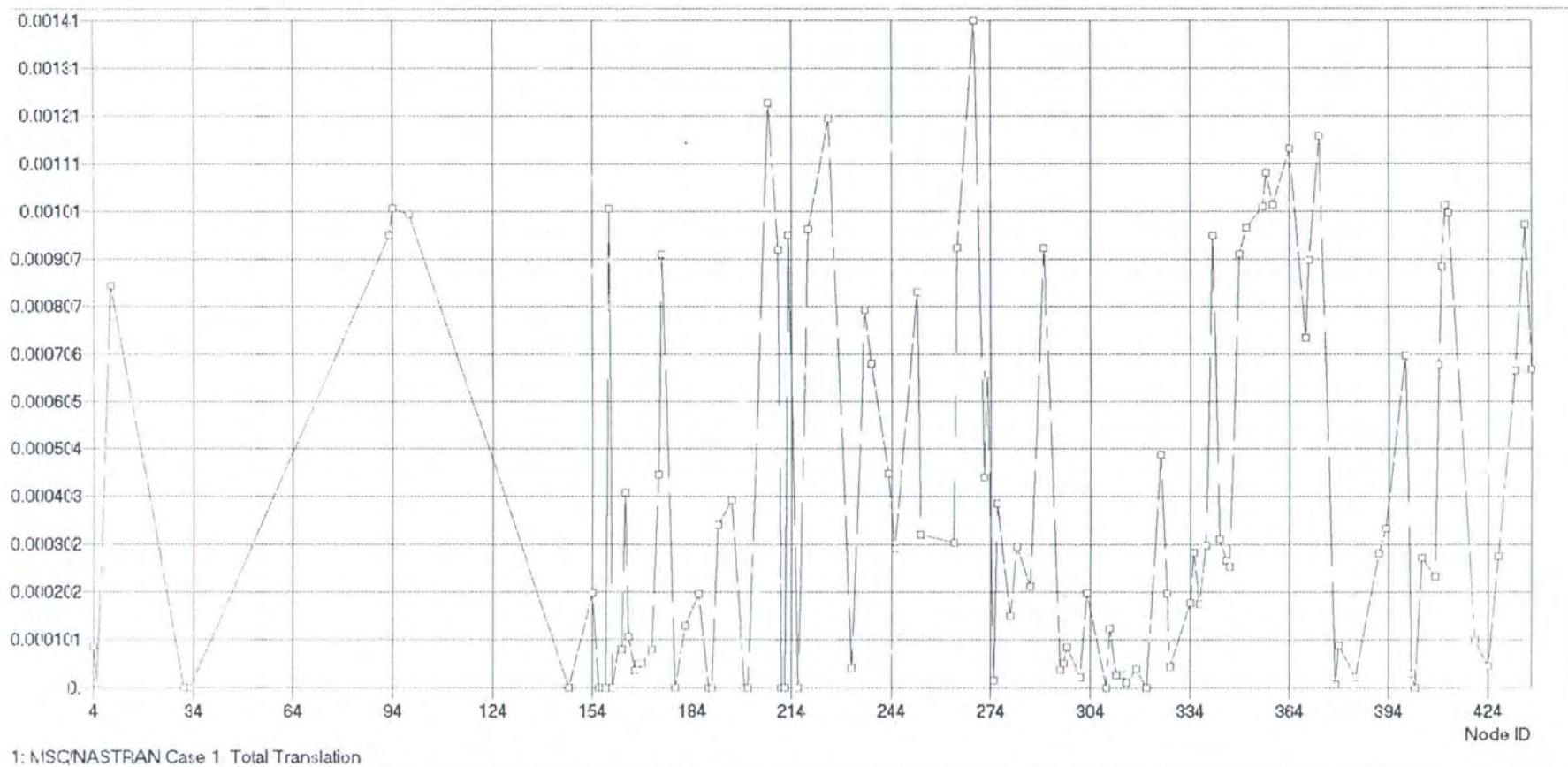
D6



1: MSC/NASTRAN Case 1. Plate Top VonMises Stress

Deflection Analysis For 49 mm

D7



### LIST MODEL NODE

NODE	X (m)	Y (m)
295	0	0
296	2.1	0
297	3.048	0
162	4.188	0
4	4.953	0
5	8.382	0
301	11.811	0
163	12.722	0
303	13.716	0
164	14.848	0
9	16.764	0
165	0	1.006
275	2.1	1.006
167	3.048	1.006
168	4.188	1.006
169	4.953	1.006
315	8.382	1.006
314	11.811	1.006
172	12.722	1.006
286	13.716	1.006
174	14.848	1.006
175	16.764	1.006
156	0	3.048
328	2.1	3.048
321	3.048	3.048
318	4.188	3.048
31	4.953	3.048
160	8.382	3.048
33	11.811	3.048
312	12.722	3.048
309	13.716	3.048
179	14.848	3.048
157	16.764	3.048
276	0	4.058
327	2.1	4.058
182	3.048	4.058
280	4.188	4.058
334	4.953	4.058
335	8.382	4.058
186	11.811	4.058
337	12.722	4.058
310	13.716	4.058
189	14.848	4.058

190	16.764	4.058
325	0	4.848
192	2.1	4.848
282	3.048	4.848
346	4.188	4.848
345	4.953	4.848
196	8.382	4.848
343	11.811	4.848
263	12.722	4.848
339	13.716	4.848
200	14.848	4.848
201	16.764	4.848
351	0	8.201
349	2.1	8.201
264	3.048	8.201
356	4.188	8.201
357	4.953	8.201
207	8.382	8.201
359	11.811	8.201
341	12.722	8.201
210	13.716	8.201
211	14.848	8.201
212	16.764	8.201
159	0	9.449
213	2.1	9.449
93	3.048	9.449
435	4.188	9.449
94	4.953	9.449
273	8.382	9.449
411	11.811	9.449
412	12.722	9.449
99	13.716	9.449
216	14.848	9.449
158	16.764	9.449
410	11.811	10.605
370	12.722	10.605
219	13.716	10.605
364	14.848	10.605
269	16.764	10.605
236	0	11.582
399	2.1	11.582
238	3.048	11.582
432	4.188	11.582
437	4.953	11.582
409	11.811	11.582
369	12.722	11.582

252	13.716	11.582
290	14.848	11.582
225	16.764	11.582
243	0	13.410
393	2.1	13.410
245	3.048	13.410
391	4.188	13.410
427	4.953	13.410
408	11.811	13.410
404	12.722	13.410
253	13.716	13.410
272	14.848	13.410
273	16.764	13.410
379	0	15.240
378	2.1	15.240
147	3.048	15.240
384	4.188	15.240
424	4.953	15.240
420	11.811	15.240
232	12.722	15.240
402	13.716	15.240
401	14.848	15.240
154	16.764	15.240

OUTPUT MSC NASTRAN UNTUK PERHITUNGAN TEMPERATUR, DELFLEKSI  
DAN TEGANGAN

Output Set 3 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN      Analysis Type = SS Heat      Value = 0

Output Vector 31 - Temperature (Model Vector 127)

Maximum Node ID = 33 Value = 390.683

Minimum Node ID = 4 Value = 18,4162

Type = Temperature

4	18.41	5	18.4162	9	18.4162
31	34.	33	390.683	93	18.4162
94	18.4162	99	18.4162	147	18.4162
154	18.4162	156	34.	157	34.
158	34.	159	18.4162	160	34.
162	18.4162	163	18.4162	164	18.4162
165	18.4162	167	18.4162	168	18.4162
169	18.4162	172	18.4162	174	18.4162
175	18.4162	179	34.	182	18.4162
186	18.4162	189	34.	190	34.
192	18.4162	196	18.4162	200	34.
201	34.	207	18.4162	210	18.4162
211	34.	212	34.	213	18.4162
216	34.	219	18.4162	225	18.4162
232	18.4162	236	18.4162	238	18.4162
243	18.4162	245	18.4162	252	18.4162

253	18.4162	263	18.4162	264	18.4162
269	18.4162	272	18.4162	273	18.4162
275	18.4162	276	18.4162	280	18.4162
282	18.4162	286	18.4162	290	18.4162
295	18.4162	296	18.4162	297	18.4162
301	18.4162	303	18.4162	309	18.4162
310	18.4162	312	18.4162	314	18.4162
315	18.4162	318	18.4162	321	18.4162
325	18.4162	327	18.4162	328	18.4162
334	18.4162	335	18.4162	337	18.4162
339	18.4162	341	18.4162	343	18.4162
345	18.4162	346	18.4162	349	18.4162
351	18.4162	356	18.4162	357	18.4162
359	18.4162	364	18.4162	369	18.4162
370	18.4162	373	18.4162	378	18.4162
379	18.4162	384	18.4162	391	18.4162
393	18.4162	399	18.4162	401	18.4162
402	18.4162	404	18.4162	408	18.4162
409	18.4162	410	18.4162	411	18.4162
412	18.4162	420	18.4162	424	18.4162
427	18.4162	432	18.4162	435	18.4162
437	18.4162				

Output Set 4 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN      Analysis Type = Static      Value = 0.

Output Vector 1 - Total Translation      (Model Vector 239)

Maximum      Node ID = 269      Value = 0.00095978

Minimum      Node ID = 31      Value = 0.

Type = Displacement

Component 0      2 - T1 Translation

Component 1      3 - T2 Translation

Component 2      4 - T3 Translation

4	0.000076819	5	0.000014082	9	0.00056893
31	0.	33	0.	93	0.00056009
94	0.00058478	99	0.00069641	147	0.
154	0.00015742	156	0.	157	0.
158	0.	159	0.00061189	160	0.
162	0.00008557	163	0.000027818	164	0.00025513
165	0.000011544	167	0.000041818	168	0.000042728
169	0.00004033	172	0.000047569	174	0.00029829
175	0.00062424	179	0.	182	0.000086278
186	0.00016847	189	0.	190	0.
192	0.0002054	196	0.00028004	200	0.
201	0.	207	0.00070329	210	0.00064089

211	0.	212	0.	213	0.00056569
216	0.	219	0.00066711	225	0.00082066
232	0.000028744	236	0.00051514	238	0.00042856
243	0.00032416	245	0.00019856	252	0.00057071
253	0.00023472	263	0.00023623	264	0.00054115
269	0.00095978	272	0.00031723	273	0.00047686
275	0.000044151	276	0.00020075	280	0.00011333
282	0.00018811	286	0.00013582	290	0.00063865
295	0.000056919	296	0.000072837	297	0.00008525
301	0.000005628	303	0.0001069	309	0.
310	0.00010443	312	0.000032847	314	0.00001822
315	0.000016766	318	0.000036951	321	0.
325	0.000277	327	0.00011331	328	0.00001272
334	0.00013682	335	0.00020976	337	0.00015122
339	0.00022656	341	0.00063955	343	0.00024574
345	0.00019545	346	0.00017753	349	0.00053967
351	0.00058069	356	0.00058045	357	0.00061367
359	0.00065754	364	0.00077799	369	0.00051062
370	0.00061378	373	0.00067712	378	0.00000935
379	0.000091618	384	0.00001297	391	0.00019529
393	0.00023039	399	0.00044221	401	0.00002474
402	0.	404	0.00020402	408	0.00018027
409	0.00047375	410	0.00059322	411	0.00066177

412	0.00067224	420	0.000069938	424	0.000025296
427	0.00019668	432	0.00041855	435	0.00056773
437	0.00042039				

Output Vector 7033 - Plate Top VonMises Stress

Maximum Element ID = 27 Value = 28884996.

Minimum Element ID = 13 Value = 772984.

Type = Stress

1	7352699.	2	4323145.	3	3437877.
4	5638803.	5	4695204.	6	3523752.
7	9521706.	8	17335247.	9	24387208.
10	17029843.	11	10475165.	12	1234834.
13	772984.	14	6014161.	15	21703390.
16	7439889.	17	3505450.	18	5385845.
19	2677149.	20	5700284.	21	22685882.
22	11595701.	23	2019158.	24	2662408.
25	7132054.	26	6601928.	27	28884996.
28	16968359.	29	9086081.	30	8048213.
31	6722100.	32	8727335.	33	20326529.
34	23502568.	35	21250812.	36	24165519.
37	19748514.	38	3496718.	39	2334048.
40	6515266.	41	18603223.	42	7627180.
43	21417500.	44	14521193.	45	3777384.

46	15708005.	47	18775933.	48	8811602.
49	11137520.	50	4967705.	51	10662369.
52	13676873.	53	22683968.	54	27789389.
55	5705557.	56	21208498.	57	18328468.
58	10449710.	59	12320642.	60	3524141.
61	5589242.	62	4273172.	63	926036.
64	11319008.				

#### Summary

Maximum Value 826186. Output Vector 7114 - Plate X  
TransShear Force

Minimum Value -963612. Output Vector 7114 - Plate X  
TransShear Force

#### Displacement Summary

Maximum Value 0.00095978 Output Vector 1 - Total  
Translation

Minimum Value -0.00095978 Output Vector 4 - T3  
Translation

#### Force Summary

Maximum Value 1846844. Output Vector 55 - Total  
Constraint Moment

Minimum Value -1782346. Output Vector 56 - R1

Constraint Moment

Stress Summary

Maximum Value 33353516. Output Vector 7026 - Plate Top  
Major Stress

Minimum Value -33353516. Output Vector 7227 - Plate Bot  
Minor Stress

OUT PUT PERHITUNGAN TEMPERATUR, DEFLEKSI, DAN TEGANGAN

UNTUK KEBOCORAN Y10 mm DENGAN MSC-NASTRAN 2.0

Output Set 3 - MSC/NASTRAN Case 1

from = MSC/NASTRAN      Analysis Type = SS Heat      Value = 0.

Output Vector 31 - Temperature

Maximum      Node ID = 33      Value = 390.683

Minimum      Node ID = 4      Value = 18.1238

Type = Temperature

4	18.1238	5	18.1238	9	18.1238
31	34.	33	390.683	93	18.1238
94	18.1238	99	18.1238	147	18.1238
154	18.1238	156	34.	157	34.
158	34.	159	18.1238	160	34.
162	18.1238	163	18.1238	164	18.1238
165	18.1238	167	18.1238	168	18.1238
169	18.1238	172	18.1238	174	18.1238
175	18.1238	179	34.	182	18.1238
186	18.1238	189	34.	190	34.
192	18.1238	196	18.1238	200	34.
201	34.	207	18.1238	210	18.1238
211	34.	212	34.	213	18.1238
216	34.	219	18.1238	225	18.1238
232	18.1238	236	18.1238	238	18.1238

243	18.1238	245	18.1238	252	18.1238
253	18.1238	263	18.1238	264	18.1238
269	18.1238	272	18.1238	273	18.1238
275	18.1238	276	18.1238	280	18.1238
282	18.1238	286	18.1238	290	18.1238
295	18.1238	296	18.1238	297	18.1238
301	18.1238	303	18.1238	309	18.1238
310	18.1238	312	18.1238	314	18.1238
315	18.1238	318	18.1238	321	18.1238
325	18.1238	327	18.1238	328	18.1238
334	18.1238	335	18.1238	337	18.1238
339	18.1238	341	18.1238	343	18.1238
345	18.1238	346	18.1238	349	18.1238
351	18.1238	356	18.1238	357	18.1238
359	18.1238	364	18.1238	369	18.1238
370	18.1238	373	18.1238	378	18.1238
379	18.1238	384	18.1238	391	18.1238
393	18.1238	399	18.1238	401	18.1238
402	18.1238	404	18.1238	408	18.1238
409	18.1238	410	18.1238	411	18.1238
412	18.1238	420	18.1238	424	18.1238
427	18.1238	432	18.1238	435	18.1238
437	18.1238				

Output Set 4 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN      Analysis Type = Static      Value = 0.

Output Vector 1 - Total Translation

Maximum      Node ID = 269      Value = 0.0013057

Minimum      Node ID = 31      Value = 0.

Type = Displacement

Component 0      2 - T1 Translation

Component 1      3 - T2 Translation

Component 2      4 - T3 Translation

4	0.000080343	5	0.000010048	9	0.00078846
---	-------------	---	-------------	---	------------

31	0.	33	0.	93	0.00088483
----	----	----	----	----	------------

94	0.00093769	99	0.00092731	147	0.
----	------------	----	------------	-----	----

154	0.00018467	156	0.	157	0.
-----	------------	-----	----	-----	----

158	0.	159	0.00093781	160	0.
-----	----	-----	------------	-----	----

162	0.000088455	163	0.000074959	164	0.00038226
-----	-------------	-----	-------------	-----	------------

165	0.000099821	167	0.000033248	168	0.00004677
-----	-------------	-----	-------------	-----	------------

169	0.00004844	172	0.000074548	174	0.00041716
-----	------------	-----	-------------	-----	------------

175	0.00084938	179	0.	182	0.00012075
-----	------------	-----	----	-----	------------

186	0.00018189	189	0.	190	0.
-----	------------	-----	----	-----	----

192	0.00031766	196	0.00036457	200	0.
-----	------------	-----	------------	-----	----

201	0.	207	0.001143	210	0.0008571
-----	----	-----	----------	-----	-----------

211	0.	212	0.	213	0.00088533
-----	----	-----	----	-----	------------

216	0.	219	0.0008985	225	0.0011146
-----	----	-----	-----------	-----	-----------



232	0.000037942	236	0.00073993	238	0.00063404
243	0.00041793	245	0.00027291	252	0.0007757
253	0.00029991	263	0.00028227	264	0.00086136
269	0.0013057	272	0.00041136	273	0.00061304
275	0.000013667	276	0.00035969	280	0.00013871
282	0.00027479	286	0.00019879	290	0.00086136
295	0.000034723	296	0.000047807	297	0.00007954
301	0.000021136	303	0.00018596	309	0.
310	0.00011487	312	0.000024455	314	0.00002550
315	0.0000094654	318	0.000035834	321	0.
325	0.00045508	327	0.00018336	328	0.00004095
334	0.0001642	335	0.00026362	337	0.00016252
339	0.00027645	341	0.00088486	343	0.00028935
345	0.00024792	346	0.0002355	349	0.00084879
351	0.0009008	356	0.00094149	357	0.0010068
359	0.00094461	364	0.0010575	369	0.00068635
370	0.00083748	373	0.0010793	378	0.0000064
379	0.00008244	384	0.000020355	391	0.00026233
393	0.00031175	399	0.00064948	401	0.00002797
402	0.	404	0.00025448	408	0.00021791
409	0.00063359	410	0.00082578	411	0.00094554
412	0.00092998	420	0.000092512	424	0.00004130

427	0.00025664	432	0.00062064	435	0.00090508
437	0.0006228				

Output Vector 7033 - Plate Top VonMises Stress (Model  
Vector 245)

Maximum Element ID = 54 Value = 34731844.

Minimum Element ID = 13 Value = 1117414.

Type = Stress

1	7964517.	2	5709646.	3	3045658.
4	5485207.	5	6551774.	6	5064369.
7	11037329.	8	19895642.	9	25750751.
10	18777820.	11	12788822.	12	2393179.
13	1117414.	14	7276074.	15	27314055.
16	7793523.	17	4020887.	18	6545917.
19	4747924.	20	5365087.	21	22634158.
22	12966048.	23	1684526.	24	2420889.
25	10082029.	26	11844873.	27	30466737.
28	18684331.	29	13895294.	30	15191506.
31	7018819.	32	13987096.	33	25891203.
34	30477465.	35	21512013.	36	25928679.
37	22073580.	38	5275627.	39	4262927.
40	9264918.	41	23341015.	42	8812956.
43	27693798.	44	17508789.	45	4734381.

46	20079794.	47	23686779.	48	4390595.
49	7446475.	50	2473443.	51	10410458.
52	14942913.	53	27148923.	54	34731844.
55	7270728.	56	21285690.	57	20086422.
58	7711496.	59	9280844.	60	5652822.
61	4982083.	62	4444915.	63	6801840.
64	11884497.	65	17409279.		

### Summary

Maximum Value        688816. Output Vector 7114 - Plate X

### TransShear Force

Minimum Value        -634825. Output Vector 7114 - Plate X

### TransShear Force

### Displacement Summary

Maximum Value        0.0013057 Output Vector 1 - Total

### Translation

Minimum Value        -0.0013057 Output Vector 4 - T3

### Translation

### Force Summary

Maximum Value        1871384. Output Vector 55 - Total

### Constraint Moment

Minimum Value        -1793403. Output Vector 56 - R1

### Constraint Moment

Stress Summary

Maximum Value 39401568. Output Vector 7026 - Plate Top

Major Stress

Minimum Value -39401568. Output Vector 7227 - Plate Bot

Minor Stress

OUT PUT PERHITUNGAN TEMPERATUR, DEFLEKSI DAN TEGANGAN UNTUK

KEBOCORAN 9 mm

Output Set 3 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN

Output Vector 31 - Temperature

Maximum      Node ID = 33      Value = 480.683

Minimum      Node ID = 4      Value = 1.66592

Type = Temperature

4	1.66592	5	1.66592	9	1.66592
31	34.	33	480.683	93	1.66592
94	1.66592	99	1.66592	147	1.66592
154	1.66592	156	34.	157	34.
158	34.	159	1.66592	160	34.
162	1.66592	163	1.66592	164	1.66592
165	1.66592	167	1.66592	168	1.66592
169	1.66592	172	1.66592	174	1.66592
175	1.66592	179	34.	182	1.66592
186	1.66592	189	34.	190	34.
192	1.66592	196	1.66592	200	34.
201	34.	207	1.66592	210	1.66592
211	34.	212	34.	213	1.66592
216	34.	219	1.66592	225	1.66592
232	1.66592	236	1.66592	238	1.66592
243	1.66592	245	1.66592	252	1.66592

253	1.66592	263	1.66592	264	1.66592
269	1.66592	272	1.66592	273	1.66592
275	1.66592	276	1.66592	280	1.66592
282	1.66592	286	1.66592	290	1.66592
295	1.66592	296	1.66592	297	1.66592
301	1.66592	303	1.66592	309	1.66592
310	1.66592	312	1.66592	314	1.66592
315	1.66592	318	1.66592	321	1.66592
325	1.66592	327	1.66592	328	1.66592
334	1.66592	335	1.66592	337	1.66592
339	1.66592	341	1.66592	343	1.66592
345	1.66592	346	1.66592	349	1.66592
351	1.66592	356	1.66592	357	1.66592
359	1.66592	364	1.66592	369	1.66592
370	1.66592	373	1.66592	378	1.66592
379	1.66592	384	1.66592	391	1.66592
393	1.66592	399	1.66592	401	1.66592
402	1.66592	404	1.66592	408	1.66592
409	1.66592	410	1.66592	411	1.66592
412	1.66592	420	1.66592	424	1.66592
427	1.66592	432	1.66592	435	1.66592
437	1.66592				

Output Set 4 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN

Analysis Type = Static

Value = 0.

Output Vector 1 - Total Translation

Maximum            Node ID = 269            Value = 0.0010363

Minimum            Node ID = 31            Value = 0.

Type = Displacement

Component 0            2 - T1 Translation

Component 1            3 - T2 Translation

Component 2            4 - T3 Translation

4	0.000082198	5	0.000014478	9	0.00061421
31	0.	33	0.	93	0.00060483
94	0.00063146	99	0.00075186	147	0.
154	0.00016933	156	0.	157	0.
158	0.	159	0.00066099	160	0.
162	0.000091781	163	0.0000293	164	0.00027472
165	0.000012678	167	0.000044928	168	0.00004567
169	0.000043059	172	0.000050819	174	0.00032126
175	0.0006736	179	0.	182	0.00009290
186	0.00018214	189	0.	190	0.
192	0.00022157	196	0.0003027	200	0.



201	0.	207	0.00075984	210	0.00069214
211	0.	212	0.	213	0.00061098
216	0.	219	0.00071978	225	0.0008859
232	0.00003130	236	0.00055624	238	0.00046249
243	0.00034984	245	0.00021367	252	0.00061561
253	0.00025223	263	0.00025526	264	0.00058449
269	0.0010363	272	0.00034167	273	0.00051456
275	0.00004759	276	0.00021653	280	0.00012225
282	0.00020282	286	0.00014579	290	0.000689
295	0.000061478	296	0.000078386	297	0.00009168
301	0.000006522	303	0.00011453	309	0.
310	0.00011289	312	0.000035221	314	0.00001935
315	0.000018796	318	0.000039983	321	0.
325	0.00029899	327	0.00012199	328	0.00001355
334	0.00014783	335	0.00022673	337	0.00016346
339	0.00024503	341	0.00069082	343	0.00026545
345	0.00021103	346	0.00019179	349	0.00058284
351	0.00062732	356	0.00062678	357	0.0006627
359	0.00071019	364	0.00083939	369	0.00055057
370	0.00066227	373	0.0007311	378	0.00000986
379	0.000098429	384	0.000014263	391	0.00021019
393	0.00024821	399	0.00047725	401	0.00002630

402	0.	404	0.00021912	408	0.00019363
409	0.00051061	410	0.00064013	411	0.00071453
412	0.00072576	420	0.000076315	424	0.00002791
427	0.00021182	432	0.00045163	435	0.00061306
437	0.00045359				

Output Vector 7033 - Plate Top VonMises Stress (Model  
Vector 245)

Maximum Element ID = 27 Value = 30064966.

Minimum Element ID = 13 Value = 807740.

Type = Stress

1	7671970.	2	4502670.	3	3577248.
4	5865285.	5	4855357.	6	3645484.
7	9913519.	8	17892983.	9	25444074.
10	17698511.	11	10880969.	12	1262087.
13	807740.	14	6261678.	15	22631742.
16	7665232.	17	3676913.	18	5630034.
19	2789821.	20	5949034.	21	23601543.
22	12066170.	23	2091305.	24	2793655.
25	7578200.	26	6817296.	27	30064966.
28	17674296.	29	3452814.	30	8398941.
31	6986864.	32	9156151.	33	21066043.

34	24361595.	35	22016145.	36	25124944.
37	20493437.	38	3657923.	39	2419406.
40	6825420.	41	19320295.	42	7907267.
43	22298686.	44	15073697.	45	3931484.
46	16395182.	47	19524732.	48	9178026.
49	11597794.	50	5122997.	51	11011041.
52	14218584.	53	23706274.	54	28914753.
55	5962296.	56	21960010.	57	19127545.
58	10889707.	59	12786010.	60	3698430.
61	6061318.	62	4595038.	63	915718.
64	11728140.				

OUTPUT PERHITUNGAN TEMPERATUR, DEFLEKSI, DAN TEGANGAN UNTUK

KEBOKORAN Y9 mm DENGAN MSC-NASTRAN 2.0

Output Set 3 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN                          Analysis Type = SS Heat

Value = 0.

Output Vector 31 - Temperature

Maximum                          Node ID = 33                          Value = 480.683

Minimum                          Node ID = 4                          Value = 18.3414

Type = Temperature

4	18.3414	5	18.3414	9	18.3414
31	34.	33	480.683	93	18.3414
94	18.3414	99	18.3414	147	18.3414
154	18.3414	156	34.	157	34.
158	34.	159	18.3414	160	34.
162	18.3414	163	18.3414	164	18.3414
165	18.3414	167	18.3414	168	18.3414
169	18.3414	172	18.3414	174	18.3414
175	18.3414	179	34.	182	18.3414
186	18.3414	189	34.	190	34.
192	18.3414	196	18.3414	200	34.
201	34.	207	18.3414	210	18.3414
211	34.	212	34.	213	18.3414
216	34.	219	18.3414	225	18.3414

232	18.3414	236	18.3414	238	18.3414
243	18.3414	245	18.3414	252	18.3414
253	18.3414	263	18.3414	264	18.3414
269	18.3414	272	18.3414	273	18.3414
275	18.3414	276	18.3414	280	18.3414
282	18.3414	286	18.3414	290	18.3414
295	18.3414	296	18.3414	297	18.3414
301	18.3414	303	18.3414	309	18.3414
310	18.3414	312	18.3414	314	18.3414
315	18.3414	318	18.3414	321	18.3414
325	18.3414	327	18.3414	328	18.3414
334	18.3414	335	18.3414	337	18.3414
339	18.3414	341	18.3414	343	18.3414
345	18.3414	346	18.3414	349	18.3414
351	18.3414	356	18.3414	357	18.3414
359	18.3414	364	18.3414	369	18.3414
370	18.3414	373	18.3414	378	18.3414
379	18.3414	384	18.3414	391	18.3414
393	18.3414	399	18.3414	401	18.3414
402	18.3414	404	18.3414	408	18.3414
409	18.3414	410	18.3414	411	18.3414
412	18.3414	420	18.3414	424	18.3414
427	18.3414	432	18.3414	435	18.3414
437	18.3414				

Temperature Summary

Maximum Value 480.683 Output Vector 31 - Temperature

Minimum Value -1.62552E-14 Output Vector 80010 - Elem X

Temp Gradient

Output Set 4 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN

Analysis Type = Static

Value = 0.

Output Vector 1 - Total Translation

(Model Vector

239)

Maximum Node ID = 269 Value = 0.0014116

Minimum Node ID = 31 Value = 0.

Type = Displacement

Component 0 2 - T1 Translation

Component 1 3 - T2 Translation

Component 2 4 - T3 Translation

4 0.000085777 5 0.0000099118 9 0.00085112

31 0. 33 0. 93 0.00095763

94 0.0010149 99 0.0010025 147 0.

154 0.00019946 156 0. 157 0.

158 0. 159 0.0010147 160 0.

162 0.000094756 163 0.000079716 164 0.00041154

165	0.00010751	167	0.000035617	168	0.000049849
169	0.000051533	172	0.00007966	174	0.00044937
175	0.00091677	179	0.	182	0.00013049
186	0.00019734	189	0.	190	0.
192	0.00034345	196	0.00039518	200	0.
201	0.	207	0.0012379	210	0.00092713
211	0.	212	0.	213	0.00095819
216	0.	219	0.0009707	225	0.0012049
232	0.000041195	236	0.00080024	238	0.00068576
243	0.0004518	245	0.00029457	252	0.00083807
253	0.00032301	263	0.00030592	264	0.00093247
269	0.0014116	272	0.00044396	273	0.00066266
275	0.000014677	276	0.0003884	280	0.00015022
282	0.00029708	286	0.00021346	290	0.00093068
295	0.000037327	296	0.000051347	297	0.000085466
301	0.000022025	303	0.00019936	309	0.
310	0.00012473	312	0.000026161	314	0.000027062
315	0.000011254	318	0.000038925	321	0.
325	0.00049173	327	0.00019789	328	0.000044366
334	0.00017798	335	0.00028581	337	0.00017632
339	0.00029994	341	0.00095751	343	0.00031346
345	0.00026848	346	0.0002552	349	0.00091854

22	13468576.	23	1746794.	24	2537484.
25	10608361.	26	12363799.	27	31750382.
28	19434169.	29	14445088.	30	15864938.
31	7299654.	32	14651525.	33	26856495.
34	31656777.	35	22289551.	36	26975514.
37	22955634.	38	5506315.	39	4434985.
40	9702028.	41	24267237.	42	9139622.
43	28868088.	44	18211423.	45	4945401.
46	20934147.	47	24630723.	48	4568428.
49	7751945.	50	2578067.	51	10761959.
52	15552885.	53	28340793.	54	36137276.
55	7594271.	56	22039503.	57	21008507.
58	8037407.	59	9624536.	60	6040981.
61	5359826.	62	4737694.	63	7167333.
64	12330076.	65	18176126.		

Summary

Maximum Value 662009. Output Vector 7114 - Plate X

TransShear Force

Minimum Value -610107. Output Vector 7114 - Plate X

TransShear Force

Displacement Summary

Maximum Value 0.0014116 Output Vector 1 - Total

Translation

Minimum Value -0.0014116 Output Vector 4 - T3

Translation

Force Summary

Maximum Value 1800903. Output Vector 55 - Total

Constraint Moment

Minimum Value -1726319. Output Vector 56 - R1

Constraint Moment

Stress Summary

Maximum Value 41011253. Output Vector 7026 - Plate Top

Major Stress

Minimum Value -41011253. Output Vector 7227 - Plate Bot

Minor Stress



351	0.00097447	356	0.0010193	357	0.0010901
359	0.0010223	364	0.0011423	369	0.0007410
370	0.00090486	373	0.0011681	378	0.0000067
379	0.000088847	384	0.00002214	391	0.00028317
393	0.00033668	399	0.00070238	401	0.00002998
402	0.	404	0.00027389	408	0.00023444
409	0.00068358	410	0.00089223	411	0.0010227
412	0.0010055	420	0.0001006	424	0.000045021
427	0.00027715	432	0.00067125	435	0.0009796
437	0.00067357				

Output Vector 7033 - Plate Top VonMises Stress (Model  
Vector 245)

Maximum Element ID = 54 Value = 36137276.

Minimum Element ID = 13 Value = 1151760.

Type = Stress

1	8319902.	2	5944638.	3	3171142.
4	5715456.	5	6815510.	6	5241607.
7	11495297.	8	20618147.	9	26893088.
10	19532483.	11	13283307.	12	2459071.
13	1151760.	14	7574345.	15	28477841.
16	8048850.	17	4195998.	18	6822553.
19	4945876.	20	5629544.	21	23484576.