

20934/ITS/H/2004



TUGAS AKHIR

(KL. 1702)

ANALISA BERBASIS LRFD ATAS PENGARUH EKSENTRISITAS PADA KEKUATAN KAKI JACK-UP TIPE TRUSS K BRACING 4 CHORD AKIBAT BEBAN DECK

RSKe
627.98
pra
a — 1
2003



Disusun Oleh:

ARYO PRAMUDYO K.

4398.100.015

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	12 - 9 - 2003
Terima Dari	H/
No. Agenda Prp.	219168

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

2003

**ANALISA BERBASIS LRFD ATAS PENGARUH
EKSENTRISITAS PADA KEKUATAN KAKI JACK - UP TIPE
TRUSS K BRACING 4 CHORD AKIBAT BEBAN DECK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Surabaya, Agustus 2003

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. Daniel M. Rosyid, Ph. D
Nip. 131 782 038



Dosen Pembimbing II



Ir. Murdjipto, MSc. Eng
Nip. 132 149 376

ABSTRAK

Tugas akhir ini menganalisa pengaruh eksentrisitas kaki jack up tiga kaki tipe truss 4 chord dengan jenis K bracing. Jack up yang dianalisa merupakan jack up Dyvi Gamma yang beroperasi pada kedalaman 76,5 m di Laut Utara. Tugas akhir ini meneliti seberapa besar pengaruh eksentrisitas kaki jack up terhadap kekuatan struktur kaki jack up akibat variasi beban deck dan beban gelombang dengan menggunakan aturan API RP-2A LRFD. Eksentrisitas terjadi akibat adanya pengaruh kondisi struktur yang relatif lentur dan juga didukung oleh adanya pengaruh beban deck selain beban terbesarnya yaitu beban gelombang pada saat penurunan kaki jack up ke dasar laut.

Analisa ini dilakukan melalui dua tahapan analisa yaitu analisa stick model yang bertujuan untuk menentukan gaya reaksi pada kaki. Tahapan yang kedua yaitu adalah analisa detailed model. Pada analisa detailed model dilakukan analisa pada struktur dengan pengaruh gaya-gaya yang dihasilkan pada analisa stick model. Proses analisa ini dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak GT-STRUDEL. Hasil dari analisa ini berupa tegangan struktur. Berdasarkan analisa didapatkan bahwa eksentrisitas berpotensi memperbesar tegangan pada struktur. Kenaikan tegangan kombinasi rata-rata akibat variasi beban deck pada kaki Jack Up adalah 21,34% untuk setiap kenaikan eksentrisitas.

Jadi berdasarkan hasil analisa, eksentrisitas pada kaki jack up sangat berpengaruh pada kekuatan struktur dilihat dari kenaikan harga tegangan pada elemen kritis.

KATA PENGANTAR

Assallammu'alaikum wr.wb.

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan segenap kemampuan yang penulis miliki. Tugas akhir ini berjudul **"Analisa Berbasis LRFD Atas Pengaruh Eksentrisitas Pada Kekuatan Struktur Kaki Jack-Up Tipe Truss K Bracing 4 Chord Akibat Beban Deck"**.

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi kesarjanaan (S-1) di jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Tugas akhir ini menganalisa tentang pengaruh eksentrisitas kaki jack up terhadap kekuatan struktur akibat variasi beban deck (*live loads*) dengan menggunakan aturan API RP 2A LRFD. Struktur Jack Up yang diambil adalah struktur *Dyvi Gamma* memiliki 3 kaki dengan tipe truss 4 chord K bracing yang berlokasi di Laut Utara.

Penulis menyadari dalam melakukan penelitian mungkin tidak sempurna dan terdapat kekeliruan-kekeliruan yang tidak disengaja. Maka dari itu penulis minta maaf atas segala kekurangannya dan penulis juga berharap semoga penelitian ini dapat berguna bagi pembaca yang membutuhkan di kemudian harinya.

Wassallamualaikum wr.wb.

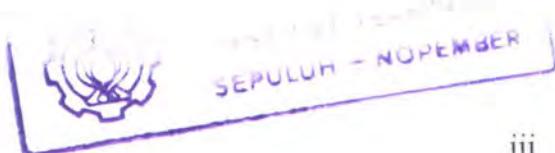
Surabaya, Agustus 2003

Aryo P. K.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari dorongan dan bantuan dari pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bantuannya baik itu secara moral maupun fisik. Untuk itu penulis dengan tulus ikhlas ingin mengucapkan beribubribu terima kasih pada pihak-pihak sebagai berikut :

1. Tuhan Penguasa Hidupku, yang telah memberikan kenikmatan kepadaku.
2. Kedua Orang Tuaku, **Genot Suhartono** dan **Andayaningsih** atas segala doa, kasih sayang, perhatian dorongan baik secara moril maupun materil kepadaku sehingga dapat menyelesaikan studi.
3. Adikku, **Dhimas Haryogo** dan seluruh famili-familiku yang tidak bisa aku sebutkan satu persatu disini karena terlalu banyak, terima kasih atas dukungannya selama ini.
4. Inspirasiku, **EI** yang selalu menemani hatiku disaat aku dalam ragu.
5. Bapak Ir. Paulus Indiyono, MSc. PhD, selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS
6. Bapak Dr. Ir. Wahyudi, MSc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS dan selaku Dosen Wali pengganti.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. W A Pratikto, MSc selama menjadi Dosen Wali.
8. Bapak Ir. Daniel M. Rosyid, PhD selaku Dosen Pembimbing I atas segala bantuan dan bimbingan yang diberikan.



9. Bapak Ir. Murdjito, MSc.Eng selaku Dosen Pembimbing II terima kasih atas segala ilmu, bantuan, bimbingan, pengalaman dan dorongan yang telah diberikan padaku dalam penyelesaian tugas akhir ini maupun dalam menyelesaikan kuliah.
10. Bapak-bapak Dosen beserta seluruh karyawan Teknik Kelautan ITS yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu atas ilmu yang diberikan kepada penulis serta bantuannya selama penulis menyelesaikan studi di jurusan ini.
11. Teman-teman seangkatan 98, milka (atas semua informasinya), diah, satrianto, nuril, didik, suyuth, puguh, dadang, indah, tia, teddy, yenung, mamad, lucky, rudi, agus, willy, mamah, sulung, fonda, zakkinen, wiyono, sindhu, ari, rendra, daffi, teguh, djatmiko, doni, iwan, rouf, panggi, yusuf, yosi, udin, bambang, bunbun, djatmiko, buset, dll. atas kebersamaan, bantuan, dorongan dan dukungannya selama aku studi di sini dan aku harap kita tidak akan saling melupakan.
12. Teman-teman 95, yusuf akhirnya kita lulus bareng.
13. Teman-teman 96, rumanto dan inos (atas informasi GT-STRUDLnya), ondy (atas informasi LRFDnya), bobby (atas puisi-puisinya), antok, hari dan uton (jangan patah semangat bro... semua hanya masalah waktu).
14. Teman-teman 97, Pradin (atas informasi STRUDLnya), didik (atas informasi DnVnya dan selamat menikah), dain, jenik, topeng (tetap semangat!).
15. Teman-teman 99, ferry (jangan cuek-cuek kasihan tuh anak orang!), alexis, satrio (raihlah impianmu ama kelly), itop (selamat menjalani do'a sang katak), breh, rohmat (atas 'diskusinya'), vikri (tetaplah

menjadi "Pejuang" seperti adanya), ali, fahmi, gempur, dan lain-lainnya.

16. Teman-teman 2000, erfan (kalo nyanyi yang ekspresif!), sofyan dan jaelani (bimbinglah adik-adikmu!).
17. Teman-teman 2001, zakki, abe, dhimas, eko (uruslah HIMA dengan benar!), Helen dan kawan-kawan (tetep kompak ya!).
18. Adik-adik 2002, Do'e, melati, wilna, baim, astrid, nunik, sarce, dan lainnya (atas happy-happynya).
19. Band-band punkrock, NOFX, High Standart, Bad Religion, The Ataris, Lagwagon, Me First and the Gimme Gimmes, Greenday, MXPX, No Use For A Name, Decendent, Rancid, dan band-band punkrock lainnya, yang selalu menemaniku dalam penulisan ini.
20. Dan semuanya yang penulis tidak bisa tulis dan sebutkan satu per satu, terimakasih atas segala bantuan, dorongan dan dukungannya.

Semoga segala sesuatunya tidak akan pernah menjadi sia-sia, amin.

Surabaya, Agustus 2003

Aryo P. K.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Ucapan Terima Kasih	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	x
Daftar Notasi	xii
Daftar Tabel	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	I-1
1.2. Perumusan Masalah	I-5
1.3. Tujuan	I-5
1.4. Manfaat	I-5
1.5. Batasan Masalah	I-6
I.6. Metodologi Penelitian	I-8
I.7. Sistematika Penulisan	I-11

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka	II-1
2.2. Landasan Teori	
2.2.1. <i>Jack-Up Platform</i> Secara Umum	II-4
2.2.1.1. Konstrusi Kaki <i>Jack-Up</i>	II-10
2.2.1.2. Kriteria Perancangan	
Bentuk Kaki <i>Jack-Up</i>	II-11
2.2.1.3. Konstruksi Sepatu Tumpu	
dan Sistem <i>Jacking</i>	II-14
2.2.1.4. Sistem Pengikat	II-16

2.2.1.5. Prosedur Perancangan Struktur <i>Jack-Up</i>	II-16
2.2.2. API RP 2A - Load and Resistance Factor Design	II-18
2.2.2.1. Pembebanan LRFD	II-20
2.2.2.1.1. Beban Mati 1 (<i>dead loads 1</i>)	II-20
2.2.2.1.2. Beban Mati 2 (<i>dead loads 2</i>)	II-21
2.2.2.1.3. Beban Hidup 1 (<i>live loads 1</i>)	II-21
2.2.2.1.4. Beban Hidup 2 (<i>live loads 2</i>)	II-21
2.2.2.1.5. Beban Lingkungan	II-22
2.2.2.2. Kondisi Pembebanan	II-22
2.2.2.3. Kriteria Kekuatan <i>Member Tubular</i>	II-23
2.2.3. Teori Gelombang	II-27
2.2.4. Perhitungan Beban Angin	II-33
2.2.5. Perhitungan Beban Arus	II-33
2.2.6. Teori Pemodelan Struktur	
2.2.6.1. Pemodelan Secara Umum	II-35
2.2.6.2. Pemodelan Struktur <i>Jack-Up</i>	II-37
2.2.7. Dasar Metode Elemen Hingga	
2.2.7.1. Pendiskritan dari yang Sistem Dianalisa	II-49
2.2.7.2. Pemilihan Model Lendutan	II-50
2.2.7.3. Penurunan Matrik Kekakuan Elemen	II-51
2.2.7.4. Penggabungan Elemen	II-52
2.2.7.5. Perhitungan Lendutan dari Persamaan Aljabar	

Simultan	II-53
2.2.7.6. Menentukan Tegangan dan Regangan Elemen	II-53
2.2.8. Indeks Struktural	II-54
2.2.9. Analisa Quasi Statis	II-54

BAB III PEMODELAN STRUKTUR DAN PEMBEBANAN

3.1. Umum	III-1
3.2. Metodologi Analisis	III-3
3.3. Penjelasan Alur Pengerjaan	
3.3.1. Pengumpulan Data	III-10
3.3.2. Pemodelan Struktur Kaki Jack-Up	
3.3.2.1. Stick Model	III-11
3.3.2.2. Detailed Model	III-15
3.3.2.2.1. Data Ukuran Jack-Up	III-17
3.3.2.2.2. Pemodelan Beban	III-24
3.3.3. Analisa Pemodelan Struktur	III-28
3.3.4. Kesimpulan	III-29

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hasil	
4.1.1. Analisa Respons pada Stick Model	IV-3
4.1.1.1. Gaya Reaksi pada Tumpuan Searah Sumbu X	IV-4
4.1.1.2. Moment pada Tumpuan Searah Sumbu Y	IV-5
4.1.2. Respons Analisa Global	IV-7
4.1.3. Analisa Detailed Model Akibat Pengaruh <i>Eksentrisitas</i> Terhadap Kekuatan Struktur	IV-9
4.1.3.1. Tegangan Kombinasi	IV-10

4.1.3.2. Tegangan Aksial	IV-12
4.1.3.3. Tegangan Lentur	IV-13
4.1.3.4. Tegangan Geser	IV-14
4.1.3.5. <i>Unity Check (Code Check)</i>	IV-15
4.2. Pembahasan	IV-17

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-3

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Gambar Struktur Dengan Pengaruh Eksentrisitas	I -4
Gambar 1.2. Struktur <i>Jack-Up</i> 3 Kaki dengan 4 <i>Chord</i> Tampak Atas	I -6
Gambar 1.3. Bentuk Kaki Tipe <i>Truss</i> 4 <i>Chord</i> dengan K <i>Bracing System</i>	I -7
Gambar 2.1. Konstruksi <i>Chord</i> Tipe <i>MSC/Fride Goldman chord</i>	II-13
Gambar 2.2. Konstruksi <i>Chord</i> Tipe <i>Gusto Chord</i>	II-13
Gambar 2.3. Grafik <i>Region of Validity</i> (API RP 2A, 1994)	II-28
Gambar 2.4. <i>Stick model</i> Struktur <i>Jack-Up</i> (Boswell L.F., 1987)	II-38
Gambar 2.5. Luasan Ekuivalen untuk K <i>Bracing System</i> (Murdjito, 1997)	II-40
Gambar 2.6. Proyeksi <i>Chord</i> dan <i>Rack</i> (DnV, 1984)	II-41
Gambar 2.7. Proyeksi <i>Diagonal Brace</i> (DnV, 1984)	II-41
Gambar 2.8. <i>Horisontal Brace</i> dan <i>Secondary Brace</i> (DnV, 1984).	II-42
Gambar 2.9. CD untuk <i>Chord</i> dan <i>Rack</i>	II-43
Gambar 2.10. <i>Detailed Model</i> Struktur <i>Jack-Up</i>	II-48
Gambar 3.1. Diagram Metodologi Penelitian	III-9
Gambar 3.2. Sistem <i>Support</i> dan Nomor <i>Joint Stick Model</i> 1 Kaki untuk Analisa <i>Stick Model</i>	III-12
Gambar 3.3. <i>Stick Model</i> dengan Pengaruh <i>Eksentrisitas</i>	III-13
Gambar 3.4. Diagram Alur Pembuatan <i>Stick Model</i>	III-15
Gambar 3.5. Diagram Alur Pembuatan Model dan	

BAB I

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Rancang bangun struktur *jack-up platform* pada tahun-tahun terakhir ini ditujukan untuk daerah perairan yang semakin dalam dengan kondisi laut yang semakin ganas dan waktu pengoperasian yang semakin lama. Hal ini merupakan terobosan baru dalam pengoperasian anjungan *jack-up platform* yang secara teknis dan ekonomis mampu bersaing dengan jenis-jenis anjungan yang lain. Konfigurasi *jack-up platform* ditujukan agar anjungan ini setelah melakukan fungsinya pada satu lokasi dapat dipindahkan dan digunakan lagi untuk operasi di tempat lain. Pemahaman akan perkembangan perancangan (*conceptual design*) struktur *jack-up* yang telah ada merupakan hal penting agar perancang dapat menciptakan suatu rancangan baru yang inovatif dan kompetitif dalam aspek operasional. Metodologi dan prosedur teknis perancangan *jack-up* masih perlu disempurnakan lagi dengan memasukan permasalahan kompleksitas dari sistem (Murdjito, 1993).

Cara Tradisional untuk melakukan proses perancangan ini adalah menggunakan pendekatan iteratif



yang melibatkan perhitungan yang lazim disebut analisa. (Rosyid, 1996).

Dalam perancangan struktur *jack-up platform* terdapat tiga fase, yaitu fase transportasi, instalasi dan operasi yang harus senantiasa menjadi bahan pertimbangan utama (Murdjito, 1997). Dalam analisa design *jack-up* perlu dilakukan secara integrasi atas parameter-parameter perancangan. Kondisi *jack-up* pada waktu operasi merupakan kondisi yang paling penting dalam analisa struktur *jack-up*.

Perkembangan konsep analisa struktur anjungan lepas pantai meliputi jenis, tata letak dan geometri struktur. Tujuan setiap analisa struktur adalah untuk memastikan bahwa respon yang dihitung (terutama tegangan dan lendutan) bagi model struktur yang ditinjau berada dalam harga-harga yang diijinkan (Rosyid, 1996).

Metode penting yang sering digunakan dalam pekerjaan analisa suatu konstruksi bangunan lepas pantai adalah metode deterministik. Metode ini biasa digunakan untuk analisa perancangan konsep karena analisisnya mudah dilakukan dan hasilnya dalam waktu singkat dapat dilihat. Analisa yang biasa digunakan untuk perancangan *jack-up platform* adalah *quasi static deterministic analysis*, dimana beban gelombang (beban



siklis) yang mengenai struktur didekomposisikan menjadi gelombang reguler yang tidak dinyatakan dalam fungsi waktu, sehingga beban siklis seolah-olah dianggap sebagai beban statis. Analisa ini dilakukan mengingat banyaknya kesulitan yang ditemui dalam analisa dinamis. Pendekatan statis ini diambil untuk mendapatkan gambaran awal konsep perancangan yang paling potensial untuk dikembangkan sebelum dilakukan analisa lebih lanjut.

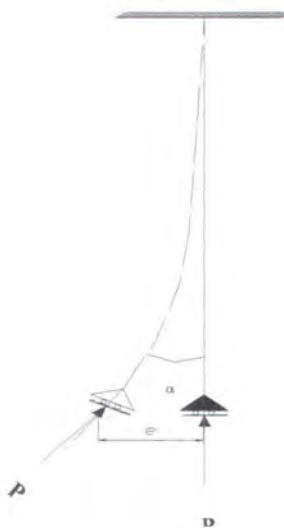
Untuk proses analisa model matematis struktur, ada dua metode penting yang lazim digunakan, yakni *Discrete Element Method (DEM)* dan *Finete Element Method (FEM)*. Pertama yang dilakukan untuk analisa struktur adalah analisa secara global untuk mendapatkan ukuran utama *jack-up*. Setelah ini baru dilakukan pemodelan detail (*detailed model*) untuk melihat karakteristik tiap-tiap elemen (Murdjito, 1996)

Pada saat pelaksanaan instalasi *jack-up* yaitu pada fase *jacking* atau penurunan kaki *jack-up* bisa ditemukan kasus dimana adanya pengaruh eksentrisitas kaki *jack-up* diakibatkan beban gelombang dan beban arus. Eksentrisitas pada kaki *jack-up* ini dapat berpengaruh pada beban kritis euler yang secara otomatis akan berpengaruh pada kekakuan kaki *jack-up*. Selain itu beban kritis euler juga dapat mengakibatkan pengaruh



pada momen pengembali struktur terhadap momen guling. Untuk itu perlu diperhatikan pengaruh eksentrisitas kaki *jack-up* terhadap kekuatan kaki *jack-up* itu sendiri.

Eksentrisitas adalah suatu bentuk penyimpangan sumbu gaya aksial yang terjadi pada tumpuan, jadi eksentrisitas merupakan suatu jarak penyimpangan tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.1. Dengan adanya eksentrisitas dapat mengakibatkan peningkatan tegangan pada member dan sekaligus akan menurunkan kekuatan struktur *Jack Up* itu sendiri.



Gambar 1.1. Gambar struktur dengan pengaruh eksentrisitas



1.2. Perumusan Masalah

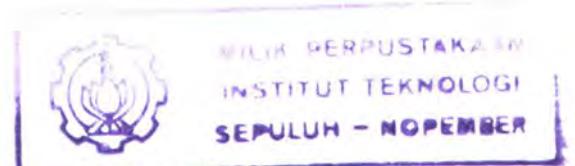
Dengan mempertimbangkan latar belakang pengaruh eksentrisitas kaki *jack-up*, maka perumusan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini adalah :

- Bagaimana pengaruh eksentrisitas pada kekuatan kaki *jack-up* tipe *truss K bracing 4 chord* terhadap kekuatan struktur kaki *jack-up* akibat perubahan beban deck.

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan tugas akhir ini adalah :

- Mengetahui seberapa besar pengaruh eksentrisitas pada kekuatan kaki *jack-up* tipe *truss K bracing 4 chord* akibat perubahan beban deck. Adapun parameter kekuatan kaki *jack-up* tersebut adalah :
 - ❖ Tegangan struktur yang meliputi: tegangan aksial, tegangan geser, dan tegangan kombinasi.
 - ❖ Interaction Ratio.



1.4. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari analisa dalam tugas akhir ini adalah mendapatkan hasil pengaruh

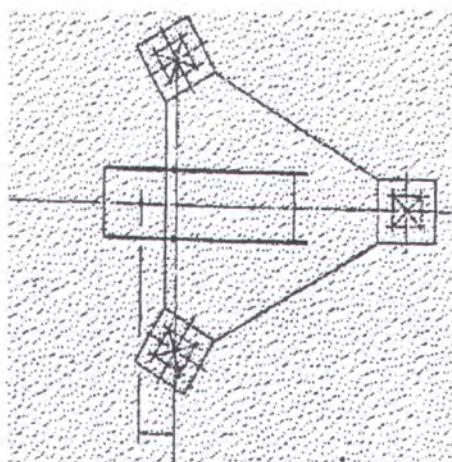


eksentrисitas terhadap kekuatan kaki jack-up tipe truss K bracing 4 chord.

1.5. Batasan Masalah

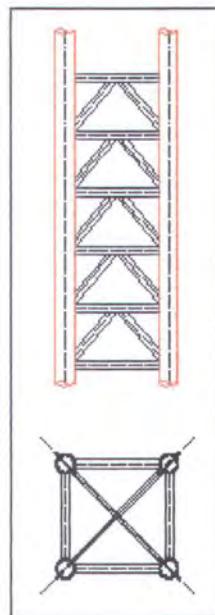
Untuk mempersempit permasalahan dan mempermudah perhitungan maka akan dibatasi sebagai berikut :

- Jenis struktur yang dianalisa adalah kaki jack-up dengan jumlah kaki 3.



Gambar 1.2. Struktur jack-up 3 kaki dengan 4 chord
tampak atas

- Beban yang bekerja pada struktur adalah beban vertikal (*payload*) dan beban gelombang, serta arus.
- Analisa yang dipakai adalah analisa statis pada kondisi operasional di Laut Utara.
- Bentuk kaki yang ditinjau adalah tipe truss K-brace 4 chord.

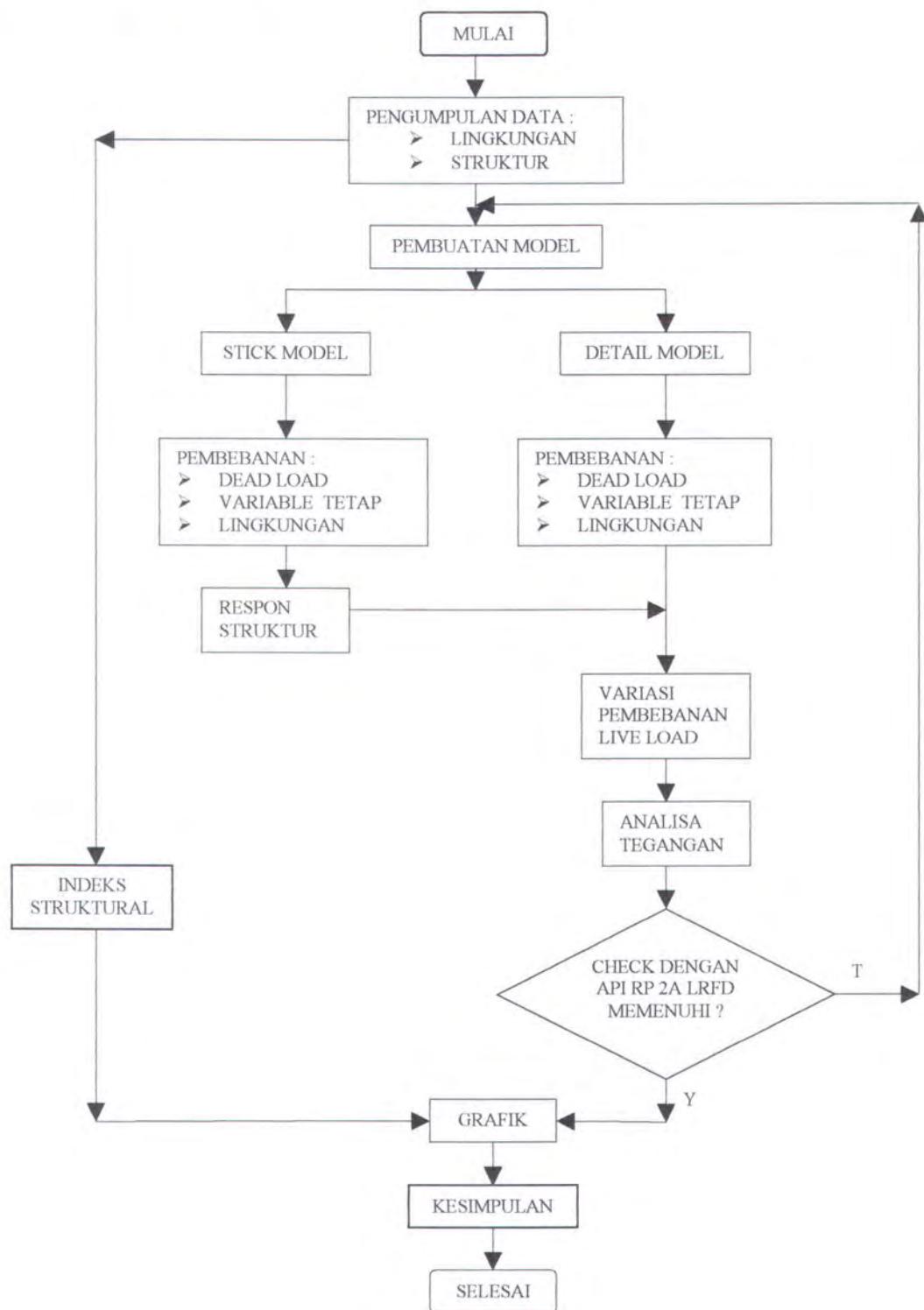


Gambar 1.3. Bentuk kaki tipe truss 4 chord dengan K
bracing system

- e. Analisa pembebanan struktur menggunakan pendekatan API RP 2A-LRFD.
- f. Kaki dianggap terpanjang dengan tumpuan engsel.
- g. Penyudutan pada kaki *jack-up* sebesar $e/L = 0.018$, $e/L = 0.052$, $e/L = 0.088$ dan $e/L = 0.107$.
- h. Data ukuran utama *jack-up* didapat dari existing model *Dyvi Gamma*.
- i. Perhitungan respons struktur meliputi tegangan, gaya reaksi dan momen yang bekerja dilakukan dengan menggunakan program *GT-STRUDL*.
- j. Beban yang divariasikan adalah beban hidup (*live loads*).



1.6. Metodologi Penelitian.





Metodologi yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

1. Pengumpulan data lingkungan.

Pengumpulan data lingkungan meliputi data gelombang, data arus, dan data angin yang nantinya digunakan sebagai perhitungan beban lingkungan.

Pengumpulan data struktur.

Pengumpulan data struktur *jack-up* meliputi dimensi, *material properties* dan berat peralatan yang diambil dari *existing model*. Data yang ada nantinya digunakan untuk menghitung analisa tegangan dan sebagai bahan perhitungan indeks struktural

2. Pemodelan struktur.

Sebelum pemodelan kita tentukan konfigurasi *bracing system* yang akan digunakan, dimana disini konfigurasi *bracing system* yang digunakan adalah K-brace. Setelah konfigurasi *bracing system* ditentukan maka kita lakukan dua macam pemodelan, yaitu pertama dengan menggunakan *stick model* dan yang kedua dengan *detailed model*.

3. Pemodelan *stick model*.

Stick model merupakan suatu batang yang sudah equivalent (mendekati *detailed modelnya*) dalam hal perilaku strukturnya. Sebelum melakukan analisa lebih lanjut kita harus melakukan equivalent model dengan *detailed model* untuk mendapatkan properti



equivalentnya, disini untuk K-brace. Kemudian dilakukan pembebanan dengan menggunakan eksentrisitas mulai dari e/L 0.018, 0.052, 0.088 sampai 0.107 beserta dengan beban-beban yang lain seperti beban lingkungan, *dead loads*, serta *live loads*. Kemudian kita analisa dan menghasilkan respon struktur. Respon yang diinginkan berupa gaya reaksi yang bekerja pada tumpuan, dimana akan berfungsi sebagai beban eksentrisitas pada *detailed model*.

Pemodelan *detailed model*.

Dalam *detailed model* kita modelkan struktur sesuai dengan data yang sudah ada dan menghitung equivalent modelnya, dimana equivalent model tersebut berfungsi sebagai data properti pada *stick model*. Setelah *detailed model* jadi kita lakukan pembebanan, yaitu beban lingkungan, *dead loads*, variable tetap (berat deck keseluruhan dikurangi dengan *live loads*nya). Dengan data beban tambahan dari *stick model*, yaitu berupa gaya eksentrisitas dan variasi *live loads* yang akan dianalisa.

4. Analisa Tegangan.

Analisa tegangan membutuhkan input beban lingkungan, *dead loads*, variable tetap (berat deck



total dikurangi live loads), gaya eksentrisitas dari *stick model*, dan variasi live loads.

Setelah dianalisa kemudian dicek kembali dengan menggunakan API RP 2A-LRFD, apakah rasio interaksi ≤ 1 . Jika tidak kita harus mengubah konfigurasi kaki *jack-up*. Kemudian apabila ya, maka kita bandingkan perilaku strukturnya dengan indeks struktural sehingga didapatkan gambar grafik perbandingan.

5. Kesimpulan.

Kesimpulan dari hasil analisa perilaku struktur kaki *jack-up* tipe *truss K-brace 4 chord* akibat pengaruh eksentrisitas pada kaki *jack-up*.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Pada bab I akan diterangkan mengenai latar belakang studi yang dilakukan, permasalahan, tujuan yang akan dicapai yaitu permasalahan yang ada, manfaat, batasan-batasan masalah yang dipakai dalam penyelesaian tugas akhir ini dan metodologi penelitian serta sistematika penulisan laporan tugas akhir ini.



Dalam penyelesaian masalah dalam tugas akhir ini penulis berpedoman pada beberapa penelitian tentang struktur bangunan lepas pantai yang pernah dilakukan dan dasar teori khususnya tentang *Jack Up platform*. Hal tersebut akan di bahas pada bab II. Dasar teori yang digunakan antara lain dasar-dasar perancangan *Jack Up* dan pemodelan tentang eksentrisitas, teori gelombang, ketentuan dan peraturan mengenai kekuatan struktur yang direkomendasikan oleh *API RP2A-LRFD*.

Bab III menerangkan tentang pemodelan struktur secara keseluruhan yang mengikuti metodologi penelitian yang telah ditentukan. Pemodelan ini meliputi pemodelan struktur dan pembebanan, termasuk di dalamnya adalah pengumpulan data struktur dan data lingkungan, penentuan konfigurasi struktur *Jack Up*, pemodelan *stick model* yang termasuk di dalamnya pelaksanaan *equivalent model* dari *detailed model* ke *stick model*, pemodelan *detailed model* dari data yang telah ada. Pemodelan beban yang dilakukan mengikuti data yang telah ada dan teori perhitungan yang ditentukan. Pemodelan ini mengacu pada peraturan yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini yaitu *API RP2A-LRFD*.



Bab IV akan membahas tentang pengaruh eksentrisitas terhadap kekuatan struktur yang didapat dengan bantuan software *GT-STRUDL* berdasarkan standar perancangan *API RP2A-LRFD*.

Bab V berisi kesimpulan dan saran penyelesaian permasalahan penelitian lebih lanjut dari struktur.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN
LANDASAN TEORI



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka.

Perkembangan teknologi di bidang bangunan lepas pantai melaju pesat. Munculnya struktur-struktur yang lebih memiliki teknologi yang lebih baik meningkatkan hasil eksplorasi yang lebih berkualitas dan pengoperasiannya lebih ekonomis. Salah satu contoh adalah *Jack-up platform* yang dapat dioperasikan lebih dari satu kali penggunaan. Jadi apabila ladang minyak di suatu tempat telah habis maka struktur ini dapat dioperasikan di tempat lainnya dengan cara di pindah tempatkan.

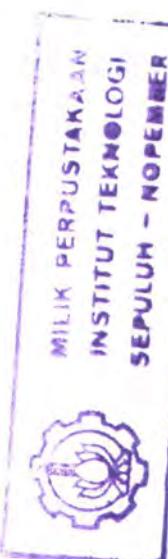
Jack-up Platform merupakan anjungan lepas pantai yang sampai sekarang ini paling banyak digunakan untuk pengeboran sumur-sumur minyak. Cara dalam pengoperasian minyak sangatlah bervariasi. Lama pengoperasian *Jack-up platform* tidak tentu, bisa saja dia hanya beroperasi dalam jangka waktu satu minggu atau beberapa bulan hingga beberapa tahun. Jangka waktu ini bergantung pada jenis pengoperasian yang dilakukan, apakah dia sebagai anjungan produksi, anjungan pengeboran atau sebagai anjungan pendukung.



Perkembangan *Jack-up* sekarang ini menuntut untuk beroperasi di perairan yang lebih dalam dengan waktu operasi yang lebih lama, dengan tujuan untuk menghasilkan suatu komoditas yang lebih ekonomis secara teknis sehingga dapat bersaing dengan jenis anjungan lainnya.

Jack-up platform merupakan kombinasi konsep antara anjungan terpanjang (*fixed offshore platform*) dan anjungan terapung (*floating offshore platform*). Kombinasi struktur ini diharapkan dapat memadukan dua keunggulan dari masing-masing struktur seperti *jacket steel structure* dan *semi submersible*. Ini dikarenakan pada fase transportasi *jack-up* berada dalam kondisi terapung sedangkan pada fase operasi *jack-up* dalam kondisi terpanjang dengan kedalaman perancangan sekitar 1 m sedang geladak dan bangunan atas ditopang oleh kaki-kakinya berada pada ketinggian yang tidak dijangkau oleh gelombang. Hal ini menjadikan *jack-up* pada waktu operasional lebih stabil bila dibandingkan dengan anjungan terapung dan lebih mudah untuk ditransportasi karena dalam kondisi terapung dibanding bangunan terpanjang. (Murdjito, 1996).

Beban yang paling berpengaruh pada struktur *jack-up* adalah beban hidrodinamis. Pengaruh beban dapat mengakibatkan kegagalan pada struktur tersebut berupa





terjadinya deformasi yang serius pada struktur *jack-up* atau stabilitas *jack-up* yang terlalu rendah.

Hal yang lebih penting, *jack-up* memiliki kekakuan lateral yang sangat kecil, seiring dengan bertambahnya kedalaman laut, periode natural *jack-up* cukup besar dan mulai melebihi batas pada periode gelombang mulai dengan energi yang signifikan (periode 4 – 5 second dan di atasnya). Oleh karena periode *jack-up* lebih besar dari 3 detik maka analisa dinamis pada struktur *jack-up* akibat beban *hidrodinamis siklis* adalah hal yang sangat penting untuk mengetahui respons total dari struktur kaki *jack-up* (Boswell L.F., 1987).

Deformasi yang serius pada struktur *jack-up* terjadi terutama pada deformasi pada kaki di daerah *hot spot*. Terjadinya deformasi ini dapat diakibatkan oleh kondisi plastis struktur dan karena *fatigue*. Kondisi plastis tentunya sebagai akibat dari besarnya beban external baik itu berupa beban lingkungan maupun lainnya. Kekakuan struktur yang terlalu rendah dan periode natural terlalu tinggi menjadikan respon maximum struktur tinggi.

Kondisi *jack-up* yang relatif lentur dan proses instalasi pada waktu *jacking* dengan kondisi perairan yang bergelombang mengakibatkan struktur mudah mengalami *eksentrисitas*. Adanya *eksentrисitas* ini



berpengaruh pada tegangan kaki sekaligus berpengaruh pada kekuatan struktur *jack-up* itu sendiri.

2.2. Landasan Teori.

2.2.1. Jack-up Platform Secara Umum

Konsep perancangan *Jack-up platform* merupakan gabungan antara *fixed structure (jacket steel structure)* dan *floating structure (semi submersible)*. Dengan konsep ini diharapkan struktur *jack-up* dapat memiliki kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh kedua tipe struktur tersebut, yaitu pada fase operasi maupun pada fase transportasi.

Jack-up platform memiliki tiga tahap pengoperasian yaitu fase transportasi, fase operasi dan fase instalasi. Setiap fase mempunyai pengaruh masing-masing terhadap perancangan *jack-up platform*. Oleh karena itu ketiga fase tersebut harus menjadi satu pertimbangan dalam perancangan. Ketiga fase tersebut akan dijelaskan di bawah ini.

1. Fase Transportasi

Fase transportasi adalah pemindahan *jack-up platform* dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Hal ini dapat terjadi pada satu lokasi pengeboran ke lokasi pengeboran lain atau dari galangan atau pelabuhan ke lokasi kerja. Pada umumnya struktur *jack-up platform*



tidak dilengkapi dengan fasilitas penggerak sendiri (*propulsion system*). Pada waktu transportasi salah satu ujung kaki-kaki *jack-up platform* terikat pada geladak sedang ujung yang lain bebas menjulang di atas geladak. Untuk transportasi *jack-up platform* ada dua cara yang sering digunakan yakni :

a. Sistem Transportasi Basah (*Wet Tow Transportation*)

Pada *wet tow transport*, *jack-up platform* dalam keadaan terapung dan ditarik dengan tug boat ke lokasi operasi. Sistem transportasi basah biasanya hanya untuk *ocean going* dengan jarak relatif dekat. Sebagai kriteria perancangan untuk sistem transportasi basah adalah stabilitas dalam keadaan terapung. Sebagai parameter stabilitas struktur di sini adalah stabilitas dinamis struktur. Untuk *jack-up platform* besarnya stabilitas dinamis struktur pada umumnya lebih besar dari 1.4.

Beban yang diderita oleh *jack-up platform* pada waktu *wet tow transport* berupa :

- Beban vertikal pada geladak sebagai akibat dari berat kaki, konstruksi geladak dan fasilitas yang ada di atas geladak struktur *jack-up*.
- Beban momen pada kaki, terutama pada bagian kaki yang terikat dengan geladak *jack-up*. Hal



ini diakibatkan oleh beban angin, gerakan *platform* dan kecepatan transportasi.

- Beban vertikal, horisontal dan momen yang terjadi pada kaki-kaki *jack-up* selanjutnya didistribusikan ke geladak *jack-up* melalui konstruksi pengikat antara ujung kaki dengan geladak.

b. Sistem Transportasi Kering (*Dry Transport*)

Sistem transportasi kering adalah transportasi *jack-up platform* di atas geladak kapal atau tongkang pengangkut. Metoda *dry transport* pada umumnya *float on/float off* (*Flo on/Flo off*). Dengan *dry transport*, *jack-up* dapat dengan cepat dipindahkan dan pada umumnya untuk transport jarak jauh. Selain itu *dry transport* dapat lebih menjamin keselamatan dan keandalan transport struktur. Berat dan besarnya struktur *jack-up platform* serta ketersedian fasilitas transportasi menentukan kelayakan pelaksanaan transportasi. Sebagai kriteria transport adalah stabilitas kapal/tongkang pengangkut.

2. Fase Instalasi.

Fase instalasi dilakukan setelah anjungan *jack-up* sampai di lokasi operasi. Fase instalasi meliputi kegiatan penurunan kaki *jack-up* hingga menyentuh dasar



laut, pembebanan awal (*pre-loading*) dan mengangkat geladak hingga ketinggian tertentu dari permukaan air tenang agar tidak terjangkau gelombang air laut. Dan yang terakhir adalah pengikatan kaki dengan geladak. Pada fase ini sering terjadi adanya pengaruh eksentrisitas yang diakibatkan adanya *external forces* yaitu beban gelombang maupun beban arus serta beban deck, karena semakin dalam *jack-up* itu diturunkan maka kekakuan kaki semakin kecil dan plastisitasnya semakin besar.

Penggunaan *jacking system* kemungkinan beban yang terjadi adalah :

- Deformasi geladak sebagai akibat dari berat kaki-kaki *jack-up*. Akan tetapi deformasi ini juga dapat menimbulkan beban momen pada kaki-kaki *jack-up* tersebut.
- Sebagai akibat tumbukan antara kaki *jack-up* dengan dasar laut dapat menimbulkan beban *axial* dan momen pada kaki *jack-up*. Pada kondisi ini berat *platform* dan fasilitasnya sangat berperan penting.
- Sebagai akibat dari rotasi kaki *jack-up* dengan geladak dapat mengakibatkan timbulnya momen dan beban geser.



3. Fase Operasi

Fase operasi ialah fase dimana *jack-up* melakukan fungsinya. Kriteria terpenting pada fase operasi ialah besarnya momen pengembali yang dimiliki *jack-up*. *Jack-up* dituntut mempunyai momen pengembali yang lebih besar dari momen guling akibat pengaruh kondisi lingkungan. Besarnya perbandingan antara momen pengembali yang dimiliki oleh *jack-up* dengan momen guling maksimal yang diakibatkan oleh lingkungan tidak boleh kurang dari 1,3.

$$\frac{\text{momen_pengembali}}{\text{momen_guling_maksimal}} \geq 1.3 \quad (2.1)$$

Besarnya momen guling yang timbul ditentukan oleh beban lingkungan yang dipengaruhi oleh konstruksi *jack-up* terutama diameter kaki, koefisien *drag* (C_d), koefisien *inersia* (C_m), dan besarnya beban angin.

Besarnya momen pengembali yang dimiliki oleh *jack-up* akan sangat tergantung pada besarnya beban fungsional dan posisi titik berat beban tersebut terhadap sumbu putarnya. Disamping itu jarak antar kaki disini akan menentukan besarnya lengan momen pengembali *jack-up*. Besarnya beban fungsional yang harus dimiliki oleh *jack-up* akan menentukan ukuran *platform*. Hal ini berhubungan dengan kebutuhan luas geladak dan kapasitas



muat yang tersedia. Disisi lain ukuran *platform* juga ditentukan oleh posisi dimana kaki *jack-up* dirancang.

Untuk dapat menilai kestabilan *platform*, disini dipakai sebagai acuan adalah faktor keselamatan yang merupakan perbandingan antara momen pengembali struktur dengan momen guling beban lingkungan. Dimana momen pengembali struktur dapat dihitung dengan rumus :

$$M_s = (M_{so} - n * e_0 * P_i) * \left[1 - \frac{P_i}{P_e} \right] \quad (2.2)$$

dimana :

$$M_{so} = G * b \quad (2.3)$$

$$e_0 = 0,003 * L \quad (2.4)$$

$$P_e = \frac{\pi^2 EI}{4L^2} \quad (2.5)$$

Dimana:

M_s = momen pengembali struktur (Nm)

G = berat fungsional (N)

b = jarak antara titik berat ke sumbu putar (m)

n = jumlah kaki

P_i = beban aksial terkecil pada kaki (N)

P_e = beban kritis Euler untuk silinder (N)

e_0 = eksentrisitas tumpuan (m)

Dapat dilihat bahwa eksentrisitas pada kaki *jack-up* berpengaruh pada momen pengembali struktur, dan itu



jelas berpengaruh pada kekuatan struktur jack-up itu sendiri.

2.2.1.1. Konstruksi Kaki Jack-up

Jumlah kaki *jack-up platform* bervariasi dari 3 buah hingga 8 buah. Perancangan *jack-up* modern cenderung mengurangi jumlah kaki menjadi 3 atau 4 buah. Pengurangan jumlah kaki *jack-up* berarti pengurangan berat total struktur dan menurunkan beban hidrodinamis. Secara umum orang cenderung memilih *jack-up* 3 kaki daripada 4 kaki (lihat gambar 2.9.) (Murdjito, 1997).

Selain jumlah kaki, bentuk kaki juga sangat diperhatikan dalam perancangan struktur *jack-up platform*. Ada dua jenis bentuk kaki *jack-up*, yaitu:

1. Konstruksi Kaki Tertutup (*Closed Type*)

Konstruksi kaki tertutup berbentuk silinder pipa atau berbentuk kubus dengan lubang-lubang pen sepanjang kedua sisinya untuk fasilitas jacking. Kebanyakan *jack-up* dengan konstruksi kaki tertutup digunakan untuk operasi di daerah perairan dangkal dengan kondisi laut yang tenang, sehingga sebagian besar beban lingkungan berupa beban hidrodinamis disamping beban angin. Jika daerah operasi semakin dalam, maka diameter kaki, berat konstruksi serta beban hidrodinamis akan menjadi semakin besar



sehingga akan semakin besar pula biaya yang akan ditanggung.

2. Konstruksi Kaki Cangkang (*Truss Type*)

Semua konstruksi kaki jack-up modern sekarang berbentuk kaki cangkang. Ada dua tipe konstruksi kaki cangkang (*bay type*), yakni tipe 3 *chord* (3-*chordsbay type*) dan tipe 4 *chord* (4-*chordsbay type*). Untuk tipe 3 *chord*, penampang kaki akan berbentuk segitiga dengan *chord* diujung-ujungnya dihubungkan oleh penegar (*bracing*). Sedang untuk tipe 4 *chord*, penampang kaki akan berbentuk segi empat. Konstruksi kaki cangkang menjadikan beban hidrodinamis yang bekerja lebih rendah dibanding dengan konstruksi tertutup (Murdjito, 1997).

2.2.1.2. Kriteria Perancangan Bentuk Kaki Jack-up

Kriteria dalam perancangan konstruksi kaki jack-up dengan tipe cangkang meliputi:

1. Jarak Antar Kaki

Jarak antar kaki akan menentukan stabilitas struktur dalam menahan beban momen.

2. Jarak Antar Chord

Selain menentukan kekakuan kaki juga menentukan berat kaki. Jarak antar *chord* akan menentukan momen inersia, berarti juga akan menentukan kemampuan struktur dalam menahan beban momen dan gaya geser.



3. Tipe Chord

Bentuk dan ukuran *chord* sangat menentukan kekuatan kaki *jack-up* dengan konstruksi cangkang terhadap pengaruh beban. Bentuk dan ukuran kaki *jack-up* ditentukan oleh:

- a. Kekakuan dan kekuatan kaki secara global.
- b. Posisi dan konstruksi dari *rack* dan *pinion* pada *system jacking*.
- c. Hubungan antara kaki dengan permukaan sepatu tumpu (*spud can*).
- d. Tegangan antara kaki dengan sepatu tumpu.
- e. Tegangan ijin untuk sambungan antara *chord* dengan penegar (*bracing*).

Ada dua kelompok besar konstruksi *chord*, yaitu:

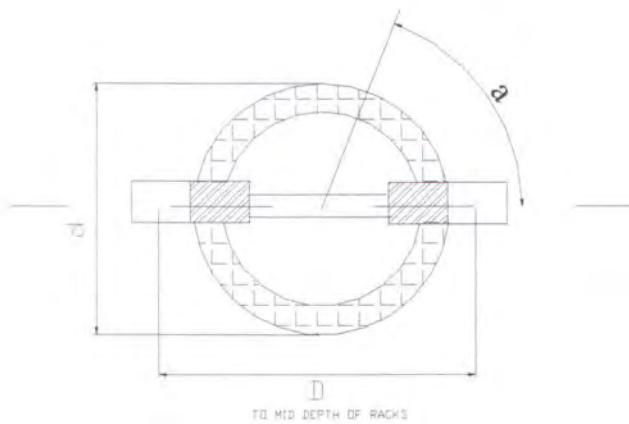
a) *MSC-Chord*

Termasuk dalam *MSC-chord* adalah *chord* tipe *Firde Goldman* dan *Modec*. *Chord* tipe ini berbentuk silinder yang berbentuk dari dua pasang setengah lingkaran silinder baja dengan konstruksi dua sisi *rack* berada ditengah-tengah silinder. *Chord* tipe ini sering digunakan pada konstruksi kaki ³ *chord*.





MSC/FRIDE Goldman - Chord

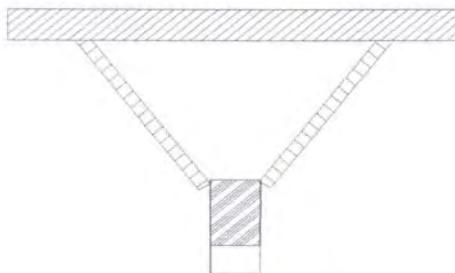


Gambar 2.1. Konstruksi Chord Tipe MSC/FRIDE
Goldman-Chord

b) *Marathon-chord*

Termasuk dalam kelompok *Marathon chord* ialah *Gusto-chord* dan *MLMC-chord*. Chord jenis ini berbentuk segitiga dengan satu sisi *rack*. Chord tipe ini banyak terlihat untuk konstruksi kaki 4 *chord*.

Marathon Gusto - Chord



Gambar 2.2. Konstruksi Chord Tipe Gusto Chord

4. Bentuk Penampang Kaki Jack-up



Untuk konstruksi kaki cangkang ada dua tipe yang dikenal, yaitu tipe 3 *chord* (*3-chordsbay type*) dan tipe 4 *chord* (*4-chordsbay type*). Untuk tipe 3 *chord*, penampang kaki akan berbentuk segitiga dengan *chord* ujung-ujungnya yang dihubungkan oleh penegar (*bracing*). Sedang untuk tipe 4 *chord*, penampang kaki akan berbentuk segi empat.

5. Tipe Bracing

Untuk kaki dengan konstruksi cangkang ada tiga jenis sistem *bracing* yang biasa digunakan, yaitu tipe Z-*bracing*, K-*bracing* dan X-*bracing*. Dari ketiga tipe *bracing* diatas tipe K-*bracing* dan X-*bracing* yang paling banyak digunakan untuk konstruksi cangkang kaki *jack-up* di perairan dalam (lihat gambar 1.2) (Murdjito, 1997).

2.2.1.3. Konstruksi Sepatu Tumpu Dan Sistem Jacking

Untuk sistem *jacking* secara umum melibatkan 4 elemen penting konstruksi *jack-up*, yaitu:

1. Pelindung tekanan bagian atas (*upper guide*)
2. Sistem *jacking* (*Jacking system*)
3. Sistem pengikat (*Fixation system*)
4. Pelindung tekanan bagian bawah (*lower guide*)

Sistem *jacking* merupakan konstruksi vital pada struktur *jack-up*. Sistem *jacking* berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan kaki, melakukan pembebanan



awal dan untuk menaikkan serta menurunkan geladak. Untuk *jack-up* yang modern, sistem jackingnya menggunakan *rack* dan *pinion*. Sistem jacking ini efektif dalam mentransformasikan beban dari kaki ke geladak serta memudahkan dan mempercepat pelaksanaan kegiatan.

Dilihat dari konstruksinya, sistem *rack-pinion* dapat dikelompokkan dalam dua cara, yakni:

- a. *Rack-pinion* sistem ganda (*Opposed rack-pinion elevating system*)

Sistem *pinions* ini diletakkan pada dua sisi pada elemen utama (*chord*) dan kaki *jack-up*.

- b. *Rack-pinion* sistem tunggal (*Unopposed rack-pinion elevating system*)

Pinions hanya dipasang pada satu sisi setiap elemen utama kaki (*chord*) kaki *jack-up*.

Didalam pemodelan struktur sambungan antara kaki dengan geladak akan sangat ditentukan oleh pemilihan tipe sistem *jacking*. Hal ini dikarenakan pemilihan ini akan menentukan karakteristik respon pada sambungan diatas, yang berarti karakteristik dari seluruh sistem.

Dilihat dari sistem penggerak yang mendukung sistem *jacking*, ada beberapa jenis sistem yang ada dilapangan, yakni: sistem hidrolis, sistem elektrik, sistem *jacking* kecepatan tinggi, *positive engagement jacking system*, dll. Dari beberapa sistem penggerak



jacking diatas, hanyalah sistem hidrolis dan elektris yang paling popular pada konstruksi *jack-up* terutama untuk *jack-up* ukuran besar. Jumlah daripada *pinions* untuk satu unit *jack-up* sangat bervariasi, dari 12 buah hingga 72 buah *pinions*.

2.2.1.4. Sistem Pengikat

Sistem pengikat dipasang pada tengah-tengah sambungan antara geladak dan kaki *jack-up*. Fungsi dari pengikat adalah menggantikan fungsi *jacking* pada waktu transportasi dan operasi. Disamping itu sistem pengikat juga berperan mengurangi gerakan *jack-up* terutama pada daerah sambungan tersebut, terhadap beban yang ada secara umum fungsi pengikat adalah sebagai berikut (Murdjito, 1997) :

1. Menciptakan suatu kondisi sambungan yang mati antara kaki dengan geladak pada waktu transportasi dan operasi.
2. Mentransfer beban momen lentur dari kaki ke geladak dalam bentuk tegangan vertikal dan gaya tekan pada elemen utama.

2.2.1.5. Prosedur Perancangan Struktur *Jack-up*

Secara garis besar prosedur perancangan struktur *jack up platform* adalah sebagai berikut (Murdjito, 1997) :

1. Analisa kondisi lingkungan.



Kondisi lingkungan tempat beroperasinya jack up platform meliputi gelombang laut, arus laut, angin, kondisi tanah pondasi dan lain-lain. Lingkungan tersebut berpengaruh sangat besar pada beban lingkungan yang bekerja pada struktur *jack-up*. Untuk lokasi operasi di perairan dalam, beban hidrodinamis mengambil peranan penting pada total beban yang bekerja pada struktur.

2. Menentukan beban fungsional.

Besarnya beban fungsional sangat ditentukan oleh berat struktur beserta fasilitasnya dan daya muat (*payload*).

3. Informasi geologi.

Informasi geologi berisi informasi tentang sifat-sifat dan struktur mekanis tanah dasar laut dimana *jack-up* akan dioperasikan. Informasi ini sangat penting untuk menentukan pemodelan pondasi. Oleh karena masih sulitnya untuk mendapatkan data geologi yang lengkap pada daerah operasi lebih dari satu lokasi, maka informasi geologi ini sering hanya didasarkan pada data statistik dan asumsi.

4. Perhitungan beban eksternal

Beban eksternal yang paling dominan untuk *jack-up* di daerah operasi laut dalam adalah beban



hidrodinamis. Besarnya beban hidrodinamis akan sangat tergantung pada penentuan teori gelombang, penentuan beban gelombang serta transformasi parameter hidrodinamika ke beban hidrodinamis pada struktur.

5. Analisa model struktur.

Hal ini meliputi analisa respons struktur terhadap beban yang bekerja dan analisa terhadap stabilitas *jack-up* dari pengaruh beban lingkungan pada fase operasional.

6. Evaluasi

Hasil dari analisa diatas akan dievaluasi dan disesuaikan dengan menggunakan kriteria perancangan yang ada untuk menentukan kelayakan hasil perancangan. Kriteria perancangan struktur *jack-up* ini pada umumnya telah didefinisikan oleh Biro Klasifikasi seperti DnV, API, ABS, LR dan lain sebagainya dalam bentuk rules .

2.2.2. API RP 2A - Load and Resistance Factor Design

Load and Resistance Factor Design (LRFD) merupakan metode desain yang menggunakan faktor keselamatan untuk menyatakan kekuatan *ultimate* dari material. Dimana



kekuatan material dikalikan dengan suatu faktor yang lebih kecil satu. Sedangkan beban yang bekerja pada struktur dikalikan suatu faktor lebih besar dari satu. Hasil perkalian antara kekuatan dengan faktor tersebut dalam penggunaannya harus lebih besar dari hasil perkalian antara beban dan faktor beban (Arbabi, F 1991).

Persamaan umum dari desain LRFD diberikan seperti pada persamaan,

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i$$

keterangan :

ϕ = komponen *resistance factor* (< 1)

R_n = Kekuatan kompilasi nominal

Q = faktor *load* pada komponen untuk jenis beban
i

γ_i = faktor beban

i = jenis beban

dimana secara umum persamaan tersebut berarti bahwa kekuatan yang disediakan dalam desain paling tidak sama dengan beban-beban yang bekerja pada struktur yang telah dikalikan dengan faktor pembebanan. Dimana Q_i adalah jenis beban yang bekerja antara lain beban mati (D), beban hidup (L), beban angin (W), beban salju (S), beban gempa (E). Sedang γ_i merupakan faktor beban



yang mempunyai nilai berlainan pada masing-masing jenis beban (Salmon CH. Dan Johnson JE, 1992)

Faktor - faktor kelebihan beban tergantung pada tipe beban dan kombinasi beban yang diberi faktor pembebanan. Bagian lain dari cadangan kekuatan yang berkaitan dengan keamanan adalah faktor resistensi yang bervariasi menurut tipe batang dan keadaan batas yang diperhitungkan.

2.2.2.1. Pembebanan LRFD

Berikut adalah macam pembebanan yang termasuk dalam kriteria desain API -Recommended Practice 2A Load and Resistance Factor Design.

2.2.2.1.2. Beban Mati 1 (Dead Load 1)

Dead Load 1 adalah beban struktur itu sendiri termasuk :

1. Berat struktur di udara termasuk berat berat tiang pancang, grout, dan solid ballast.
2. Berat peralatan dan komponen yang lain yang terpasang secara permanen pada platform.
3. Gaya hidrostatis yang bekerja pada struktur dibawah garis air termasuk internal dan external pressure
4. Berat air yang terperangkap dalam struktur.



2.2.2.1.2. Beban Mati 2 (Dead Load 2)

Dead Load 2 adalah beban yang terjadi pada *platform* yang disebabkan oleh peralatan dan komponen lain, yang mana berubah pada mode operasi satu ke mode operasi yang lain. Yang termasuk dalam beban ini adalah :

1. Berat dari pengeboran dan peralatan produksi yang dapat ditambahkan atau dipindah dari *platform*.
2. Berat dari tempat tinggal, *helipad*, peralatan selam, dan peralatan lain yang ditambahkan atau dipindah dari *platform*.

2.2.2.1.3. Beban Hidup 1 (Live load 1)

Live load 1 adalah berat *consumable supplies* dan cairan dalam pipa dan tangki. Nominal berat (L_1) dihitung dari berat nominal dari material yang paling berat dan kapasitas paling besar pada mode pengoperasian.

2.2.2.1.4. Beban Hidup 2 (Live Load 2)

Live load 2 adalah jangka pendek gaya yang bekerja pada struktur pada operasi seperti pengangkatan *drill string*, pengangkatan *crane*, *machine operations*, *vessel mooring*, dan beban *helicopter*. Nilai nominal harus beban yang disebabkan oleh rata-rata kapasitas maksimum



dari peralatan yang dimaksud dan harus termasuk efek dinamis dan tumbukan.

2.2.2.1.5. Beban Lingkungan

Beban lingkungan adalah beban yang terjadi pada *platform* yang disebabkan oleh kejadian alam, antara lain beban gelombang, arus, gempa, es, juga perubahan yang terjadi pada tekanan *hidrostatic* dan *buoyancy* akibat perubahan dari ketinggian air yang disebabkan oleh pasang surut dan gelombang.

2.2.2. Kondisi Pembebanan

Untuk pembebanan dengan beban angin, gelombang, dan arus pada setiap *member* atau *joint*, maka API RP2A - LRFD memberikan bentuk pemfaktoran sebagai berikut :

1. Extreme Condition

$$Q = 1.1 D_1 + 1.1 D_2 + 1.1 L_1 + 1.35 (W_e + 1.25 D_n)$$

Bila beban gravitasi berlawanan dengan *internal forces* akibat beban angin, gelombang dan arus, maka bentuk persamaan pembebenan adalah:

$$Q = 0.9 D_1 + 0.9 D_2 + 0.8 L_1 + 1.35 (W_e + 1.25 D_n)$$

2. Operating Condition

$$Q = 1.3 D_1 + 1.3 D_2 + 1.5 L_1 + 1.5 L_2 + 1.2 (W_o + 1.25 D_n)$$

Keterangan :

Q = beban

$D_{1,2}$ = dead load



$L_{1,2}$ = live load

W_e = beban lingkungan pada kondisi extreme

W_o = beban lingkungan pada kondisi beroperasi

D_n = inertial load, abaikan jika periode natural struktur < 3 detik

2.2.2.3. Kriteria Kekuatan Member Tubular

Kekuatan member tubular pipe dalam fixed jacket steel structure harus memenuhi persyaratan kriteria kekuatan.

- Tegangan tarik (*axial tension*)

$$f_t \leq \phi_t F_y$$

dimana :

F_y = kekuatan nominal yield

f_t = tegangan tarik aksial

ϕ_t = faktor tahanan untuk kekuatan tarik,
0.95

- Tegangan tekan (*axial compression*)

$$f_c \leq \phi_c F_{cn}$$

dimana :

F_{cn} = kekuatan nominal tekan aksial

f_c = tegangan tekan aksial

ϕ_c = faktor tahanan untuk kekuatan tekan
aksial, 0.85



(1) Column buckling

$$F_{cn} = [1.0 - 0.25 \lambda^2] F_y \quad \text{untuk } \lambda < \sqrt{2}$$

$$F_{cn} = \frac{1}{\lambda^2} F_y \quad \text{untuk } \lambda \geq \sqrt{2}$$

$$\lambda = \frac{KL}{\pi r} \left[\frac{F_y}{E} \right]^{0.5}$$

dimana :

λ = parameter kerampingan kolom

E = modulus Young

K = faktor panjang efektif

L = panjang unbraced

R = jari-jari girasi

(2) Local buckling

Elastic local buckling stress

$$F_{xe} = 2 C_x E (t/D)$$

dimana :

F_{xe} = kekuatan nominal lokal inelastic buckling

C_x = koefisien elastis kritis bukling

D = diameter luar

T = ketebalan dinding

x = sumbu longitudinal pada member

Inelastic local buckling stress

$$F_{xc} = F_y \quad \text{for } \frac{D}{t} \leq 60$$



$$F_{xc} = \left[1.64 - 0.23 \left(\frac{D}{t} \right)^{1/4} \right] F_y \quad \text{for } \frac{D}{t} > 60$$

dimana :

F_{xc} = kekuatan nominal lokal inelastic buckling

Tegangan tekuk (*bending*)

$$f_b \leq \phi_b F_{bn}$$

f_b = M/S , tegangan *bending* akibat faktor beban.

$$M \leq M_p$$

dimana $M > M_y$, f_b ekuivalen dengan tegangan elastis *bending*

S = modulus elastis

M = momen *bending*

M_p = momen plastis

M_y = momen elastis *yield*

ϕ_b = faktor tahanan untuk kekuatan *bending*, 0.95

F_{bn} = kekuatan nominal *bending*

$$F_{bn} = (Z/S) F_y$$

untuk $D/t \leq 10340/F_y$ (F_y dalam Mpa)

untuk $D/t \leq 1500/F_y$ (F_y dalam ksi)

$$F_{bn} = [1.13 - 2.58 (F_y D/E t)] (Z/S) F_y$$

untuk $10340/F_y < D/t \leq 20680/F_y$ (F_y dalam Mpa)

untuk $1500/F_y < D/t \leq 3000/F_y$ (F_y dalam ksi)

$$F_{bn} = [0.94 - 0.76(F_y D/E t)] (Z/S) F_y$$



untuk $20680/F_y < D/t \leq 300$ (F_y dalam Mpa)

untuk $3000/F_y < D/t \leq 300$ (F_y dalam ksi)

dimana :

Z = modulus plastis

➤ Tegangan geser

$$f_v \leq \phi_v F_{vn}$$

$$f_v = \frac{2V}{A}$$

dimana :

F_{vn} = kekuatan nominal geser, $F_y/\sqrt{3}$

f_v = maksimum tegangan geser

V = gaya geser beam

A = luasan bagian melintang

ϕ_v = faktor tahanan untuk kekuatan geser, 0.95

➤ Tegangan geser torsi

$$f_{vt} \leq \phi_v F_{vtn}$$

$$f_{vt} = \frac{M_{vt}D}{2I_p}$$

f_{vt} = tegangan geser torsi

F_{vtn} = kekutan nominal torsi $F_y/\sqrt{3}$

M_{vt} = momen torsi

I_p = momen inersia polar

➤ Tegangan majemuk tekan dan tekuk



$$\frac{f_c}{\phi_c F_{cn}} + \frac{1}{\phi_b F_{bn}} \left\{ \left[\frac{C_{my} f_{by}}{\left(1 - \frac{f_e}{\phi_c F_{ey}} \right)} \right]^2 + \left[\frac{C_{mz} f_{bz}}{\left(1 - \frac{f_e}{\phi_c F_{ez}} \right)} \right]^2 \right\}^{0.5} \leq 1.0$$

dan

$$1 - \cos \left[\frac{\pi}{2} \frac{(f_c)}{\phi_c F_{xc}} \right] + \frac{[(f_{by})^2 + (f_{bz})^2]^{0.5}}{\phi_b F_{bn}} \leq 1.0$$

dimana :

C_{my}, C_{mz} = faktor reduksi sesuai dengan member sumbu y dan z

F_{ey}, F_{ez} = kekuatan Euler buckling sesuai dengan member sumbu y dan z

$$F_{ey} = F_y / \lambda_y^2$$

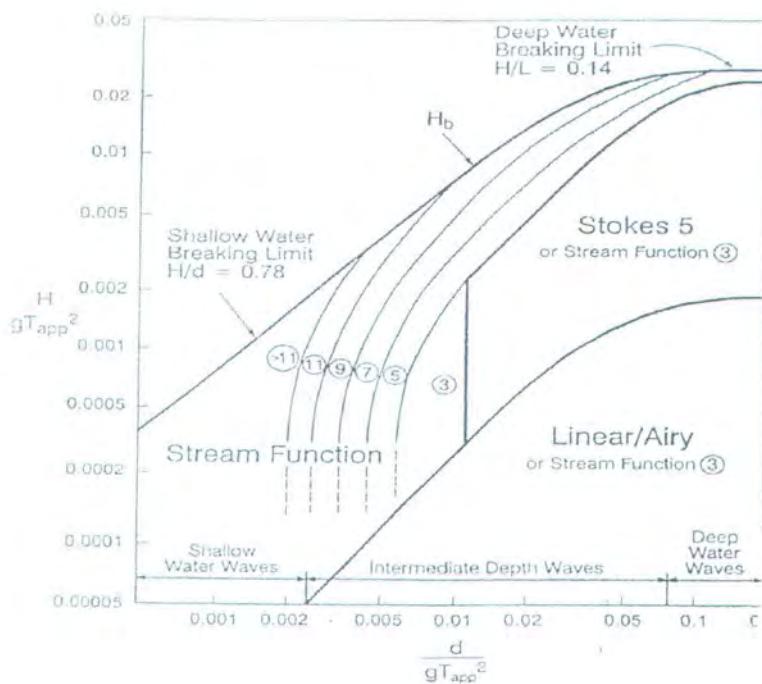
$$F_{ez} = F_z / \lambda_z^2$$

λ_y, λ_z = parameter kerampingan kolom untuk member sumbu y dan z , dimana parameter K, L dan r dipilih seusai dengan bending dalam arah y dan z

2.2.3. Teori Gelombang

Dalam perhitungan beban gelombang, maka teori gelombang yang digunakan disesuaikan dengan grafik validitas teori gelombang berdasarkan parameter H/gT^2

dan d/gT_{app}^2 (Chakrabarti, 1987) seperti terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Grafik Region of Validity
(API RP 2A, 1994)

Teori gelombang yang sering dipakai dalam analisa struktur jack-up ialah teori gelombang linier airy dan teori gelombang non-linier stokes orde 5. Untuk tinggi gelombang H , angka gelombang k , dan frekuensi f , mengacu pada arah x positif, defleksi bebas air permukaan η dari still water level, menurut teori stokes order 5 dideskripsikan oleh persamaan 2.6 sebagai berikut (Dawson T.H, 1983):

$$\eta = \frac{1}{k} \sum_{n=1}^5 F_n \cos n(kx - \omega t) \quad (2.6)$$

dimana F_1, F_2, F_3, F_4 dan F_5 didapat dari



$$F_1 = a$$

$$F_2 = a^2 F_{22} + a^4 F_{24}$$

$$F_3 = a^3 F_{33} + a^5 F_{35}$$

$$F_4 = a^4 F_{44}$$

$$F_5 = a^5 F_{55}$$

Dengan F_{22} , F_{24} , dll, menyatakan parameter profil gelombang yang berdasarkan pada nilai kd dan a yang menyatakan parameter tinggi gelombang melalui persamaan 2.7 sebagai berikut (Dawson T.H, 1983) :

$$kH = 2 \left[a + a^3 F_{33} + a^5 (F_{35} + F_{55}) \right] \quad (2.7)$$

Kecepatan perambatan partikel air menurut teori gelombang Stokes orde 5 ialah (Dawson, 1983) :

- Kecepatan partikel

$$u = \frac{\omega}{k} \sum_{n=1}^5 G_n \frac{\cosh nky}{\sinh nkH} \cos n(kx - \omega t) \quad (2.8)$$

- Percepatan partikel

$$a = \frac{kc^2}{2} \sum_{n=1}^5 R_n \sin n(kx - \omega t) \quad (2.9)$$

Dimana:

$$G_1 = a G_{11} + a^3 G_{13} + a^5 G_{15}$$

$$G_2 = 2(a^2 G_{22} + a^4 G_{24})$$

$$G_3 = 3(a^3 G_{33} + a^5 G_{35})$$

$$G_4 = 4 a^4 G_{44}$$



$$G_5 = 5 a^5 G_{55}$$

Dengan G_{11} , G_{13} , dll menyatakan parameter kecepatan gelombang berdasarkan pada nilai kh. Parameter F_{22} , F_{24} , G_{11} dll didapatkan dari Skjelbreia dan Hendrickson seperti ditunjukkan pada table 2.1.

Table 2.1. Nilai parameter profil gelombang

d/λ	F_{22}	F_{24}	F_{33}	F_{35}	F_{44}	F_{55}
0.10	3.892	-28.61	13.09	-138.6	44.99	163.8
0.15	1.539	1.344	2.381	6.935	4.147	7.935
0.20	0.927	1.398	0.996	3.679	1.259	1.734
0.25	0.699	1.064	0.630	2.244	0.676	0.797
0.30	0.599	0.893	0.495	1.685	0.484	0.525
0.35	0.551	0.804	0.435	1.438	0.407	0.420
0.40	0.527	0.759	0.410	1.330	0.371	0.373
0.50	0.507	0.722	0.384	1.230	0.344	0.339
0.60	0.502	0.712	0.377	1.205	0.337	0.329

Sumber: Skjelbreia and Hendrickson (1961)



Tabel 2.2. Nilai parameter kecepatan

d/λ	G11	G13	G15	G22	G24	G33	G35	G44	G55
0.10	1.000	-7.394	-12.73	2.996	-48.14	5.942	-121.7	7.671	0.892
0.15	1.000	-2.320	-4.864	0.860	-0.907	0.310	2.843	-0.167	-0.257
0.20	1.000	-1.263	-2.266	0.326	0.680	-0.017	1.093	-0.044	0.006
0.25	1.000	-0.911	-1.415	0.154	0.673	-0.030	0.440	-0.005	0.005
0.30	1.000	-0.765	-1.077	0.076	0.601	-0.020	0.231	0.002	0.001
0.35	1.000	-0.696	-0.925	0.038	0.556	-0.012	0.152	0.002	0.000
0.40	1.000	-0.662	-0.850	0.020	0.528	-0.006	0.117	0.001	0.000
0.50	1.000	-0.635	-0.790	0.006	0.503	-0.002	0.092	0.000	0.000
0.60	1.000	-0.628	-0.777	0.002	0.502	-0.001	0.086	0.000	0.000

Sumber: Sjelbreia and Hendrickson (1961)

Percepatan partikel air dapat dicari dengan menggunakan rumus (Dawson T.H, 1983) :

$$a_x = \frac{kc^2}{2} \sum_{n=1}^s R_n \sin n(kx - \omega t) \quad (2.10)$$

$$a_z = \frac{-kc^2}{2} \sum_{n=1}^s S_n \cos n(kx - \omega t) \quad (2.11)$$

dimana koefisien Rn dan Sn adalah sebagai berikut:

$$R_1 = 2U_1 - U_1U_2 - V_1V_2 - U_2U_3 - V_2V_3$$

$$R_2 = 4U_2 - U_1^2 + V_1^2 - 2U_1U_3 - 2V_1V_3$$

$$R_3 = 6U_3 - 3U_1U_2 + 3V_1V_2 - 3U_1U_4 - 3V_1V_4$$

$$R_4 = 8U_4 - 2U_1^2 + 2V_1^2 - 4U_1U_3 + 4V_1V_3$$

$$R_5 = 10U_5 - 2U_1U_4 - 5U_2U_3 + 5V_1V_4 + 5V_2V_3$$



$$S_0 = -2U_1V_1$$

$$S_1 = 2V_1 - 3U_1V_2 - 3U_2V_1 - 5U_2V_3 - 5U_3V_2$$

$$S_2 = 4V_2 - 4U_1V_3 - 4U_3V_1$$

$$S_3 = 6V_3 - U_1V_2 + U_2V_1 - 5U_1V_4 - 5U_4V_1$$

$$S_4 = 8V_4 - 2U_1V_3 + 2U_3V_1 + 4U_2V_2$$

$$S_5 = 10V_5 - 3U_1V_4 + 3U_4V_1 - U_2V_3 + U_3V_2$$

Dimana :

$$U_n = G_n \frac{\cosh nky}{\sinh nkh} \quad (2.12)$$

$$V_n = G_n \frac{\sinh nky}{\sinh nkh} \quad (2.13)$$

c adalah kecepatan rambat gelombang dengan formulasi:

$$c = \left[\frac{g}{k} \left(1 + a^2 C_1 + a^4 C_2 \right) \tanh kh \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.14)$$

C1 dan C2 adalah parameter frekuensi gelombang yang didapatkan dari table 2.3.

Table 2.3. Parameter frekuensi gelombang

d/λ	C1	C2
0.10	8.791	383.7
0.15	2.646	19.82
0.20	1.549	5.044
0.25	1.229	2.568
0.30	1.107	1.833
0.35	1.055	1.532
0.40	1.027	1.393
0.50	1.008	1.283
0.60	1.002	1.240

Sumber: skjelbreia and Hendrickson (1961)



2.2.4. Perhitungan Beban Angin

Besarnya gaya angin yang bekerja pada sebuah bangunan lepas pantai dapat ditentukan dengan menjumlahkan dari gaya-gaya yang diterima oleh tiap-tiap komponen struktur (Soedjono, J.J., 1999). Gaya-gaya pada komponen tersebut timbul oleh adanya hambatan kekentalan udara dan oleh perbedaan distribusi tekanan di sisi-sisi komponen yang menghadap ke arah angin dan di belakannya. Dari berbagai percobaan, gaya yang bekerja pada sebuah komponen struktur dapat dihitung dengan persamaan :

$$F = \frac{1}{2} \rho C_s A V^2$$

dimana :

ρ = massa jenis udara ($1,29 \text{ kg/m}^3$)

A = luasan karakteristik komponen

V = kecepatan angin

C = koefisien gaya besarnya tergantung pada bentuk benda dan kekentalan (viskositas) dinamik udara ($\mu = 1.81 \times 10^{-2} \text{ Ndet/m}^2$)

2.2.5. Perhitungan Beban Arus

Arus yang terjadi di dalam air laut dihasilkan oleh pengaruh beberapa hal sebagai berikut :



- (1) Kecepatan arus ditambahkan secara vektorial ke kecepatan horisontal partikel air, sebelum menghitung gaya drag. Karena gaya drag tergantung pada kecepatan horisontal partikel kwadrat dan menyebabkan kecepatan arus menurun perlahan sesuai dengan kedalaman laut. Sebuah perbandingan arus kecil dapat meningkatkan gaya drag secara signifikan.
- (2) Struktur dengan sendirinya menghasilkan gelombang yang mana dalam pengembaliannya akan menciptakan difraksi. Karena itu gaya difraksi dapat diabaikan untuk nilai-nilai realistik pada arus yang terjadi pada struktur yang berdimensi.
- (3) Untuk menentukannya perlu diperhitung gaya arus merupakan arus murni (tanpa disertai gelombang), maka formula yang dipakai :

a. gaya angkat (Lift Force)

$$F_L = 0.5 C_L \rho V_c^2 A$$

b. gaya drag (drag force)

$$F_D = 0.5 C_D \rho V_c^2 A$$





Dimana :

C_L = koefisien lift

C_D = koefisien drag

ρ = massa jenis (kg/m^3)

V_c = kecepatan arus (m/s)

A = luas proyeksi per unit panjang (m^2/m)

2.2.6. Teori Pemodelan Struktur

2.2.6.1. Pemodelan Secara Umum

Model bisa berupa fisik, matematis, dan grafik.

Dalam tugas akhir ini akan menggunakan model matematis sebagai dasar analisa. Model matematis merupakan suatu model yang dapat mendeskripsikan dimensi dan karakteristik dari prototipe kedalam formulasi matematis.

Model harus bisa memenuhi prinsip kesamaan yang mencakup (Chakrabarti S.K., 1994) :

1. Kesamaan Geometrik

Kesamaan geometrik dapat dipenuhi apabila model dan prototipe memiliki kesamaan geometrik baik ukuran maupun bentuk. Ada dua macam prinsip kesamaan geometrik:

1. Kesamaan geometrik sempurna (*Undistorted*).

2. Kesamaan geometrik terdistorsi (*distorted*).



Pada *undistorted model*, skala panjang dan lebar (horisontal) serta skala tinggi (vertikal) adalah sama. Untuk *distorted model*, skala ke arah horisontal dan ke arah vertikal tidak sama. Apabila dimungkinkan model dibuat dengan tanpa distorsi, sedangkan pada permasalahan khusus model dapat dilakukan dengan distorsi namun harus memenuhi beberapa persyaratan tertentu.

2. Kesamaan kinematis

Sebangun kinematik terjadi antara prototipe dan model jika prototipe dan model sebangun geometrik dan perbandingan kecepatan dan percepatan di dua titik yang bersangkutan pada prototipe dan model pada arah yang sama adalah sama besar (Hughes, 1993).

3. Kesamaan dinamis

Jika prototipe dan model sebangun geometrik dan kinematik, serta perbandingan gaya-gaya yang bersangkutan pada model dan prototipe untuk seluruh aliran pada arah yang sama adalah sama besar, maka dapat dikatakan bahwa keduanya sebangun dinamik. Gaya-gaya tersebut meliputi gaya inersia, gaya tekanan, gaya berat, gaya gesek (viskositas), gaya kenyal dan gaya tegangan permukaan.



2.2.6.2. Pemodelan Struktur Jack Up

Didalam pemodelan struktur *jack up platform* yang tepat akan sangat menentukan ketepatan hasil analisa , baik untuk analisa matematis maupun test hidrodinamis model skala dikolam tes. Untuk mendapatkan model matematis yang representatif, maka model matematis struktur *jack up platform* harus memenuhi criteria model yang meliputi (Murdjito,1997) :

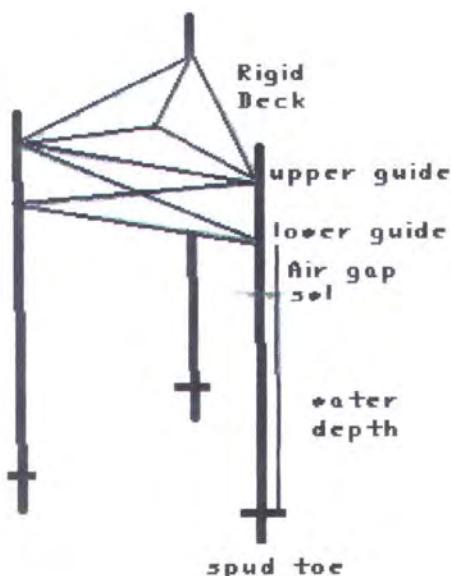
- a. Model harus mampu memberikan hasil respon yang andal sehubungan dengan parameter-parameter perancangan, seperti perpindahan horizontal geladak, kelenturan kaki *jack up* dan lain-lain.
- b. Model harus mampu memberikan gambaran yang jelas tentang peranan parameter-parameter perancangannya, baik untuk *system* yang linier maupun *system* yang tidak linier.
- c. Model harus fleksibel terhadap berbagai jenis metode analisis.

Pemodelan matematis *jack up* sendiri ada dua macam cara pemodelan, yang pertama pemodelan dengan menggunakan *Stick Model* untuk keperluan analisa global struktur *jack up* yang kemudian baru menggunakan detailed model untuk melihat respons detail struktur dalam hal ini adalah *Chords* dan *Bracing*.



1) Stick Model

Stick model merupakan pemodelan struktur berupa satu batang yang ekuivalen dengan detailed model dengan suatu derajat kebebasan yang disesuaikan. Stick model digunakan untuk mengetahui respons struktur secara global (gambar 2.2). Karena analisa yang akan dilakukan analisa statis maka disini kita juga akan menggunakan metode elemen hingga.



Gambar 2.4. Stick model struktur jack up
(Boswell L.F., 1987)

Properti fisik dari stick model yang ekuivalen dengan detailed model menurut standar Det norske Veritas meliputi:



1. Ekuivalen stiffness kaki jack up

a. Momen Inersia ekuivalen

Gaya bending pada kaki *jack up*, hanya terkena pada *chords*, dan Momen Inersia *ekuivalen* untuk 4 *chords* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$I_{eq} = 4 I_c + A_c l^2 \quad (2.15)$$

Dimana :

A_c = Luas penampang satu *chord*

I_c = moment inersia satu *chords*

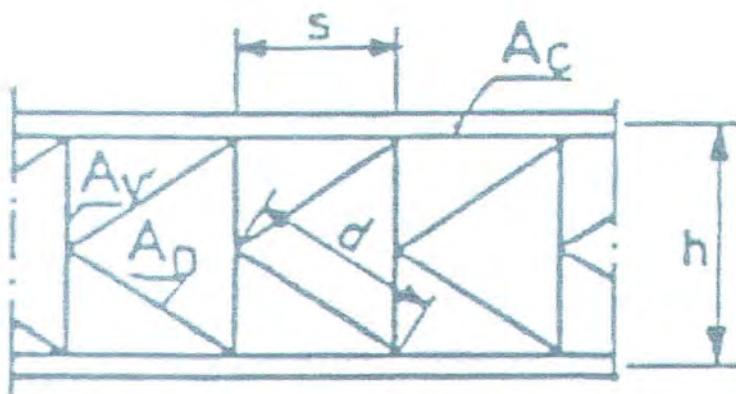
l = jarak actual antara pusat *chords*

b. Luasan *Ekuivalen*

Metode yang digunakan untuk estimasi awal dari luasan *ekuivalen* kaki *jack up* asumsikan bahwa gaya geser pada kaki *jack up* sama seperti gaya aksial pada *braces*. Sehingga luasan *ekuivalen* tiap bay ditentukan dengan rumus:

K *bracing system* (gambar 2.5):

$$A_w = \frac{(1+\nu)sh^2}{\frac{d^3}{A_D} + \frac{h^3}{8A_V} + \frac{s^3}{12A_C}} \quad (2.16)$$



Gambar 2.5. Luasan Ekuivalen untuk K bracing system
(Murdjito, 1997)

Dimana :

A_w = Luasan ekuivalen kaki jack up

ν = Poisson's Rasio

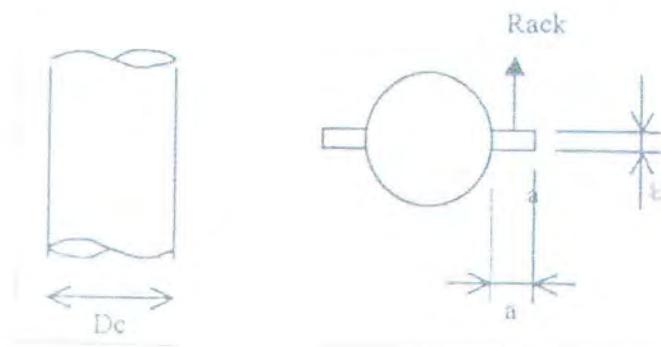
2. Diameter ekuivalen dan Coefisien drag

a. Ekuivalen diameter

Diameter ekuivalen dapat dicari dari kondisi dimana gaya Froude-Krylov dari *detailed model* dan *stick model* adalah sama. Sehingga luas penampang total (*chord, diagonal braces, horizontal brace*) per tinggi tiap bay dan ekuivalen diameter dapat dicari.



- Luas penampang chords:

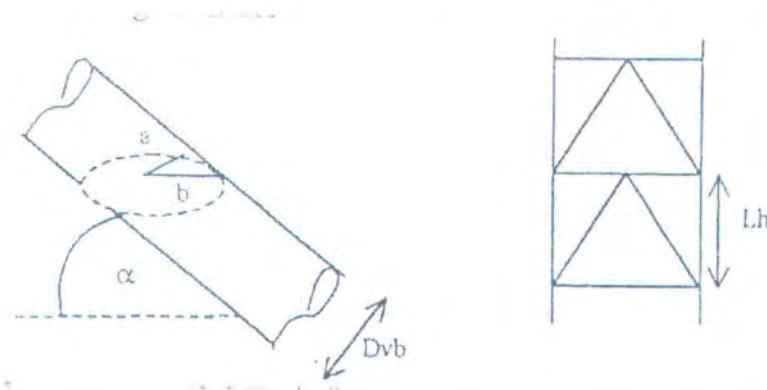


Gambar 2.6. Proyeksi Chord dan Rack (DnV, 1984)

Luasan terproyeksi untuk Chord dan Rack adalah (gambar 2.5):

$$A_C = \pi \frac{Dc^2}{4} 2.a.b \quad (2.17)$$

- Luas penampang diagonal brace (gambar 2.6):



Gambar 2.7. Proyeksi diagonal brace (DnV, 1984)

Luasan terproyeksi untuk diagonal brace:

$$b = \frac{Dvb}{2}, \quad a = \frac{b}{\sin \alpha} \quad (2.18)$$

$$Avb = \pi.a.b \quad (2.19)$$



Gambar 2.8 . Horisontal brace dan secondary brace

(DnV, 1984)

- Luasan terproyeksi untuk horizontal brace dan secondary brace adalah (gambar 2.7):

$$A_{hb} = \frac{Db^2}{4} \cdot \frac{Ll}{Lh} \quad (2.20)$$

Dimana Lh adalah tinggi tiap bay

- o Luar penampang total per unit panjang kaki:

Untuk K bracing system :

$$A_T = 4A_c + 8A_{vb} + 4A_{hb} + 2A_{sc} \quad (2.21)$$

sehingga diameter ekuivalen adalah:

$$Deq = \sqrt{\left(\frac{4A_T}{\pi}\right)} \quad (2.22)$$

Dimana :

A_T = Luas penampang total dari chords, diagonal braces dan horizontal braces per unit panjang dari kaki tiap bay

b. Koefisien drag ekuivalen

Untuk mendapatkan Koefisien drag ekuivalen (CD_{eq}) tiap bay dari kaki jack up, analisa perhitungannya dilakukan dengan asumsi bahwa arus yang mengenai



struktur adalah konstan. Arus ini digunakan pada arah beban gelombang yang diasumsikan. Sebelum menghitung CD ekuivalen, kita harus menghitung CD pada chord dan bracing. Besarnya CD pada chord dihitung dengan mengasumsikan chord sebagai pelat, ini dikarenakan pada chord terdapat rack yang ukurannya relatif besar. Besarnya CD untuk pelat pada aliran steady adalah 2.0.

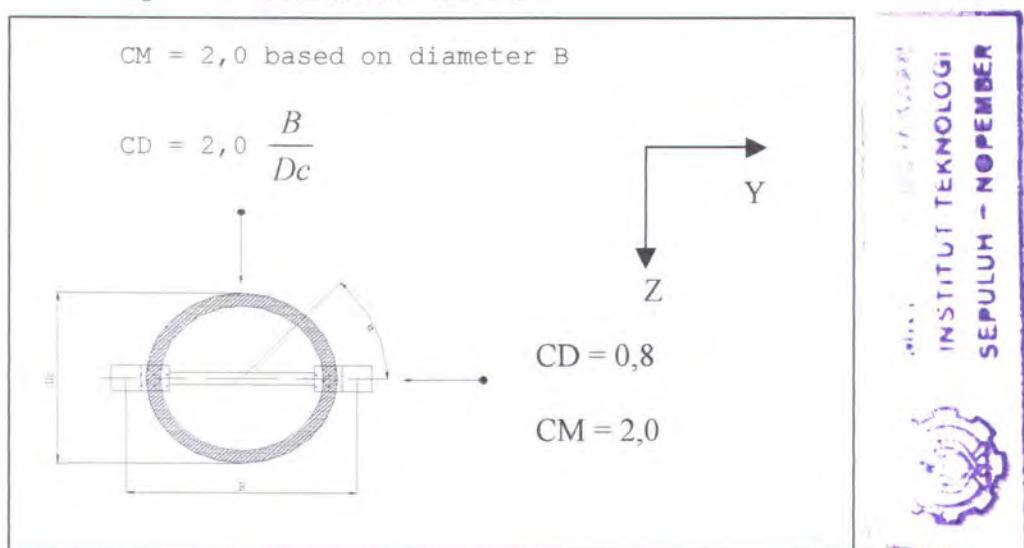
Sehingga, CD untuk chord dengan arah tegak lurus sumbu axis pada rack (gambar 2.9), dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$CD_z = 2.0 \frac{B}{D_c} \quad (2.23)$$

Dimana :

B = lebar chord dengan racknya

D_c = diameter chord



Gambar 2.9. CD untuk chord dengan rack



yang melibatkan kondisi batas (*boundary condition*), sifat material, ketidaklinieran dan sebagainya, sehingga jarang sekali model matematis untuk masalah-masalah teknik yang bisa diselesaikan secara analitis. Keadaan inilah yang memaksa engineer menggunakan analisa numerik yang kendati pun hasilnya hanya bersifat pendekatan tetapi dianggap cukup dapat diterima. Perhitungan lendutan dan tegangan di sepanjang elemen *space-frame* adalah salah satu masalah teknik yang cukup populer dalam bidang rekayasa lepas pantai.

Pendekatan-pendekatan numerik ini, berdasarkan sifatnya selalu menggunakan informasi-informasi pada *joint*. Proses penentuan *joint* ini disebut *discretization*. Salah satu caranya adalah dengan membagi suatu sistem menjadi bagian-bagian atau elemen-elemen yang lebih kecil. Pemecahan masalah kemudian dilakukan pada elemen-elemen kecil ini, yang selanjutnya digabungkan kembali sehingga didapatkan pemecahan masalah secara keseluruhan. Metode ini dikenal dengan *finite element method* atau metode elemen hinnga. Pada prinsipnya metode elemen hingga memperlakukan suatu sistem sebagai gabungan dari elemen-elemen kecil yang digabungkan satu sama lain oleh titik-titik yang disebut *joint/node*.



Fungsi yang sederhana umumnya dipilih untuk mendekati distribusi atau variasi lendutan yang sesungguhnya pada tiap elemen tersebut. Fungsi yang harus memenuhi syarat-syarat tertentu itu disebut dengan *displacement function* atau *displacement model*. Hasil yang diinginkan seperti besar lendutan, dihitung pada *joint*, sehingga hasil akhir yang diperoleh adalah harga pendekatan dari lendutan pada lokasi-lokasi diskret dari sistem yang diselidiki, yaitu pada *nodes-point-nya* tersebut.

Struktur kaki jack up tipe truss yang terdiri dari *chord* dan *brace* adalah suatu sistem yang terdiri dari banyak elemen *space-frame*. Elemen *space frame* sebenarnya adalah gabungan dari dua macam elemen, yaitu elemen *truss* dan *beam* dalam koordinat global tiga dimensi. Pengasumsian ini didasarkan pada pembebanan dan lendutan yang akan terjadi pada elemen *space frame* tersebut.

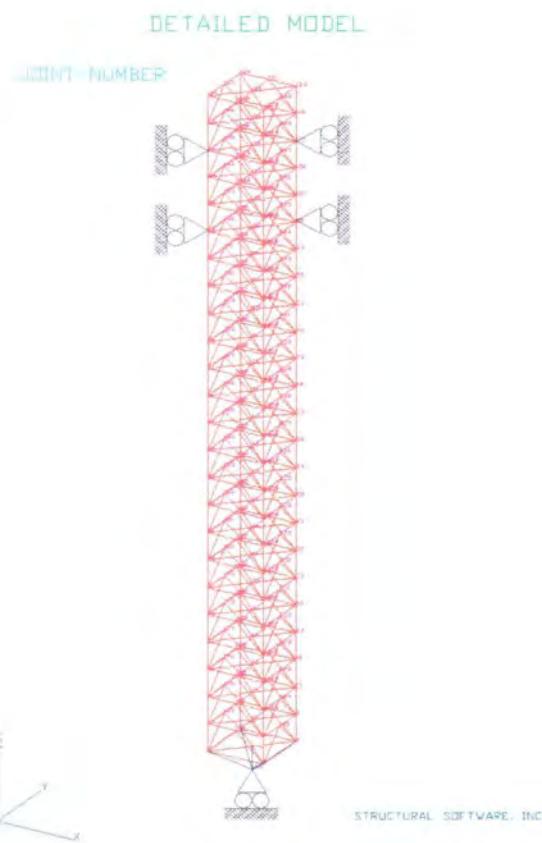
Elemen *truss* adalah elemen yang akan mengalami pembebanan dan lendutan pada arah aksial (pada arah sumbu elemen) sedang elemen *beam* akan mengalami pembebanan, lendutan dan momen ke arah lateral.

Elemen *chord* dan *brace* pada struktur kaki jack up akan mengalami pembebanan dari segala arah (aksial dan lateral) dalam ruang sehingga elemen *chord* dan *brace*



tersebut akan mengalami lendutan dan momen ke segala arah pula. Jadi pendekatan model elemen yang paling baik untuk elemen *chord* dan *brace* ini adalah gabungan antara elemen truss dan beam dalam koordinat global tiga dimensi atau *space frame*.

Detailed model merupakan pemodelan struktur *jack-up* sebagai bentuk 3 dimensi yang terdiri dari system *chord* dan *brace*. Didalam analisa dengan menggunakan detailed model, kita akan menggunakan *Finite Element Method* (FEM), dimana kita memasukkan model secara detail, menjadikan bentuk fisik model struktur sebagai suatu system linier yang kontinyu dengan jalan membagi bentuk fisik struktur menjadi kelompok elemen-elemen yang kecil. Elemen-elemen kecil ini dihubungkan dengan simpul-simpul (nodes) sehingga menjadi suatu system yang kontinyu (gambar 2.10).



Gambar 2.10. Detailed model struktur jack up

Dalam pemodelan detail kita akan mengacu pada metode perancangan sebagai berikut:

1. Rasio kerampingan/*Slenderness ratio*

$$\text{Slenderness ratio} = \frac{kL}{r} \quad (2.26)$$

Dimana : k = buckling length factor

L = panjang elemen

r = jari-jari girasi = $0,35 D$

2. Diameter to wall thickness ratio (D/t)

Karakteristik kedua yang penting adalah kestabilan penampang sebuah rangka tubular yang dinyatakan dalam *ratio diameter dan tebal*



dinding (D/t) yang juga menunjukkan kestabilan terhadap *local buckling/hydrostatic collapse*.

2.2.7. Dasar Metode Elemen Hingga

2.2.7.1. Pendiskritan dari sistem yang dianalisa

Ini adalah proses dimana sistem yang dianalisa dibagi menjadi bagian-bagian kecil. Beberapa usaha telah dilakukan untuk membagi elemen-elemen ini secara otomatis, akan tetapi dalam banyak hal tergantung kecakapan individu yang melakukan analisa, termasuk misalnya menentukan model apa yang akan digunakan sebagai elemennya dan berapa jumlah serta dimensinya yang dianggap memenuhi syarat untuk suatu masalah tertentu. Pendiskritan ini merupakan tahap yang penting, karena dalam praktek suatu sistem umumnya sangat kompleks dan besar, sehingga untuk keperluan analisa dengan metode elemen hingga hanya bagian-bagian tertentu yang dianggap perlu saja yang akan diselidiki.

Struktur *jack-up* yang terdiri dari *chord* dan *brace* adalah suatu sistem yang terdiri dari banyak elemen *space-frame*. Elemen *space-frame* merupakan gabungan dari dua macam elemen yaitu elemen *truss* dan elemen *beam* dalam koordinat global tiga dimensi.



Elemen chord dan brace akan mengalami pembebanan dari segala arah dalam ruang sehingga akan mengalami lendutan dan momen ke segala arah .

2.2.7.2. Pemilihan model lendutan

Walaupun hanya bersifat pendekatan akan tetapi pemilihan model lendutan ini harus tetap memenuhi ketentuan pokok tertentu. Sebagai contoh, derajat dari fungsi polinomial yang umum digunakan sebagai model lendutan dipilih atas dasar pertimbangan-pertimbangan praktis, karena pendekatan akan menjadi eksak kalau derajat polinomial yang digunakan adalah tak terhingga. Model polinomial yang sering digunakan adalah polinomial linier. Berikut ini adalah bentuk umum dari polinomial yang sering digunakan :

$$u(x) = \alpha_0 + \alpha_1 x^1 + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x^3 + \dots + \alpha_n x^n \quad (2.27)$$

Bentuk polinomial ini dapat ditulis dalam bentuk persamaan matriks sebagai berikut :

$$\{u\} = [\Phi] [\alpha] \quad (2.28)$$

dimana :

$\{u\}$ = matriks model lendutan

$[\Phi]$ = matriks koordinat masing-masing simpul.

$[\alpha]$ = matriks koordinat umum

Kemudian antara lendutan dan simpul dengan koordinat umum dihubungkan dengan persamaan matriks berikut :

$$\{q\} = [A] \{u\} \text{ atau } \{u\} = [A]^{-1} \{q\} \quad (2.29)$$



Substitusi persamaan (2.28) dan persamaan (2.29) menghasilkan persamaan matriks yang menyatakan hubungan antara model lendutan (u) dan vektor lendutan simpul (q) dalam bentuk :

$$\{u\} = [\Phi] [A]^{-1} \{q\} \quad (2.30)$$

Fungsi yang menghubungkan model lendutan dan vektor lendutan simpul diatas disebut fungsi bentuk (*shape function*). Notasinya adalah seperti di bawah ini :

$$[N] = [\Phi] [A]^{-1} \{q\} \quad (2.31)$$

Fungsi bentuk merupakan dasar pembentuk matriks kekakuan dan gaya simpul equivalen.

2.2.7.3. Penurunan matrik kekakuan elemen

Kekakuan pada dasarnya menghubungkan *displacement* pada *joint* dengan gaya-gaya luar yang bekerja pada *joint* tersebut. Analisa struktur dengan metode energi mengharuskan struktur hanya menerima beban yang bekerja pada titik simpul. Namun pada kondisi pembebanan yang sebenarnya, gaya umumnya terdistribusi secara merata sepanjang elemen.

$$[K] \{q\} = \{Q\} \quad (2.32)$$

dimana :

$[K]$ = matriks kekakuan

$\{q\}$ = matriks vektor lendutan simpul

$\{Q\}$ = matriks vektor dari gaya simpul gabungan



Lendutan yang diperoleh pada tiap elemen ini adalah lendutan yang ditinjau dari sumbu koordinat lokal atau koordinat elemen. Untuk masalah-masalah yang sederhana, matriks kekakuan bisa ditentukan dengan menggunakan asas keseimbangan, namun hal tersebut sulit dilakukan pada masalah atau sistem yang sedikit kompleks. Matriks kekakuan dipengaruhi pada tiga hal yaitu model lendutan yang dipakai, geometri dan elemen-elemennya dan sifat material elemen. Karena sifat material ini bisa berbeda-beda untuk setiap elemen maka metode ini memungkinkan untuk dipakai pada sistem atau struktur yang terdiri dari bermacam-macam material yang berbeda sifatnya.

2.2.7.4. Penggabungan elemen

Proses penggabungan elemen didasarkan pada anggapan kontinuitas pada joint yang menghubungkan satu elemen dengan elemen yang lain. Persamaan global yang harus diselesaikan dalam proses penggabungan elemen ini adalah :

$$[K] \{r\} = \{R\} \quad (2.33)$$

dimana :

$[K]$ = matriks kekakuan global

$\{r\}$ = matriks vektor lendutan untuk seluruh sistem yang dianalisa

$\{R\}$ = matriks pembebanan global



Matriks kekakuan dan pembebanan global pada persamaan tersebut adalah matriks kekakuan dan pembebanan lokal yang sudah ditransformasikan ke dalam koordinat global atau koordinat struktur. Jadi dalam proses penggabungan elemen ini perlu didefinisikan terlebih dahulu matriks transformasi atau matriks rotasinya.

2.2.7.5. Perhitungan lendutan dari persamaan aljabar simultan

Setelah persamaan global dan kondisi batasnya dapat dihubungkan, maka persamaan aljabar simultan tersebut segera dapat diselesaikan untuk mendapatkan besarnya lendutan. Untuk persamaan linear hal ini mudah diselesaikan, akan tetapi untuk yang non linear tidaklah mudah untuk diselesaikan, sehingga beberapa metode bantu untuk memodifikasi persamaan digunakan untuk maksud tersebut sehingga mempercepat proses manipulasi yang dilakukan komputer.

2.2.7.6. Menentukan tegangan dan regangan elemen

Untuk masalah analisis tegangan struktur, besaran penting yang kedua adalah regangan dan tegangan dapat diperoleh karena besaran-besaran tersebut dapat dinyatakan secara langsung sebagai fungsi dari displasmen yang sudah diperoleh sebelumnya.



2.2.8. Indeks Struktural

Perancangan struktur yang optimum dengan analisa dimensi telah dilakukan, contohnya pada rancangan struktur pesawat terbang dengan menggunakan indeks struktural (shanley, 1956).

Indeks struktural juga telah digunakan pada struktur anjungan lepas pantai khususnya *Jacket* (Rosyid, 1993). Indeks struktural yang digunakan adalah:

$$\sigma_{si} = \frac{R}{L \cdot B} \quad (2.34)$$

dimana :

R adalah perencanaan pembebanan

L adalah panjang struktur

B adalah lebar struktur

Karena tipe *platform* yang digunakan untuk penelitian ini adalah struktur *Jack-up* dimana B tidak terlalu berpengaruh, maka Indeks struktural menjadi :

$$\sigma_{si} = \frac{R}{L^2} \quad (2.35)$$

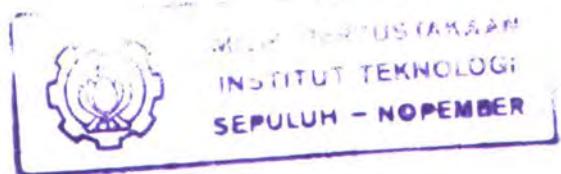
2.2.9. Analisa Quasi Statis

Analisa quasi statis akan menjadi dominant terhadap analisa respon struktur apabila frekuensi gaya



eksitasinya lebih kecil dari frekuensi natural struktur
 $\omega \ll \omega_n$.

$$\omega \rightarrow 0, x \rightarrow \frac{f_0}{K} \cos \omega t$$



(quasi static response) (2.36)

Respon didominasi oleh kekakuan. Ini dikarenakan percepatan dan gaya inertia adalah sangat kecil.

Jika persamaan dinamis adalah:

$$M\ddot{x} + Cx + Kx = f(t) \quad (2.37)$$

dimana Mx adalah gaya inersia, Cx adalah gaya akibat redaman (*damping*), Kx adalah gaya pegas. Dapat diketahui bahwa $M\ddot{x} + Cx$ adalah sangat kecil jika dibanding dengan Kx . Sehingga ini diijinkan untuk mengabaikan $M\ddot{x}$ dan Cx dan menggunakan $Kx = f(t)$. Struktur kaki Jack up umumnya memiliki frekuensi natural yang lebih kecil dari frekuensi gaya eksitasinya serta periode natural yang lebih besar dari 3 detik. Struktur yang memiliki periode natural lebih dari 3 detik, tidak mungkin untuk mengabaikan $M\ddot{x} + Cx$. Sehingga harus dilakukan analisa dinamis (API RP 2A). Untuk itu sebagai pendekatan mencari respons dinamis struktur dalam hal ini adalah *amplitudo displacement*, yaitu dengan cara mengalikan respon statis (*static*



displacement) dengan Dynamic Amplification Factor (DAF). Dimana DAF merupakan perbandingan antara amplitudo displacement dengan ekuivalen static displacement, jika dirumuskan adalah sebagai berikut (Chakrabarty, 1994) :

$$DAF = \frac{\text{amplitude_of_displacement}}{\text{equivalent_static_displacement}} = \frac{x_0}{f_0/K} \quad (2.38)$$

untuk single degree of freedom system diberikan oleh (Boswell L.F, 1987) :

$$DAF = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{T_0}{T}\right)^2\right)^2 + \left(2\xi \frac{T_0}{T}\right)^2}} \quad (2.39)$$

dimana :

T_0 : Periode natural dari struktur

T : Periode dari beban variabel (periode gelombang)

ξ : Damping rasio ($=0,06$)

untuk kondisi operasi ini biasanya ditemukan bahwa tiga frekuensi natural yang paling rendah cocok untuk gerakan *surge, sway, dan yaw*.

Periode natural merupakan nilai inverse dari frekuensi natural dan diberikan oleh:

$$T_n = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{M_e}{k_e}} \quad (2.40)$$

dimana :

f : Frekuensi natural dari struktur



ke : kekakuan efektif satu kaki

Me : Massa efektif satu kaki

Oleh karena kaki berupa silinder bebas di satu ujung dan dijepit diujung lainnya maka kekakuan efektif kaki dapat ditentukan:

$$k_e = \left(1 - \frac{P}{P_e}\right)k \quad (2.41)$$

dan k dihitung dengan rumus:

$$k = 3 EI/L^3 \quad (2.42)$$

untuk harga Pe ditentukan dengan rumus:

$$P_e = \frac{\pi^2 EI}{4L^2} \quad (2.43)$$

dimana:

ke = kekakuan efektif kaki

k = kekakuan silinder karena bending

P = beban axial kaki

Pe = beban kritis euler untuk silinder

E = modulus elastisitas

I = moment inersia kaki

BAB III

PEMODELAN STRUKTUR DAN PEMBEBANAN



BAB III

PEMODELAN STRUKTUR DAN PEMBEBANAN

3.1 Umum

Dalam pelaksanaan analisa struktur ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu pemodelan struktur, analisa struktur, uji lab dan yang terakhir adalah mendapatkan hasil yang diinginkan. Ketiga tahapan tersebut ada yang mutlak harus dilakukan dan ada yang bisa dihilangkan, yang mutlak dilakukan adalah pemodelan sedangkan analisa dan uji lab tidak mutlak untuk dilakukan. Tahapan tersebut dapat dilakukan dengan jalur pemodelan yang kemudian dilakukan analisa yang akan mendapatkan suatu hasil, begitu pula untuk pelaksanaan dengan menggunakan uji lab. Tapi pemodelan ini dapat juga dilaksanakan analisa dan uji lab secara bersamaan sehingga diperoleh hasil yang lebih akurat.

Pada penelitian kali ini dilakukan proses pemodelan dan analisa, tanpa menggunakan uji lab. Adapun analisa yang digunakan adalah dengan menggunakan suatu metode elemen hingga (*finete element method*).

Metode Elemen Hingga merupakan suatu metode pemodelan dan analisa struktur yang lebih kompleks dan detail. Metode ini menjadikan bentuk fisik model



struktur sebagai suatu sistem linier yang berkesinambungan dengan jalan membagi bentuk fisik struktur menjadi kelompok elemen yang lebih kecil. Elemen - elemen ini dihubungkan dengan simpul - simpul (*nodes*) sehingga menjadi suatu sistem yang kontinyu. Sebagai acuan perhitungan dalam metode elemen hingga biasanya adalah *displacement method*, yaitu perpindahan dari simpul-simpul yang dianalisa dinyatakan sebagai parameter yang belum diketahui. Dengan demikian, untuk mendapatkan respon model keseluruhan diperlukan persiapan yang matang dalam pembuatan model dan memerlukan waktu perhitungan yang relatif lama.

Struktur *Jack-Up* yang akan dianalisa lebih berkonsentrasi pada struktur kaki (*leg*) yang dalam hal ini memakai bentuk rangka (*space frame*) sehingga dapat dimodifikasi konfigurasinya. Struktur kaki yang dikenal dengan *truss type* ini dibangun dari sejumlah silinder baja yang saling dihubungkan sehingga membentuk rangka batang. Tiap sambungan antara silinder baja yang satu dengan lainnya merupakan dua elemen yang berpotongan, sedangkan titik tempat terjadinya pertemuan dari elemen-elemen tersebut merupakan simpul atau sambungan (*Joints*).

Didalam pemodelan *jack-up* ada dua cara pemodelan yaitu pemodelan *jack-up* untuk keperluan analisa global



tiga kaki dan pemodelan *jack-up* untuk keperluan analisa lokal satu kaki. Kedua cara pemodelan ini sangat penting dilakukan, dimana analisa global untuk mengetahui respons struktur secara global yang mencakup perpindahan geladak horisontal, stabilitas struktur *jack-up*, gaya-gaya reaksi, *P-delta effect* dan lain sebagainya. Sedangkan analisa lokal satu kaki untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada *chord* dan *brace*. Karena *jack-up* terdiri dari tiga kaki yang mempunyai elemen *chord* dan *brace* yang begitu banyak maka didalam analisa global struktur kita akan memerlukan piranti lunak komputer yang canggih, dimana dia dapat memodelkan seluruh element tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut maka didalam analisa global struktur *jack-up*, disini digunakan *stick model*. Sedangkan untuk analisa lokal satu kaki digunakan *detailed model*.

3.2. Metodologi Analisis

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa seberapa besar pengaruh eksentrisitas kaki *jack-up* terhadap kekuatan struktur. Dalam analisa ini terdiri atas dua tahapan yaitu analisa untuk *stick model* dan yang kedua analisa untuk *detailed model*.

Pada pemodelan awal yaitu dengan menggunakan *stick model* digunakan suatu *equivalent model* dengan *detailed*



model yang berfungsi untuk mengetahui input data yang dibutuhkan *detailed model* berupa gaya reaksi pada tumpuan yang terjadi. Kemudian analisa dilanjutkan pada pemodelan yang kedua dengan menggunakan *detailed model* untuk mengetahui respons struktur yang berupa tegangan.

Dan untuk perhitungan matematis didasarkan pada standard *API RP2A LRFD* dengan menggunakan *software GT-STRUDL*. Pada perhitungan ini akan dihasilkan gaya reaksi, tegangan, *displasment* dan *code check*, dan berat struktur. Dari out put kita dapat menghitung kekakuan kaki, periode natural struktur dan faktor dinamis (*Dynamic amplification Factor*).

1. Pengumpulan data lingkungan

Data yang diperlukan dalam pelaksanaan analisa terdiri atas dua macam yaitu :

- ❑ Pengumpulan data struktur *jack-up*.

Adapun data struktur yang digunakan pada analisa kali ini adalah data struktur Dyvi Gamma Jack Up Rig. Data ini meliputi dimensi, material dan berat yang diambil dari *existing model*.

- ❑ Pengumpulan data lingkungan.

Data Lingkungan ini meliputi letak dari struktur yang beroperasi meliputi data gelombang. Data yang digunakan adalah data dimana struktur ini



berada yaitu di Laut Utara khususnya Norwegian sector.

2. Menentukan konfigurasi *bracing* sistem.

Konfigurasi *bracing* sistem yang digunakan untuk pemodelan *jack-up rig* adalah *K-brace*. Untuk penentuan konfigurasi jenis *K bracing*, dalam struktur telah diperoleh ukuran dari diameter *bracing*, tebal dan panjangnya.

3. Pemodelan struktur.

Pemodelan struktur yang dianalisa pada penelitian kali ini merupakan model satu kaki saja dan terdapat dua tahapan yaitu :

- *Stick Model*, ini merupakan pemodelan awal yang digunakan untuk memodelkan struktur dengan pengaruh eksentrisitas. Pemodelan ini merupakan suatu model yang sudah *equivalent* (mendekati) dengan *detailed model* dalam hal perilaku struktur. Pada pemodelan ini model dikenakan pengaruh eksentrisitas sebesar 1 derajat, 3 derajat, 5 derajat, 6 derajat dan terakhir tanpa eksentrisitas. Kemudian hasil dari analisa ini berupa gaya reaksi akan dimasukan ke dalam pemodelan *detailed model*.
- *Detailed Model*, pemodelan ini merupakan model sebenarnya dari struktur dan menggunakan data



struktur yang telah ditentukan yaitu Dyvi Gamma Jack Up Rig tapi hanya untuk satu kaki saja.

4. Perhitungan Beban Gelombang.

Dalam perhitungan beban gelombang melewati beberapa tahapan yaitu :

- ❑ Data lingkungan berupa tinggi gelombang (H), periode gelombang (T), arah gelombang, kedalaman air (d).
- ❑ Penentuan jenis teori gelombang dengan menggunakan grafik *Region of Validity*, dengan menggunakan hubungan antara H/gt^2 dan d/gt^2 .
- ❑ Menentukan besarnya koefisien *drag* dan koefisien *inersia*. Untuk penelitian kali ini besarnya koefisien *drag* dan *inersia* telah ditetapkan dalam data Dyvi Gamma.
- ❑ Perhitungan beban gelombang dilakukan dengan menggunakan *software GT-SELOS* dengan memasukan data lingkungan yaitu tinggi gelombang, periode gelombang, kedalaman air, dan arah gelombang.

5. Analisa Struktur.

Analisa struktur yang pertama adalah analisa *stick model*, analisa ini dilakukan dengan menggunakan *software GT-STRUDEL*. Analisa ini meliputi analisa akibat pengaruh *eksentrисitas* saja dan hasilnya berupa respons struktur berupa gaya reaksi.



Hasi dari analisa stick model kemudian akan dianalisa pada detailed model dan sekaligus memasukkan pengaruh beban deck khususnya live loads pada struktur. Kemudian akan dilakukan pengecekan apakah struktur tersebut kuat dengan memeriksa harga code check yang merupakan perbandingan antara stress yang terjadi dengan stress ijin dimana code check dilakukan menggunakan aturan API RP2A LRFD.

$$\text{Code Check} = \frac{\sigma_{\text{comb}}}{\sigma_{\text{ijin}}} \leq 1$$

Jika struktur memenuhi persamaan di atas maka struktur dianggap aman. Kemudian struktur dianalisa dengan menggunakan variasi berat beban deck (*live loads*) dari 4035,58 ton sampai dengan 10540,57 ton. Ini didapatkan dari 30% sampai dengan 120% dari berat *live loads* data yaitu 6944,43 ton ditambahkan dengan *dead loads* yang merupakan variable tetap.

6. Tahapan terakhir adalah hasil yang diperoleh dari analisa :

- ◎ Mendapatkan perilaku struktur akibat pengaruh eksentrisitas pada kaki *jack-up* tipe *truss K bracing 4 chord*. Perilaku ini dapat dilihat

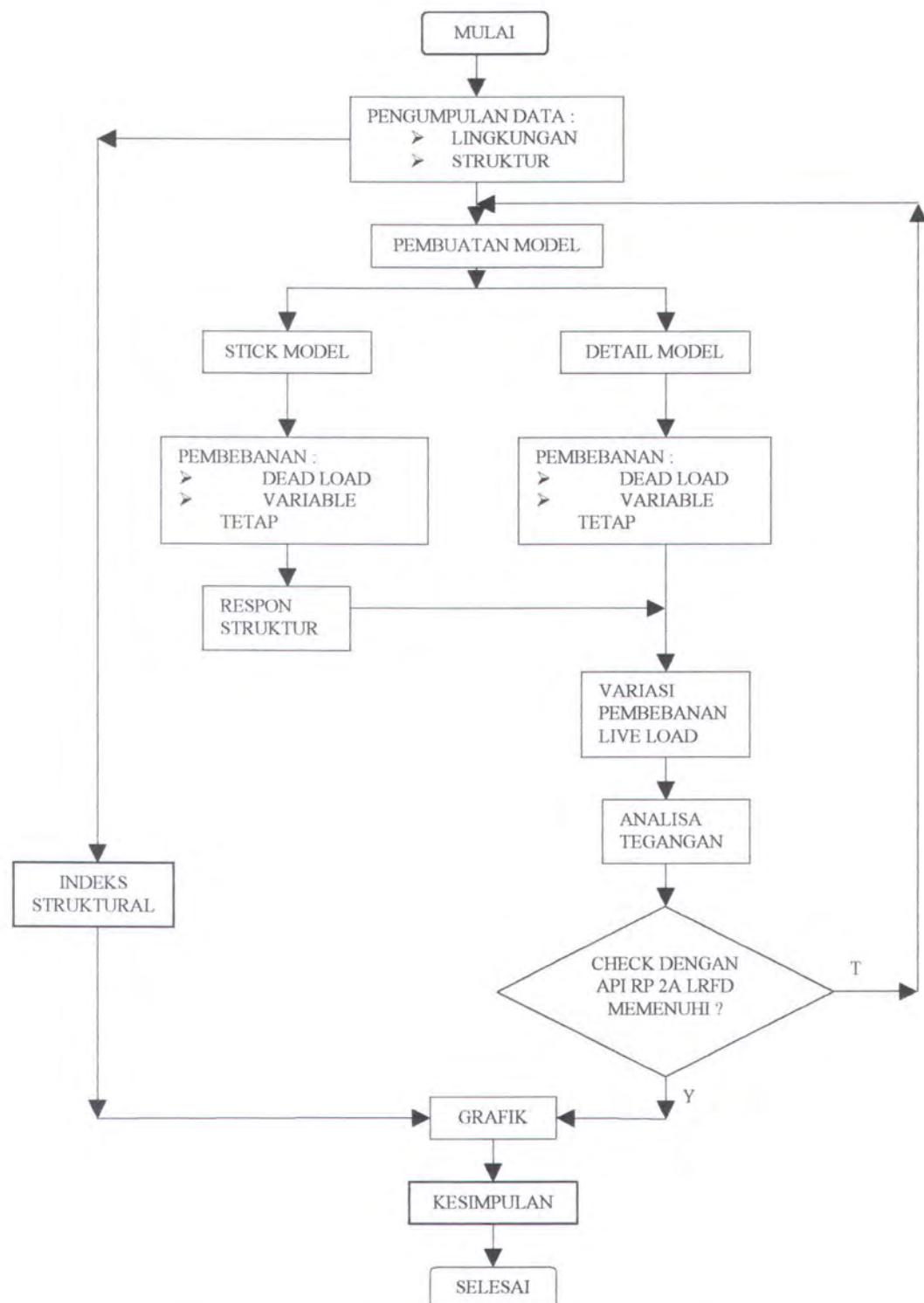


melalui satu member yang kritis, dari member tersebut maka terlihat harga stress maksimum yang terjadi pada struktur berdasarkan variasi beban deck. Adapun respons yang dianalisa yaitu tegangan kombinasi, tegangan aksial, tegangan bending, tegangan geser dan unity check.

- Hasil akhir dibuat dalam bentuk grafik hubungan antara indeks struktural pada sumbu x dan respons struktur pada sumbu y. Dengan demikian dapat dilihat pengaruh eksentrisitas pada struktur dengan adanya variasi berat beban deck.
7. Mendapatkan kesimpulan dari hasil analisa perilaku struktur kaki jack-up tipe truss K-brace 4 chord akibat pengaruh eksentrisitas pada kaki jack-up. Hasil yang diperoleh berupa grafik hubungan antara respons struktur versus indeks struktural.



Adapun alur dari metodologi secara keseluruhan terlihat pada gambar 3.1. di bawah ini :



Gambar 3.1. Diagram Metodologi Penelitian



3.3. Penjelasan Alur Penggerjaan

Alur penggerjaan ini menjelaskan tentang tahapan setiap proses metodologi atau penggerjaan penelitian. Adapun penjelasannya akan diterangkan melalui *sub bab* di bawah ini.

3.3.1 Pengumpulan Data

Dalam suatu tahapan pemodelan perlu dilakukan suatu *analytical modeling* dan *mathematical modeling*. Untuk pelaksanaan pemodelan dibutuhkan data sebagai berikut :

Nama anjungan <i>Jack-Up</i>	: "Dyvi Gamma" <i>Jack-up Rig</i> .
Fungsi	: <i>Rig</i> pengeboran.
Pemilik (<i>Owner</i>)	: <i>Dyvi Offshore Co., Norway</i> .
Tahun operasi	: 1977.
Lokasi operasi	: lokasi 1 / 9 -3 lepas pantai Norway.
Bentuk kaki (<i>leg</i>)	: tipe <i>truss</i> dengan 3 <i>chord</i> .
Bentuk geladak (<i>deck</i>)	: <i>trigonal</i> (segitiga) dengan 3 legs.

Dalam penelitian kali ini akan terjadi modifikasi model pada struktur *jack-up* sesuai dengan tujuan penelitian ini, antara lain sebagai berikut :

- Konfigurasi *bracing*.
- Ukuran diameter dan ketebalan dari *bracing*.
- KL/r dan d/t



Adapun data lingkungan dimana struktur jack-up beroperasi di Laut Utara khususnya Norwegian sektor adalah sebagai berikut:

Kedalaman laut	: 76.5 m
Tinggi gelombang	: 8 m
Periode gelombang	: 10.4 detik
<i>Still Water Level current</i>	: 2.4 m/s
Kecepatan Angin	: 35 m/s

3.3.2. Pemodelan Struktur Kaki Jack-up

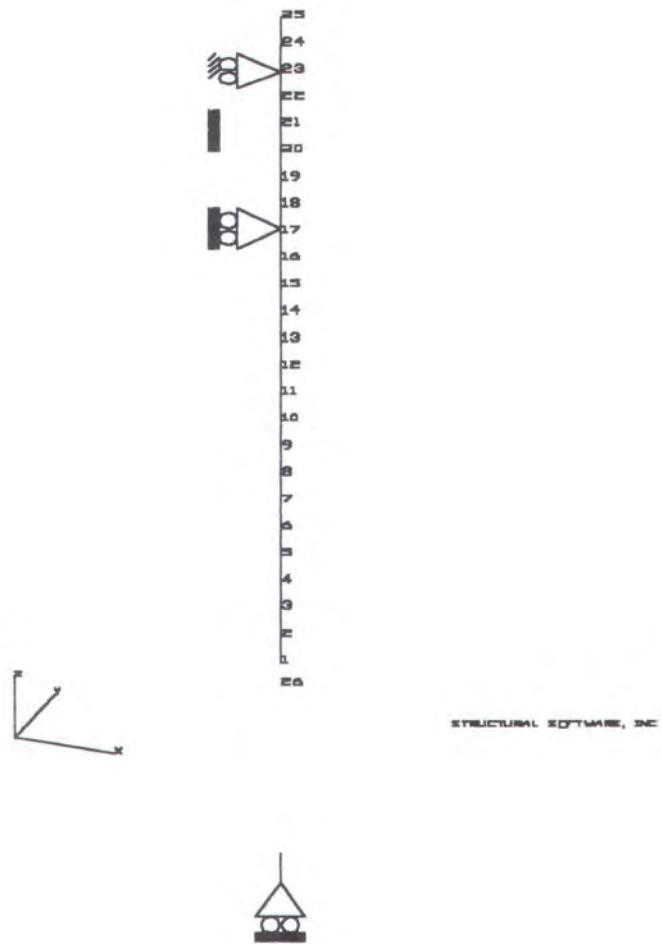
3.3.2.1. Stick Model

Stick model merupakan bentuk yang lebih sederhana dari struktur yang equivalent dengan *detailed model*. Sebagai langkah awal, *stick model* dibuat untuk 1 struktur kaki *jack-up* terlebih dahulu dengan *support* pada *spudcan* dimodelkan sebagai tumpuan rol arah horizontal (arah x *global axis*) dan hubungan antara *deck* dan kaki dimodelkan dengan *support* berupa rol arah vertikal (arah Z *global axis*) seperti pada gambar 3.2. Pembuatan *stick model* ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan analisa karena *stick model* mempunyai respons yang equivalent dengan *detailed model*.

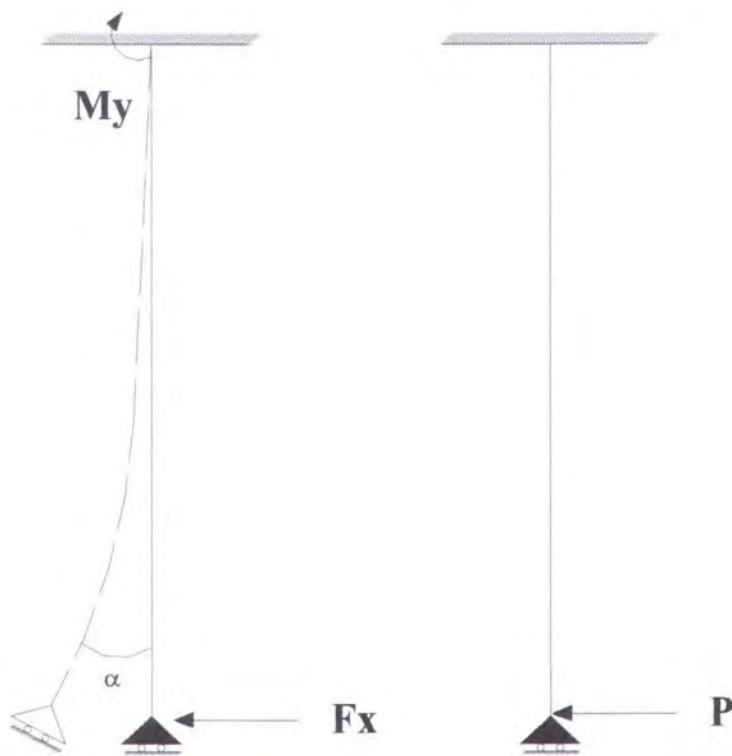
Pada pemodelan *stick model support* pada *spudcan* dimodelkan sebagai tumpuan *pin* sedangkan struktur *deck* dimodelkan sebagai *rigid body element* yang memiliki



kekakuan yang sangat besar seperti yang ditunjukkan gambar 3.2.



Gambar 3.2. Sistem Support dan Nomor Joint Stick
Model 1 Kaki untuk Analisa Stick Model



Gambar 3.3. Stick Model Dengan Pengaruh
Eksentrisitas

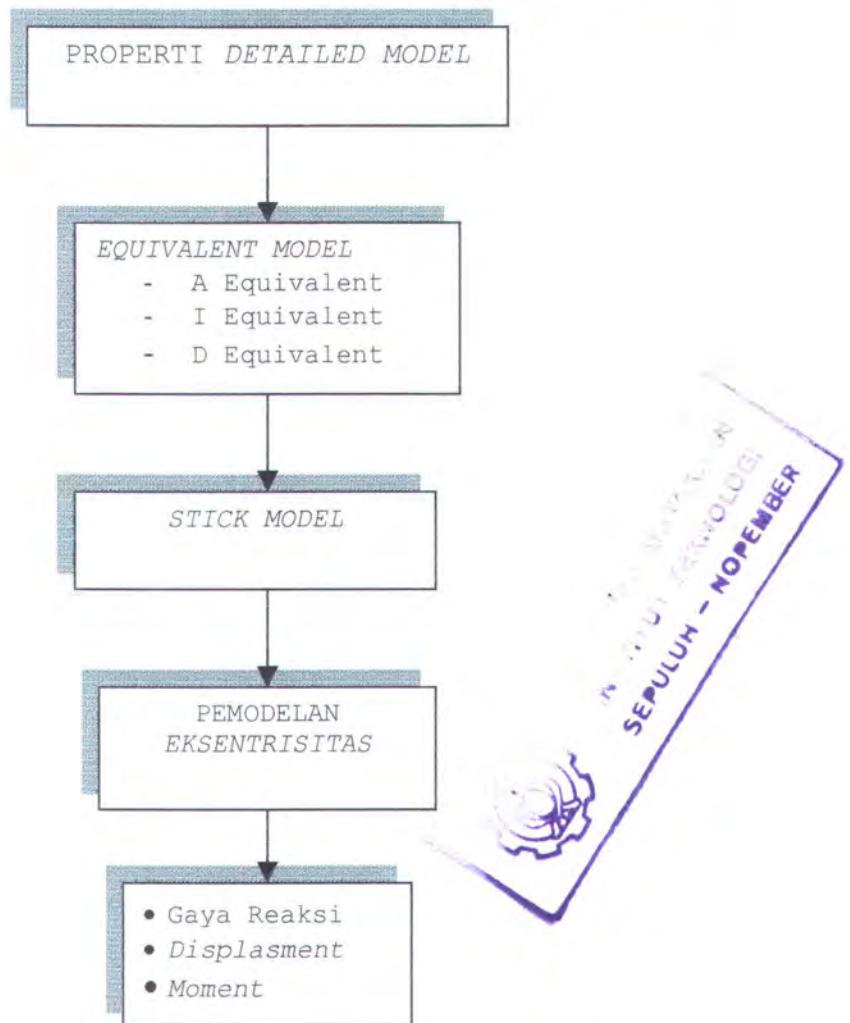
Dengan menggunakan rumus-rumus dari Det norske Veritas maka diperoleh properti ekuivalen dari stick model seperti pada tabel 3.1:



Tabel 3.1. Properti *stick model* ekuivalen untuk K dan *bracing system*

No	Uraian	Stick K	Satuan
1.	Momen inersia ekuivalen	0.050429	m^4
2.	Luasan ekuivalen	0.33939	m^2
3.	Diameter ekuivalen	1.896309	m
4.	Coefisien Drag ekuivalen	4.1298	Tanpa Satuan
5.	Coeff. Inersia ekuivalen	2.0	Tanpa Satuan
6.	Tebal ekuivalen	0.038793	m
7.	D/t	48.8828	Tanpa Satuan
8.	Massa tiap bay	475.74	KN

Setelah dilakukan analisa pada *stick model* maka diambil hasil reaksi dari model tersebut. Hasil analisa dari struktur tersebut kemudian dianalisa pada *detailed model*.



Gambar 3.4. Diagram Alur Pembuatan Stick Model

3.3.2.2. Detailed Model

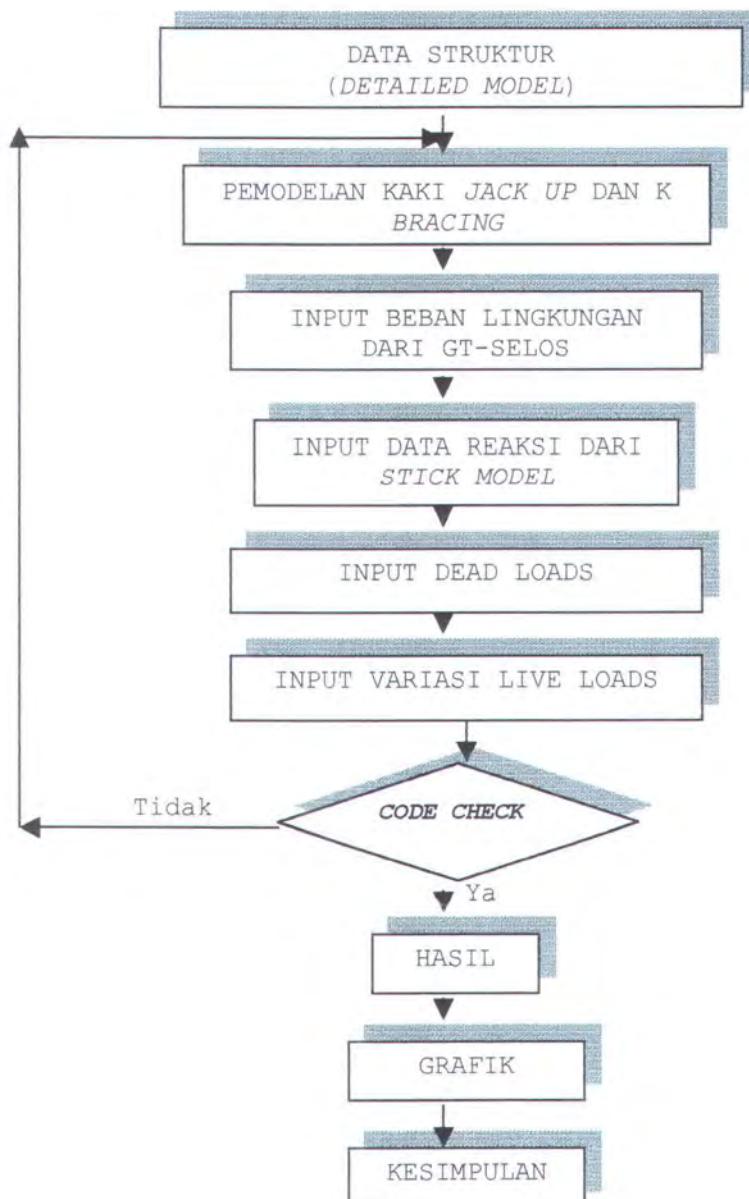
Satu struktur kaki jack-up tipe rangka (*truss type*) memiliki tiga bagian yang merupakan member utama yaitu sebagai berikut :

- *Chord*; member yang memiliki ukuran relatif lebih besar yang berfungsi sebagai penopang utama struktur geladak (*Super Structure*).
- *Horizontal Braces*; member sebagai penegar yang diletakkan secara melintang atau horizontal terhadap



sumbu mendatar struktur (di dalam GT-STRUDL merupakan sumbu x).

- *Diagonal Braces;* member sebagai penegar yang diletakkan secara miring atau memiliki sudut kemiringan tertentu terhadap sumbu atau bidang referensi dari struktur.



Gambar 3.5. Diagram Alur Pembuatan Model dan Analisa Detailed Model

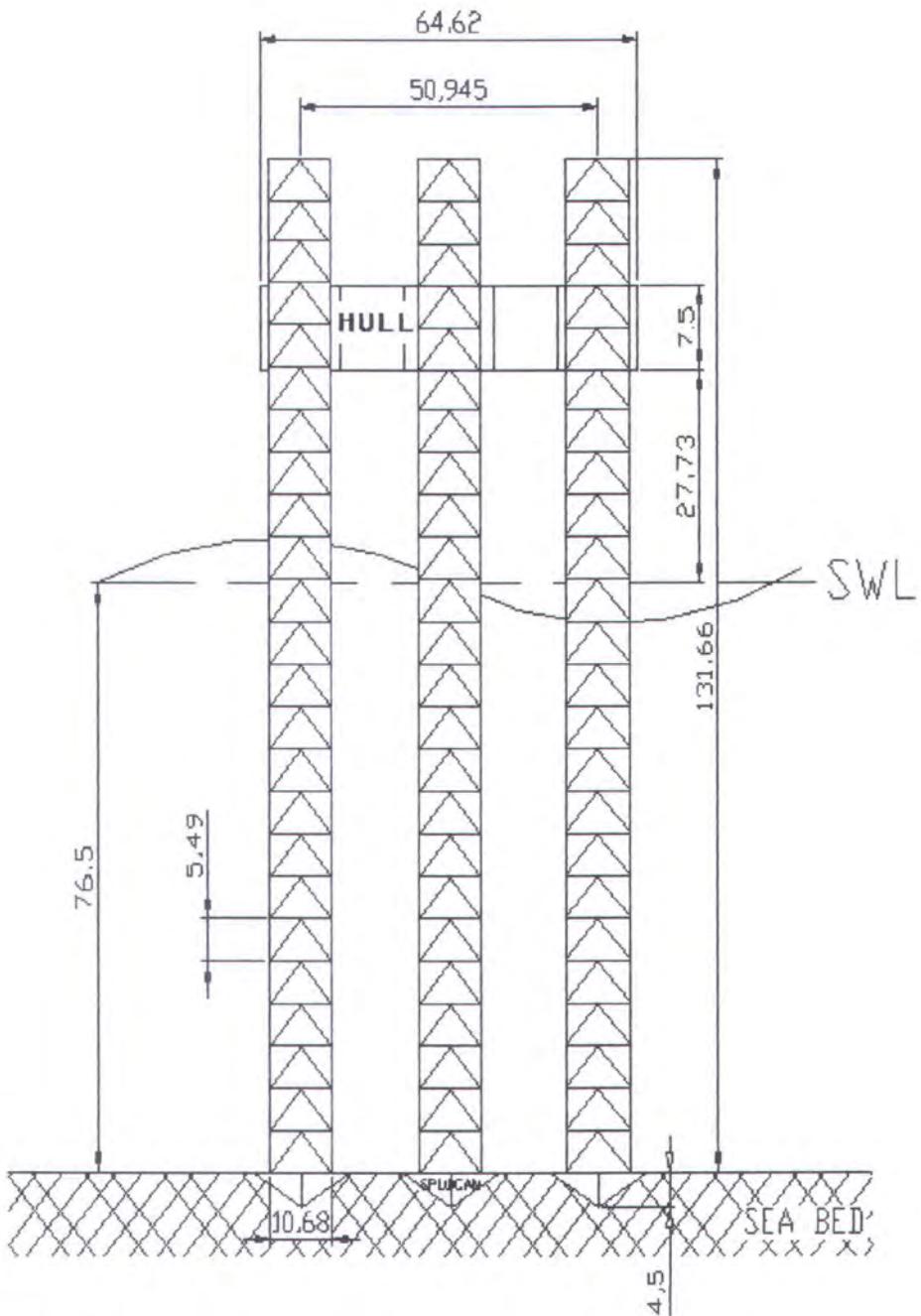


3.3.2.2.1. Data Ukuran Jack Up

a. Ukuran utama dari *jack-up* yang akan dianalisa adalah sebagai berikut:

- Jumlah kaki : 3 kaki
- Jumlah *chord* tiap kaki : 4 *chord*
- Jarak antar kaki : 50.945 m
- Jarak antar *chord* : 10.668 m
- Panjang kaki : 131.66 m
- Tinggi tiap bay : 5.486 m
- Lebar geladak : 64.620 m
- Panjang geladak : 64.620 m
- Tinggi geladak : 7.5 m
- Berat geladak dan peralatan total : 9151.68 ton

Di bawah ini gambar 3.6. menunjukkan ukuran utama dari struktur kaki *jack-up* yang akan dianalisa.

Gambar 3.6. Ukuran utama struktur *jack-up*



Adapun ukuran *chord* dan *bracing* per bay adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Ukuran *chord* dan *bracing* model kaki *Jack-up* (*Dyvi Gamma, DnV Report, 1984*)

Tipe properti	K bracing system	
	Outside Diameter (cm)	Wall-Thicknes (cm)
Chords	76.2	11.900
Dia. Brace	32.4	2.8575
Hor. Brace	32.4	3.3060
Sec. Brace	21.55	0.8600

Rasio kerampingan (kL/r) dan rasio ketebalan per diameter (D/t) dari ukuran tubular member pada struktur kaki *jack-up* mengacu pada standar yang diberlakukan oleh :

- American Bureau of Shipping - Mobile Offshore Drilling Units (ABS-MODU) tahun 1980
- American Petroleum Institute - Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms - Load and Resistance Factor Design (API RP2A - LRFD) tahun 1993
- Det Norske Veritas - Dynamic of Jack-Up Platform - Final Report for Join Industry Project (DnV) tahun 1984



Sehingga nilai dari slenderness dan thickness ratio dari model kaki *jack-up*, dapat dilihat pada tabel 3.3. di bawah ini

Tabel 3.3 Slenderness & Thickness Ratio Model Kaki
Jack-Up

Member	Model 1	
	K bracing system	D/t
Chords	20.57	6.4
Dia. Brace	47.13	11.33
Hor. Brace	67.53	9.8
Sec. Brace	200	25

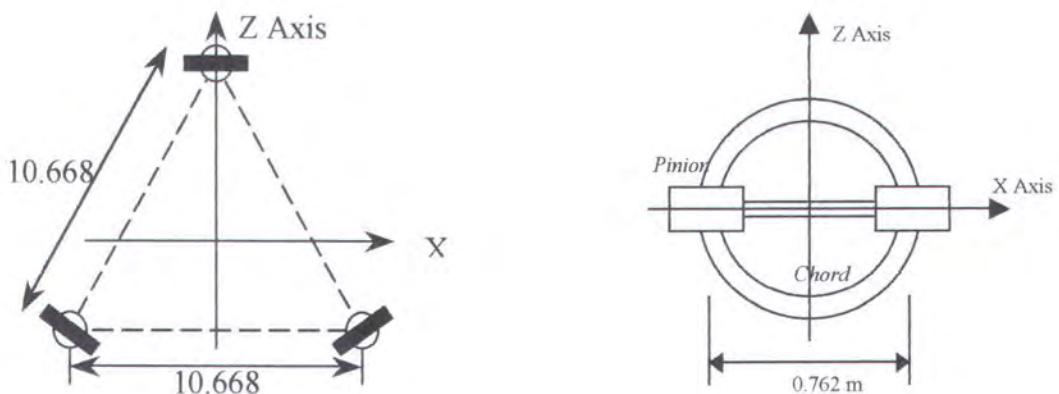
Dengan mengacu pada standar *American Institute of Steel Construction (AISC) 9th Edition*, maka ditetapkan bahwa ketiga model kaki *jack-up* masing-masing didesain memakai material yang sama, yaitu :

- Jenis Material : High Strength Steel Low Alloy ASTM A572 Grade 65
- Modulus Young : $2.005 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
- Modulus Geser (Shear) : $7.4376 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$
- Poisson Ratio : 0.32
- Densitas Massa : $76861.135 \text{ N / m}^3$
- Temperatur Referensi : $210^\circ \text{ Celcius}$
- Koefisien Ekspansi Panas : $1.188 \times 10^{-5} \text{ per } ^\circ \text{C}$



- Tegangan Tarik : $1.4537 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
- Tegangan Tekan : $1.6227 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
- Tegangan Geser : 11.0548 N/m^2
- Tegangan Luluh : 448110 kN/m^2

Sistem jacking yang dipergunakan adalah *Rack - Pinions* sistem ganda (*Opposed Rack-Pinions Elevating System*) di mana pinions diletakkan pada dua (2) sisi chord dari kaki jack-up. Dalam pemodelan, struktur *rack-pinions* tidak dimodelkan secara nyata, hanya dipergunakan untuk menghitung koefisien drag (CD) pada chord dan beban gelombang yang mengenainya.



Gambar 3.7. Penampang kaki dan sistem Pinions pada Chord (Murdjito, 1997)

b. Pemodelan Struktur Geladak

Untuk detailed model 1 kaki, struktur geladak tidak dimodelkan, hanya hubungan antara kaki dan deck



yang dimodelkan sebagai tumpuan rol arah vertikal (arah z global axis).

Beban vertikal berupa peralatan yang ada di atas geladak yang dikenai oleh model struktur deck jack-up di atas mengacu pada struktur "Dyvi Gamma Jack-Up Rig" adalah sebagai berikut :

- Basic Hull	= 4744.34 ton
- Pipping and Electrical Equipment	= 181.03 ton
- Machinery Foundations	= 45.37 ton
- Living Quarters	= 13.79 ton
- Helideck	= 110.25 ton
- Water Tower	= 55.81 ton
- Derrick and Drill Floor	= 567.13 ton
- Skid Rails and Pipeline Racks	= 46.73 ton
- Fixed Equipment	= 998.14 ton
- Jack House	= 363.42 ton
- Jacking Units	= 571.65 ton
- Liquid Load	= 1304.02 ton

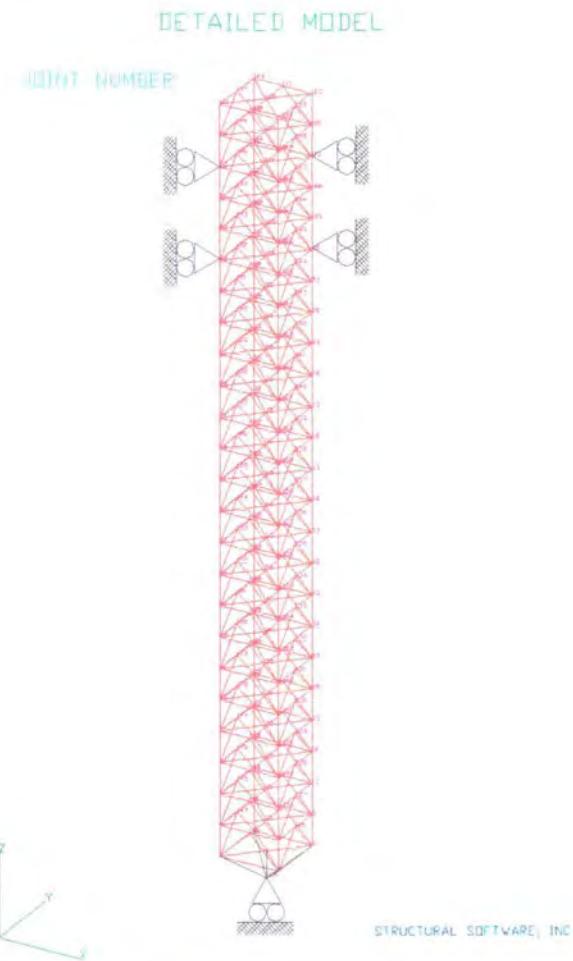
Maka total beban vertikal yang diterima oleh struktur kaki jack-up sebesar = 9151.68 ton

Beban total peralatan yang berada pada geladak ini terdistribusi secara merata pada luasan total geladak.

**c. Pemodelan Spud Can (Pondasi kaki Jack-Up)**

Sistem pondasi yang dipakai dalam model *jack-up* yang akan dianalisa ini menggunakan sepatu tumpu *spud can*. Dengan sepatu tumpu jenis ini, maka setiap kaki *jack-up* akan mempunyai satu *spud can* yang tidak terikat dengan kaki yang lain. Jenis konstruksi *spud can* ini paling banyak digunakan karena sistem instalasi *jack-up* menjadi lebih sederhana, sebab masing - masing kaki *jack-up* berdiri bebas.

Dalam pembuatan model analisis pada komputer, *spud cans* tidak dibuat dalam bentuk sebenarnya melainkan dimodelkan sebagai tumpuan (*Support*) berupa *roll* arah horizontal (arah x *global axis*).



Gambar 3.8. Sistem Support dan Nomer Joint Detailed model dengan K Bracing System

3.3.2.2.2. Pemodelan Beban

Masalah perhitungan beban di sini dibatasi dalam dua (2) macam beban yang bekerja mengenai model struktur kaki *jack-up* baik model lokal maupun model global, yaitu :

1. Beban dari struktur kaki itu sendiri, termasuk beban dari 'deck'-nya



2. Beban lingkungan yang meliputi beban gelombang (*wave load*), beban angin (*wind load*) dan beban arus (*current load*).

a. Beban Struktur

Beban struktur dalam arah vertikal di sini terdiri atas dua (2) model beban, yaitu :

- Beban dari berat struktur kaki itu sendiri (*Selfweight*)
- Beban dari struktur geladak yang ditopang oleh kaki *jack-up* (*Deck Load*)

Beban struktur *jack-up* dihitung dengan menggunakan GT-STRUDL, dengan menggunakan software ini secara otomatis akan mengeluarkan harga beban tersebut. Adapun input yang dimasukan pada software GT-STRUDL adalah property material, dimensi material (diameter, panjang, *thickness* dan lain sebagainya). Sedangkan beban *deck* pada detailed model dimodelkan sebagai beban terpusat pada *joint* sambungan antara *chord* dengan *jacking system* dengan arah searah sumbu Z *global axis* negatif sebagai *joint load* dengan rincian sebagai berikut :

$$BebanDeck1Kaki = \frac{BebanDeckTotal}{JumlahKaki}$$

$$BebanDeck1Chord = \frac{BebanDeck1Kaki}{JumlahChord1Kaki}$$

Apabila diketahui bahwa :

$$\text{Beban Deck Total} = 9151.68 \text{ ton}$$



Jumlah Kaki Jack-Up = 3

Jumlah Chord 1 Kaki = 4

Maka didapatkan :

Beban Deck untuk 1 Kaki Jack-Up = 3050.56 ton, dan

Beban Deck untuk 1 Chord = 762.64 ton

Untuk stick model 1 kaki beban deck juga dikenakan sebagai beban terpusat pada joint sambungan antara chord dengan jacking system searah sumbu Z global axis negatif sebagai joint load.

Tabel 3.4. Variasi Berat Beban Deck

NO. VARIASI	DEAD LOAD (TON)	LIVE LOAD (TON)	DECK LOAD (TON)
1	2207.25	2098.33	4305.58
2	2207.25	3137.49	5344.74
3	2207.25	4176.66	6383.91
4	2207.25	5215.82	7423.07
5	2207.25	6254.99	8462.24
DATA	2207.25	6944.43	9151.68
6	2207.25	7294.15	9501.40
7	2207.25	8333.32	10540.57

b. Beban Lingkungan

Dengan memasukkan input data lingkungan tempat "Dyvi Gamma" jack-up beroperasi pada software GT-SELOS maka beban-beban lingkungan yang meliputi beban gelombang, beban angin dan beban arus secara otomatis akan dihitung oleh software GT-SELOS.



Adapun data lingkungan dimana struktur jack-up beroperasi di Laut Utara khususnya Norwegian sektor adalah sebagai berikut:

Kedalaman laut : 76.5 m

Tinggi gelombang : 8 m

Periode gelombang : 10.4 detik

Still Water Level current : 2.4 m/s

Kecepatan Angin : 35 m/s

Teori gelombang yang digunakan dalam analisa ini adalah teori Stokes orde 5. Teori ini diperoleh sesuai

dengan grafik hubungan antara $\frac{d}{gT^2}$ dan $\frac{H}{gT^2}$ (lihat gambar

2.3). Dimana besarnya nilai $\frac{d}{gT^2}$ dan $\frac{H}{gT^2}$ adalah seperti

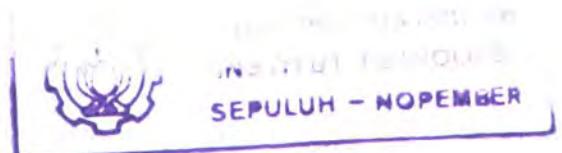
dibawah ini:

$$\frac{d}{gT^2} = \frac{76.5}{9.81 \times 10.4^2} = 0,072$$

$$\frac{H}{gT^2} = \frac{8}{9.81 \times 10.4^2} = 0,0075$$

Dalam pelaksanaan analisa dengan menggunakan GT-SELOS data input yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Teori gelombang
2. Tinggi gelombang
3. Periode Gelombang
4. Arah gelombang





5. Berat jenis air laut
6. Elevasi mudline
7. Kedalaman laut
8. Incremental Loading
9. C_d dan C_m

Dalam menentukan nilai C_d dan C_m mengacu pada recommended design value dari Det Norske Veritas dimana besarnya C_d untuk cylindrical member besarnya 0.8 dan C_m sama dengan 2.0.

Pada struktur jack-up yang dianalisa, terdapat chord yang memiliki rack berupa plate dengan sudut antara sumbu axis dengan arah aliran sebesar 45° , maka untuk menghitung C_d dari chord dihitung dengan menggunakan rumus 2.33 sehingga diperoleh :

$$C_{D_{chord}} = 2.0837$$

Dimana C_d dan C_m untuk bracing sebesar 0.8 dan 2.0. Sedangkan C_{deq} didapatkan dari persamaan 2.24. dan C_{meq} sesuai dengan recommended design value DnV diasumsikan 2.0. Arah dari beban gelombang yang ditinjau adalah 0° dari sumbu X global axis.

3.3.3. Analisa Pemodelan Struktur

Analisa dilakukan dengan menggunakan GT-STRUDL dengan memasukan input data detailed model. Setelah input data dimasukan kemudian dilakukan analisa terhadap kekuatan struktur dengan memperhatikan nilai



dari code check. Apabila nilainya memenuhi yaitu lebih kecil dari satu maka struktur dalam keadaan aman, tetapi jika nilai unity check kurang dari satu maka akan dilakukan kembali pemodelan konfigurasi jack up

3.3.4. Kesimpulan.

Pada pelaksanaan analisa akan diperoleh tegangan maksimum pada struktur akibat pengaruh eksentrisitas. Jadi hasil yang diperoleh dari analisa ini adalah suatu grafik hubungan antara **stress maksimum** dengan **indeks struktural**. Sehingga akan dapat dilihat besarnya pengaruh eksentrisitas kaki terhadap kekuatan struktur

BAB IV
ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN



BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hasil

Pelaksanaan analisa pengaruh eksentrisitas pada kaki *jack-up* dilakukan dengan dua tahapan yaitu pertama pemodelan struktur dengan pengaruh *eksentrisitas*, kedua pemodelan struktur secara keseluruhan atau biasa disebut dengan *detailed model*.

Pada pemodelan *stick model* dan *detailed model* hanya dimodelkan untuk satu kaki saja (lihat gambar 3.2 dan 3.8). *Stick model* dimodelkan dengan melakukan suatu *equivalent model* dari *detailed model* ke *stick model*. Pemodelan ini mengacu pada struktur *Jack Up Dyvi gamma (DnV)*, di sini dilakukan *equivalent diameter*, moment inersia, dan *coeffisient drag*. Pada equivalensi diameter didapatkan dengan cara mengasumsikan bahwa Gaya *Froude Krylov* yang mengenai struktur 1 bay sama. Sedangkan *Cd* didapatkan dengan mengasumsikan bahwa *drag force* yang mengenai struktur adalah sama.

Untuk mempermudah mengetahui seberapa besar pengaruh *eksentrisitas* pada kekuatan struktur dapat dilihat dari hasil respons yang diperoleh berupa tegangan kombinasi, tegangan aksial, tegangan lentur,



momen (x , y , z) disusun dalam suatu grafik respons struktur versus indeks struktural. Dimana indeks struktural diperoleh dari beban perencanaan deck dibagi dengan panjang struktur kuadrat. Untuk menghitung harga dari indeks struktural harus dihitung besarnya beban perencanaan deck. Adapun beban perencanaan deck diperoleh dari data struktur yang sudah ada dengan menggunakan variasi pembebanan deck mulai dari 4305,58 ton sampai dengan 10540,57 ton. Acuan ini diperoleh berdasarkan pada berat total deck sebenarnya pada struktur jack-up Dyvi Gamma yaitu sebesar 6944,43 ton dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

$$\text{Indeks Struktural} = \sigma_{si} = \frac{\text{beban perencanaan deck}}{L^2}$$

Dimana :

L adalah panjang struktur (berdasarkan data yaitu 131,66 m)

Tabel 4.1. Nilai Struktural Indeks untuk Tiap-tiap Variasi Beban Deck

NO. VARIASI	DECK LOAD (TON)	σ_{si}
1	4305.58	0.25
2	5344.74	0.31
3	6383.91	0.37
4	7423.07	0.43
5	8462.24	0.49
DATA	9151.68	0.53
6	9501.40	0.55
7	10540.57	0.61



4.1.1. Analisa Respons Pada Stick Model.

Penggunaan stick model ini ditujukan untuk mempermudah pemodelan dari suatu struktur yang sulit. Di sini struktur dimodelkan sederhana dan dimodelkan adanya pengaruh eksentrisitas sebesar 0,018 ; 0,052 ; 0,088 dan 0,107.

Pelaksanaan penyederhanaan stick model dilakukan melalui equivalent dari diameter, massa, Cd yang diperoleh dari Tabel 3.1, rumusan ini mengikuti aturan yang ditetapkan oleh DnV Dyvi Gamma.

Eksentrisitas pada kaki jack-up model stick model dilakukan pada satu kaki. Pemodelan dari eksentrisitas ini mengikuti pada persamaan (2.4), maka diperoleh eksentrisitas sebesar :

Tabel 4.2. Harga Besarnya Eksentrisitas pada Struktur Jack Up Dyvi Gamma

No	e/L
1	0.017455
2	0.052408
3	0.087489
4	0.107142

Berdasarkan hasil stick model diperoleh reaksi tumpuan pada struktur yaitu sebagai berikut :

Hasil gaya reaksi yang diperoleh stick model ini akan dianalisa pada detailed model, kemudian akan dianalisa

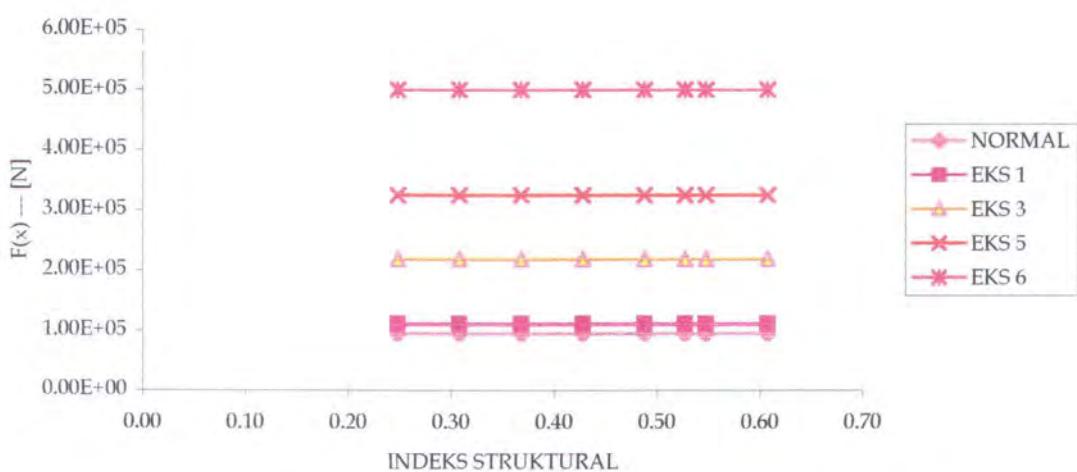


seberapa besar pengaruh eksentrisitas terhadap kekuatan kaki jack-up yang otomatis akan berpengaruh pada kekuatan struktur.

4.1.1.1. Gaya Reaksi Pada Tumpuan Searah Sumbu X

Gaya reaksi yang terjadi pada tumpuan dapat dilihat pada tabel 4.3. Adapun gaya reaksi yang bekerja hanya pada searah sumbu x, ini disebabkan adanya pengaruh eksentrisitas yang terjadi searah sumbu x pada tumpuan. Dengan menggunakan stick model yang dipengaruhi oleh beban gelombang yang memiliki variasi beban deck tidak nampak terjadi perubahan gaya reaksi pada sumbu x. Dan bila ada perubahan gaya, hal tersebut dipengaruhi oleh berubahnya nilai dari eksentrisitas, bukan dari berubahnya variasi beban deck.

INDEKS STRUKTURAL Vs F(x)



Gambar 4.1. Grafik Gaya Reaksi Searah Sumbu X Akibat Pengaruh Eksentrisitas Versus Indeks Struktural



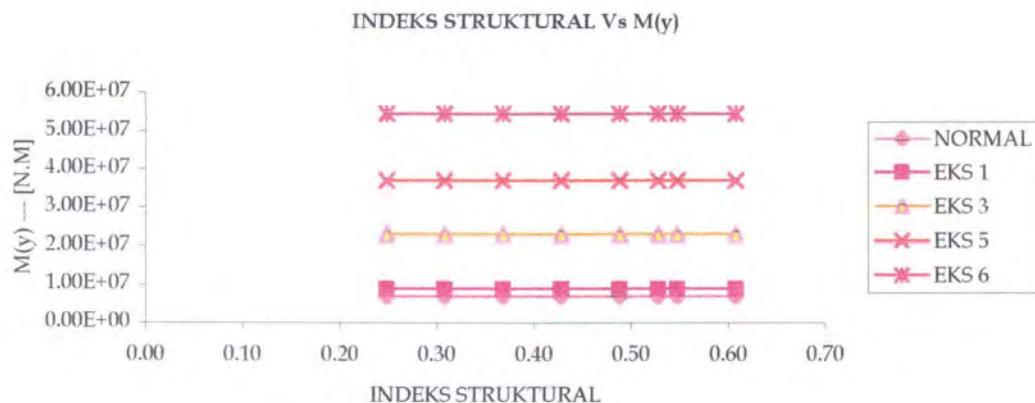
Tabel 4.3. Persentase Kenaikan Gaya Reaksi Searah Sumbu X Akibat Eksentrisitas Terhadap Kondisi Normal

No	Sudut	E/L	Kenaikan Fx Eks Terhadap Fx
			Normal
1	1	0.018	116,07 %
2	3	0.052	227.40 %
3	5	0.088	338.48 %
4	6	0.107	520.48 %

Dari analisa di atas dapat dilihat bahwa struktur dengan pengaruh e/L terbesar yaitu 0.107 dapat mengakibatkan struktur mengalami kenaikan gaya reaksi searah sumbu x pada tumpuan sebesar 520,48%, dengan adanya kenaikan gaya reaksi ini maka akan mengakibatkan kenaikan tegangan pada struktur jack-up.

4.1.1.2. Moment Pada Tumpuan Searah Sumbu Y

Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa pengaruh e/L terhadap moment pada struktur dengan adanya variasi pembebanan deck (live loads) mempunyai pengaruh yang besar. Kenaikan harga momen ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.2. Grafik Kenaikan Moment Versus Indeks Struktural Akibat Pengaruh *Eksentrisitas*.

Dari gambar 4.2. dapat dilihat bahwa e/L pada tumpuan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap kenaikan moment. Adapun dari hasil perhitungan dapat diketahui pada tabel 4.4 di bawah ini :

Tabel 4.4. Persentase Kenaikan Moment Searah Sumbu y Akibat *Eksentrisitas* Terhadap Kondisi Normal

No	Sudut	E/L	Kenaikan My Eks Terhadap My Normal (%)
1	1	0.018	129,26 %
2	3	0.052	332,02 %
3	5	0.088	534,30 %
4	6	0.107	786,05 %

Berdasarkan analisa di atas maka dapat diketahui bahwa kenaikan harga eksentrisitas sangat besar terhadap kenaikan harga moment dan ini secara langsung



dapat berpengaruh terhadap kenaikan tegangan lentur yang dipengaruhi oleh moment pada struktur.

4.1.2. Respons Analisa Global

Analisa global dapat dilakukan dengan menggunakan stick model yang sudah equivalent dengan detailed model. Stick model dibuat dengan cara analisa tiga kaki, analisa ini dilakukan untuk mengetahui respons global dari struktur jack-up. Respons global tersebut dapat berupa stabilitas struktur.

Untuk memperoleh respons global dari struktur jack-up yang ditinjau, diperlukan beberapa input data seperti tabel 4.5. di bawah ini,

Tabel 4.5. Input Data Untuk Analisa Global

No.	Uraian	Satuan	Global Struktur
1	Massa Effektif (Me)	KN	11419.28
2	Modulus Young (E)	KN/m ²	2.1E+08
3	Momen Inersia Kaki	m ⁴	28.705
4	Panjang Kaki (L)	m	131.64
5	Periode Gelombang (To)	det	10.4
6	Berat Fungsional (G)	KN	89778
7	Jumlah Kaki	Buah	3
8	e/L1	Tanpa satuan	0.018
9	e/L2	Tanpa satuan	0.052
10	e/L3	Tanpa satuan	0.088
11	e/L4	Tanpa satuan	0.107

Dari input di atas yang diperoleh dari hasil output *GT-STRU_DL* dan menggunakan rumus-rumus pada BAB II kemudian akan dianalisa dengan menggunakan *GT-STRU_DL* untuk mengetahui hasil respons struktur dengan



menggunakan analisa global sehingga akan diketahui stabilitas strukturnya.

Dari tabel 4.6. akan dihasilkan respons analisa global yang berupa stabilitas struktur jack-up berupa besarnya momen pengembali struktur, *Dynamic Amplification Factor* dan *Safety Factor*.

Tabel 4.6. Respons Analisa Global

No.	URAIAN	SATUAN	Normal	Eks 1	Eks 3	Eks 5	Eks 6
1	Beban kritis Euler (P_e)	N	1720566.5	1720566.5	1720566.5	1720566.5	1720566.5
2	Beban aksial kaki (P)	N	43789.12	43789.12	43789.12	43789.12	43789.12
3	Kekakuan sil. Krn bend. K	N/m	17350.617	17350.617	17350.617	17350.617	17350.617
4	Kekakuan efektif kaki (Ke)	N/m	16831.721	16831.721	16831.721	16831.721	16831.721
5	Periode natural (Tn)	det	5.6863162	5.6863162	5.6863162	5.6863162	5.6863162
6	DAF		1.4202209	1.4202209	1.4202209	1.4202209	1.4302209
7	Over Turning Moment (OTM)	N.m	159492.24	159492.24	159492.24	159492.24	159492.24
8	Berat fungsional (G)	N	89778	89778	89778	89778	89778
9	Jarak antara titik berat ke sb putar (b)	m	14.7066	14.7066	14.7066	14.7066	14.7066
10	Beban aksial terkecil (Pi)	N	31659	31659	31659	31659	31659
11	Eksentrisitas tumpuan (eo)		0	2.24	6.85	11.45	13.75
12	Mso	N.m	1320329.1	1320329.1	1320329.1	1320329.1	1320329.1
13	Moment Pengembali (Ms)		1262278.5	1060747.252	638810.2151	215314.5239	1314.2359
14	Safety factor --- > 1.3		7.91	6.65	4.01	1.35	0.008
15	Gaya reaksi arah X	N	-0.961523E+05	-0.1116E+06	-0.2186E+06	-0.3254E+06	-0.50045E+06
16	Gaya reaksi arah Y	N	0	0	0	0	0
17	Gaya reaksi arah Z	N	0.108721E+08	0.108721E+08	0.108721E+08	0.108721E+08	0.108721E+08
18	Momen reaksi sumbu X	N.m	0	0	0	0	0
19	Momen reaksi sumbu Y	N.m	0.695147E+07	0.898568E+07	0.230803E+08	0.371420E+08	0.546420E+08
20	Momen reaksi sumbu Z	N.m	0	0	0	0	0

Dari hasil analisa dapat dilihat bahwa semakin besar eksentrisitas maka momen pengembali struktur tersebut semakin kecil. Hal ini mengakibatkan bertambah kecilnya *safety factor*. Dengan semakin besarnya *safety factor* maka struktur memiliki stabilitas yang baik, tetapi sebaliknya apabila struktur tersebut memiliki



safety factor yang kecil maka struktur tersebut mempunyai stabilitas yang kecil.

Berdasarkan tabel 4.6. struktur dengan e/L 0.107 memiliki stabilitas yang paling kecil dibandingkan dengan struktur dengan e/L 0,0175; 0,052; dan 0,088. Kestabilan struktur tersebut bertambah kecil karena dipengaruhi oleh kenaikan gaya yang searah sumbu horizontal yang mengakibatkan bertambahnya tegangan geser dan bending pada struktur tersebut.

Untuk harga DAF dikarenakan struktur memiliki bentuk dan ukuran yang sama maka struktur tersebut memiliki harga DAF yang sama. Jadi semua struktur memiliki respons dinamis yang sama.

4.1.3. Analisa Detailed Model Akibat Pengaruh

Eksentrisitas Terhadap Kekuatan Struktur.

Pada analisa detailed model dihitung besarnya beban gelombang dan variasi beban deck yang bekerja pada struktur. Pada analisa kali ini dilakukan analisa beban deck terhadap variasi pembebanan deck. Beban yang bekerja pada struktur *jack-up* beban lingkungan, gaya eksentrisitas, dan variasi beban deck. Adapun hasil dari analisa detailed model akibat pengaruh eksentrisitas pada kaki *jack-up* dapat dilihat pada tabel 4.7.



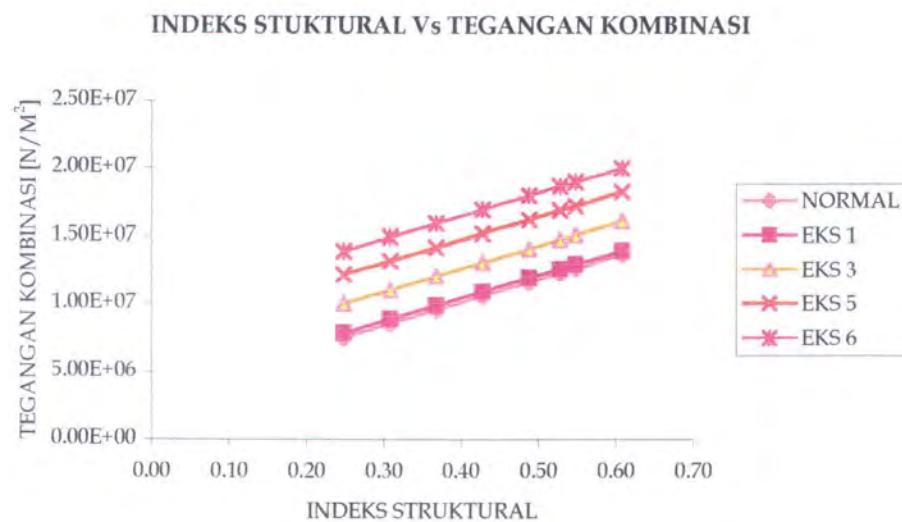
Tabel 4.7. Persentase Kenaikan Tegangan Akibat
Eksentrisitas

Jenis Respons Struktur	Rata-rata Respons Struktur N Normal (N/m ²)	Eks 1' (e/L = 0.018)		Eks 3' (e/L = 0.052)		Eks 5' (e/L = 0.088)		Eks 6' (e/L = 0.107)	
		N/m ²	%						
		1,08E+07	1,11E+07	102,88%	1,33E+07	122,8%	1,54E+07	142,68%	1,72E+07
Teg Komb	1,10E+07	1,13E+07	103,08%	1,37E+07	124,42%	1,60E+07	145,7%	1,77E+07	161,7%
Teg Aksial	2,24E+03	3,21E+03	143,38%	9,94E+03	443,96%	1,66E+04	743,84%	3,41E+04	1525,68%
Teg Lentur	1,67E+05	1,94E+05	116,24%	3,38E+05	228,79%	5,70E+05	341,07%	7,45E+05	445,73%
Code Check	0.52	0.54	103,23%	0.66	125,23%	0.77	147.23%	1.01	193.48%

4.1.3.1. Tegangan Kombinasi

Respon suatu struktur dapat dilihat dari kondisi struktur dalam hal ini diwakilkan pada salah satu member. Dari analisa detailed model diperoleh respons berupa kombinasi stress pada member yang kritis. Adapun member yang mengalami tegangan kritis adalah pada member yang dibentuk oleh join 111 dan 122 , yang terletak pada daerah Jacking system.

Adapun grafik analisa pengaruh eksentrisitas dengan variasi beban deck yang berpengaruh pada indeks struktural terhadap kekuatan struktur jack-up dapat dilihat hasilnya pada grafik sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Tegangan Kombinasi dan Indeks Struktural Akibat Pengaruh *Eksentrisitas*

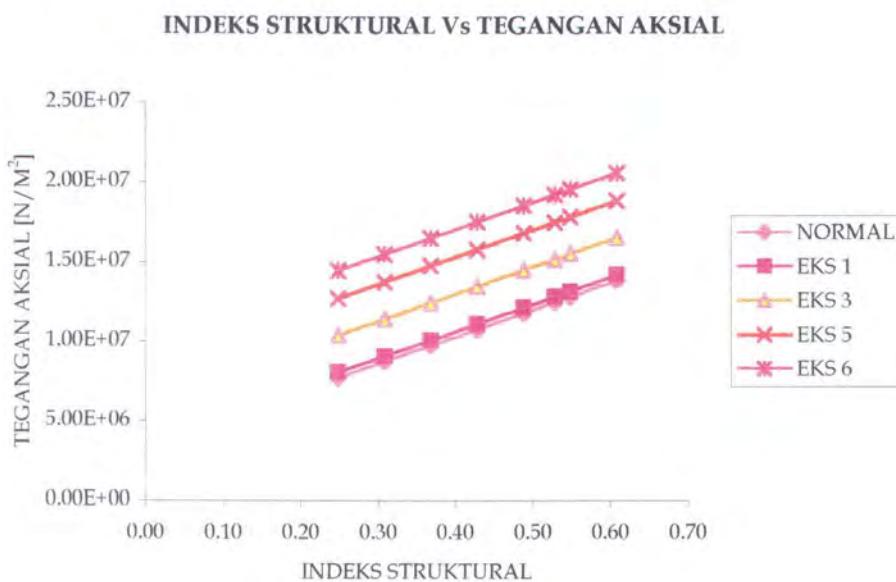
Dari grafik dapat dilihat bahwa besarnya kombinasi stress pada struktur tanpa eksentrisitas dengan struktur yang terkena eksentrisitas terdapat perubahan, untuk struktur dengan e/L sebesar 0.018 mengalami perubahan tegangan kombinasi sebesar 102,88% dari kondisi struktur normal. Untuk struktur dengan e/L sebesar 0.052 mengalami perubahan sebesar 122,8%, sedangkan struktur dengan e/L 0.088 mengalami perubahan sebesar 142.68% dari kondisi normal dan struktur dengan e/L sebesar 0.107 mengalami perubahan sebesar 158,82% dari kondisi normal.

Kenaikan tegangan kombinasi ini secara langsung dipengaruhi oleh kenaikan tegangan aksial, tegangan lentur dan tegangan geser. Dimana ketiga komponen tersebut diakibatkan karena adanya gaya-gaya yang



bekerja pada struktur yaitu gaya aksial, momen pengembali, dan gaya geser struktur. Dengan adanya eksentrisitas ini gaya aksial, momen pengembali, momen bending dan gaya geser mengalami kenaikan sehingga mengakibatkan ketiga tegangan tersebut mengalami kenaikan.

4.1.3.2. Tegangan Aksial



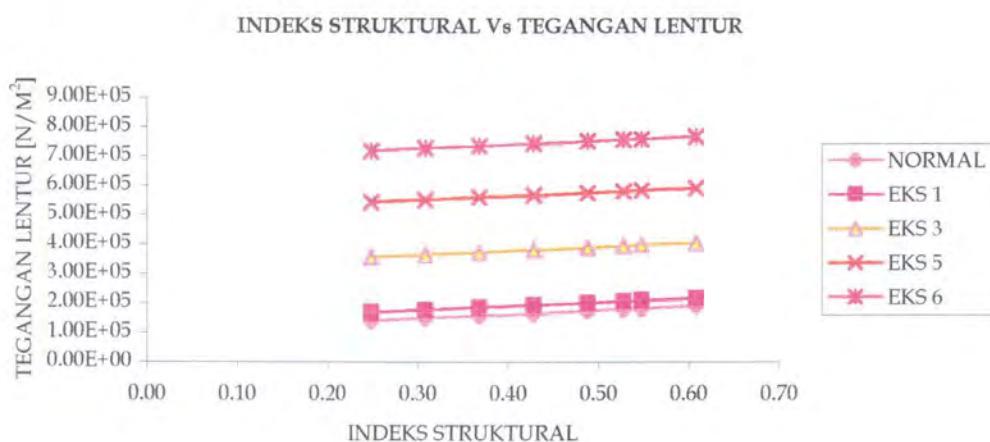
Gambar 4.4. Gafik Hubungan Antara Tegangan Aksial dan Indeks Struktural akibat Pengaruh *Eksentrisitas*

Berdasarkan grafik dapat dilihat adanya kenaikan tegangan aksial diikuti dengan kenaikan indeks struktural. Kenaikan tegangan aksial yang diakibatkan oleh e/L sebesar 0,018 adalah 103,08%. Sedang kenaikan tegangan sebesar 124,42% terjadi pada struktur dengan e/L 0,052, 145,70% untuk struktur dengan e/L 0,088, dan



161,7% untuk struktur dengan $e/L = 0,107$. Dapat dilihat kenaikan tegangan aksial begitu besar karena eksentrisitas terjadi akibat gaya aksial sehingga tegangan aksial yang terjadi akan semakin besar.

4.1.3.3. Tegangan Lentur



Gambar 4.5. Gafik Hubungan Antara Tegangan Lentur dan Indeks Struktural Akibat Pengaruh *Eksentrisitas*

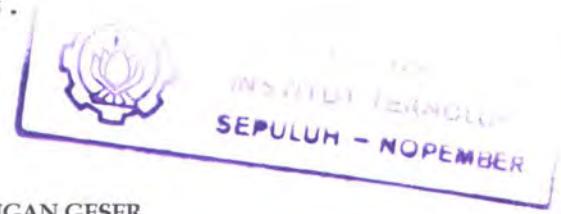
Grafik memperlihatkan kenaikan tegangan lentur pada struktur yang tidak seberapa besar dibandingkan dengan kenaikan tegangan aksial, tetapi harga dari tegangan lentur sangat mempengaruhi harga dari tegangan kombinasi.

Untuk tegangan bending kenaikan yang terjadi sebesar 116,24% untuk struktur dengan eksentrisitas 0,018 terhadap tegangan struktur normal. Kenaikan sebesar 228,79% terjadi pada struktur dengan eksentrisitas 0,052 sedang kenaikan sebesar 341,07% terjadi pada

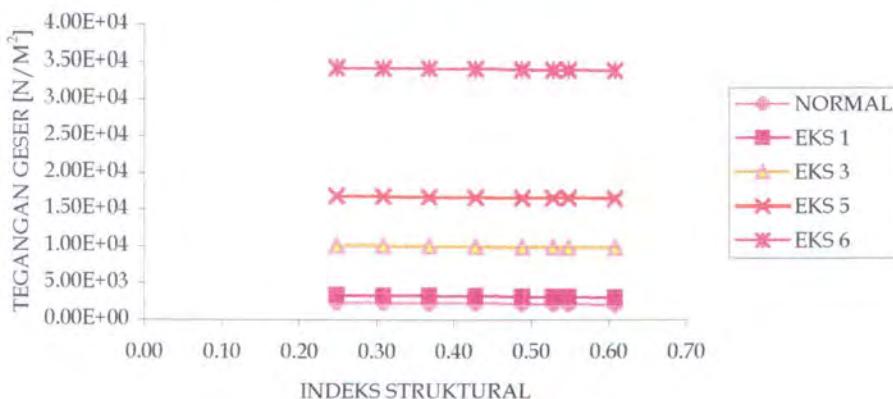


struktur dengan eksentrisitas 0.088 dan kenaikan untuk struktur e/L 0.107 sebesar 445,73%.

4.1.3.4. Tegangan Geser



INDEKS STRUKTURAL Vs TEGANGAN GESER



Gambar 4.6. Gafik Hubungan Antara Tegangan Geser dan Indeks Struktural Akibat Pengaruh Eksentrisitas

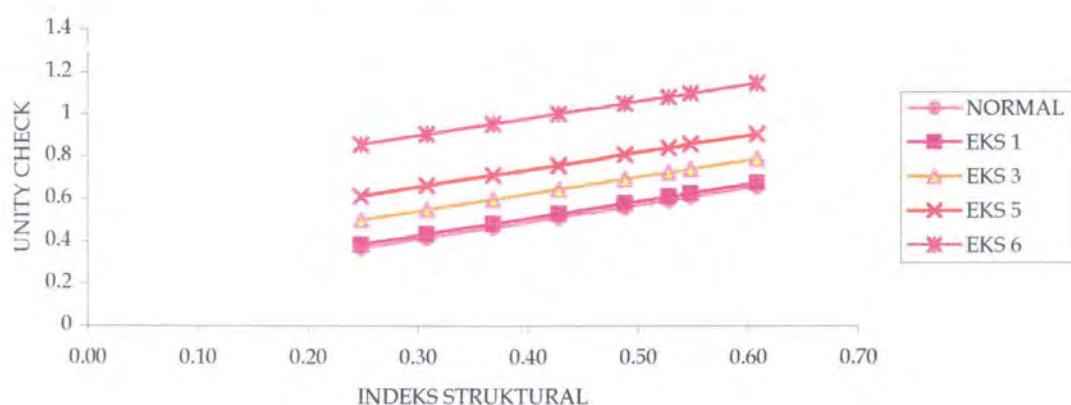
Grafik menunjukkan adanya penurunan dari tegangan geser akibat struktur yang terkena eksentrisitas yang diikuti naiknya harga dari indeks struktural. Pada struktur dengan e/L 0.018 mengalami kenaikan sebesar 143,38% dari kondisi normal, untuk struktur dengan e/L 0.052 mengalami kenaikan tegangan geser sebesar 443,96% dari kondisi normal sedangkan untuk struktur dengan e/L sebesar 0.088 mengalami kenaikan tegangan geser sebesar 743,84% dari normal dan untuk e/L sebesar 0.107 mengalami kenaikan tegangan sebesar 1525,68% dari kondisi normal.



Penurunan ini terjadi karena adanya pengaruh dari variasi pembebanan yang terjadi pada struktur, dimana gaya yang bekerja searah sumbu aksial. Sebagaimana kita ketahui bahwa gaya yang bekerja pada sumbu aksial berpengaruh kecil terhadap berubahnya tegangan geser. Pada kondisi struktur dengan pengaruh *eksentrисitas* maka struktur tersebut akan mengalami kenaikan gaya geser yang besar, hal tersebut dapat dilihat dari persentase kenaikan yang begitu tajam. Setiap terjadi perubahan *eksentrисitas* yang semakin besar maka gaya geserpun akan naik diikuti kenaikan pengaruh indeks struktural, meskipun harga pada satu kondisi normal misalnya cenderung menurun.

4.1.3.5. Unity Check (Code Check)

INDEKS STRUKTURAL Vs UNITY CHECK



Gambar 4.7. Gafik Hubungan Antara *Unity Check* dan Indeks Struktural Akibat Pengaruh *Eksentrисitas*



Unity check merupakan suatu parameter untuk menentukan kondisi struktur. Karena unity check merupakan suatu perbandingan antara tegangan kombinasi yang terjadi pada struktur dalam hal ini member dan tegangan yang diijinkan menurut suatu standard yang dipakai yaitu API RP2A LRFD. Semakin besar harga unity checknya maka kekuatan strukturnya semakin kritis, maka dari itu harga dari unity check ≤ 1 .

Dari grafik di atas dapat dilihat kenaikan harga unity check mengalami kenaikan setiap kenaikan eksentrisitas dan perubahan indeks struktural berubah berdasarkan naiknya variasi pembebanan. Dari perhitungan dihasilkan bahwa kenaikan unity check untuk kondisi struktur dengan pengaruh $e/L = 0.018$ adalah 103,23% dari kondisi struktur normal. Kemudian untuk struktur dengan pengaruh $e/L = 0.052$ mengalami perubahan sebesar 125,23% dari kondisi struktur normal, sedangkan untuk struktur dengan pengaruh e/L sebesar 0.088 mengalami perubahan unity check sebesar 147,23% dari kondisi struktur normal. dan untuk e/L sebesar 0.107 mengalami kenaikan tegangan sebesar 1525,68% dari kondisi normal. Kenaikan unity check ini diakibatkan karena adanya kenaikan tegangan kombinasi pada member. Pada analisa kali ini member yang



mengalami unity check paling kritis yaitu pada member 1.

4.2. Pembahasan

Jack-up merupakan struktur yang memiliki dimensi yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan *jacket*. Ini diakibatkan *jack-up* terdiri atas tiga kaki yang terpisah dan dihubungkan oleh suatu pengikat dengan *deck*, dan tersusun atas *jacking sistem*.

Pada saat fase instalasi kaki *jack-up* akan diturunkan dengan sistem *jacking*, maka struktur terkena pengaruh beban gelombang yang mengakibatkan kaki mengalami eksentrisitas. Demikian pula dengan beban *deck*, pengaruh eksentrisitas ini berhubungan langsung dengan kekuatan struktur *jack-up*. Sehingga pada penelitian kali ini dilakukan analisa seberapa besar pengaruh eksentrisitas kaki *jack-up* terhadap kekuatan struktur akibat variasi beban *deck* (*live loads*).

Penelitian ini menggunakan struktur Dyvi Gamma dengan jumlah kaki 3 tipe *truss* 4 *chord* dan K *bracing*, dimana struktur tersebut berlokasi di Norway North Sea. Untuk pemodelan awal *jack-up* dimodelkan dalam bentuk *stick model* satu kaki dengan menggunakan *equivalent model* dengan *detailed model* yang mengacu pada rumusan Dyvi Gamma. Kemudian hasil gaya reaksi



pada *stick model* akan dianalisa pada *detailed model*, untuk *detailed model* dimodelkan hanya untuk menganalisa satu kaki saja karena adanya keterbatasan model yang kemudian pada struktur tersebut dikenakan reaksi yang terjadi pada *stick model* sebagai beban yang mengenai struktur.

Beban yang diperhitungkan adalah beban lingkungan dan beban *deck*, sedangkan untuk beban yang lainnya tidak dilakukan analisa. Hasil dari analisa pengaruh *eksentrisitas* kaki *jack-up* terhadap kekuatan struktur akibat *eksentrisitas* menunjukkan bahwa *eksentrisitas* sangat berpengaruh terhadap pertambahan tegangan bending dan tegangan aksial tetapi tidak untuk tegangan geser. Secara langsung berpengaruh terhadap kenaikan harga tegangan kombinasi. Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan GT-STRUDEL diketahui bahwa kenaikan tegangan kombinasi untuk struktur yang mengalami $e/L = 0.018$ adalah 102,88%, untuk struktur dengan pengaruh $e/L = 0.052$ mengalami kenaikan tegangan kombinasi sebesar 122,80% sedang untuk struktur dengan pengaruh $e/L = 0.088$ mengalami kenaikan tegangan kombinasi sebesar 142,68% dan untuk struktur dengan pengaruh $e/L = 0.107$ mengalami kenaikan tegangan kombinasi sebesar 158,87%.

Besarnya tegangan kombinasi ini terjadi akibat harga tegangan lentur dan tegangan geser yang cukup



kecil dibandingkan dengan harga dari tegangan aksial yang terjadi. Karena tegangan aksial dipengaruhi beban aksial yang searah sumbu Z negatif. Sedangkan terjadinya eksentrisitas dipengaruhi oleh beban searah sumbu x ataupun sumbu y (horisontal). Jadi jelas untuk tegangan aksial pengaruh eksentrisitas tidak terlalu besar.

Kenaikan tegangan juga sebanding lurus dengan kenaikan indeks struktural, semakin besar pembebanan maka kekuatan struktur semakin berkurang dan tegangan yang terjadi pada struktur semakin besar.

Berdasarkan pembahasan di atas jelas bahwa kenaikan harga tegangan dipengaruhi oleh semakin besarnya eksentrisitas pada kaki. Analisa kali ini menunjukan bahwa variasi pembebanan deck tidak begitu besar perubahannya dibandingkan dengan variasi beban lingkungan.

BAB V
PENUTUP



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi dan analisa yang dilakukan terhadap respons struktur Jack Up K bracing 4 chord dengan pengaruh eksentrisitas diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dengan memasukan faktor eksentrisitas dalam analisa struktur kaki Jack Up didapatkan bahwa member yang mengalami tegangan paling besar adalah member yang dibentuk oleh joint 111 dan 122, yang terletak pada daerah sambungan antara kaki jack up dan deck (*jacking system*).
- b. Tegangan kombinasi pada struktur dengan e/L sebesar 0.018 mengalami perubahan 102.88% dari kondisi struktur normal. Untuk struktur dengan e/L sebesar 0.052 mengalami perubahan 122.8% sedang untuk struktur dengan e/L 0.088 mengalami perubahan 142.68% dari kondisi struktur normal dan untuk struktur dengan pengaruh e/L 0.107 mengalami kenaikan tegangan kombinasi sebesar 158,87%..
- c. Tegangan aksial pada struktur dengan e/L sebesar 0.018 mengalami perubahan sebesar 103.48% dari kondisi struktur normal. Sedangkan struktur dengan



e/L sebesar 0.052 mengalami perubahan sebesar 124.42% dan struktur dengan e/L 0.088 mengalami perubahan sebesar 145.7% dari kondisi struktur normal dan 161.7% untuk struktur dengan e/L 0.107.

d. Tegangan lentur pada struktur dengan e/L sebesar 0.018 mengalami perubahan 116.24% dari kondisi struktur normal. Struktur dengan e/L sebesar 0.052 mengalami perubahan 228.79%, struktur dengan e/L 0.088 mengalami perubahan sebesar 341.07% dari kondisi struktur normal dan kenaikan untuk struktur e/L 0.107 sebesar 445,73%.

e. Untuk tegangan geser pada struktur dengan e/L sebesar 0.018 mengalami kenaikan sebesar 143.38% dari kondisi struktur normal. Struktur dengan e/L sebesar 0.052 mengalami perubahan 443.96%, sedang struktur dengan e/L 0.088 mengalami perubahan sebesar 743.84% dari kondisi struktur normal dan untuk e/L sebesar 0.107 mengalami kenaikan tegangan sebesar 1525,68% dari kondisi normal.

f. Harga unity check pada struktur dengan e/L sebesar 0.018 mengalami perubahan 103.23% dari kondisi struktur normal. Struktur dengan e/L sebesar 0.052 mengalami perubahan 125.23%, sedang struktur dengan e/L 0.088 mengalami perubahan 147.23% dari kondisi struktur normal. Dan untuk e/L sebesar



0,107 mengalami kenaikan tegangan sebesar 1525,68% dari kondisi normal. Dari hasil ini diketahui bahwa pada kondisi struktur dengan e/L sebesar 0,107 mengalami kegagalan dengan *Unity Check* sebesar 1,01 dan ini membuktikan bahwa pengaruh eksentrisitas dapat mengakibatkan struktur mengalami penurunan kekuatan.

5.2. Saran

Seiring dengan berkembangnya software-software analisa struktur, khususnya struktur bangunan lepas pantai, untuk analisa perancangan awal struktur kaki jack up tidak perlu lagi menggunakan *stick model*, tetapi bisa dimodelkan secara *detailed 3 kaki*.

Analisa dalam tugas akhir ini menggunakan *in place analysis*, sedangkan analisa dinamis tidak dilakukan. Penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang analisa dinamis terhadap struktur yang mengalami eksentrisitas.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- American Bureau of Shipping, 1980, "**Rules for Building and Classing Mobile Offshore Drilling Units**", New York 10006, USA.
- API RP2A-LRFD, "**Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platform - Load and Resistance Factor Design**", American Petroleum Institute, Washington DC, 1991.
- American Petroleum Institute, 1993, "**Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms**", API Recommended Practice 2A-WSD (2A-WSD) - *Working Stress Design*", First Edition, July 1993.
- American Institute of Steel Construction, 1991, "Steel Construction Allowable Stress Design", Chicago USA
- Chakrabarti, S.K.; 1987, "**Hydrodynamics of Offshore Structures**", Computational Mechanics Publications Southampton, Boston, USA.
- Dawson, T.H., 1983, "**Offshore Structural Engineering**", Prentice-Hall, Inc. Engelwood Cliffs, New Jersey, USA.
- Det Norske Veritas; 1983, "**Dynamics of Jack-Up Platform - Joint Industry Project**", DnV Research Division, Oslo.
- Hancox, Michael, 1993, "**Jack-Up Moving Vol. 2**", England.
- Murdjito, 1996; "**Diktat Pengantar Bangunan Lepas Pantai**", Kursus Segitiga Biru ITS - Unhas - Unpati, FTK ITS, Surabaya.
- Murdjito, 1997; "**Inovasi dalam Perancangan Jack-Up Platform untuk Perairan Dalam**", Lembaga Penelitian ITS, Surabaya.

Popov, E.P., 1993, "**Mechanical of Materials**", Prentice Hall, Inc., Engelwood Cliffs, New Jersey, USA.

Rosyid, D.M., 1996, "**Perancangan Struktur Anjungan Lepas Pantai Filosofi, Prosedur, Model Analisis**", ITS, Surabaya.

Segui, William T., "**LRFD Steel Design**", PWS Publishing Comp., Massachusetts, 1994.

Soedjono, J.J., 1999, "**Perancangan Sistem Bangunan Laut**", Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya.

Thomas, G.A.N. dan Snell, R.O., "**Application of API RP2A-LRFD to North Sea Platform Structure**", Offshore Technology Conferences, OTC 6931, Houston Texas, USA, 1992.



LAMPIRAN



STICK MODEL

INPUT SELOS

```
$ SELOS 'STICK_MODEL' 'ANALISA_STICK_MODEL'
STRUCL 'ARYO' 'TUGAS_AKHIR'
UNITS M KG
$ OUTPUT UNITS METRIC
JOINT COORDINATES GLOBAL
 1      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -7.6500000E+01
 2      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -7.1014000E+01
 3      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -6.5528000E+01
 4      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -6.0041996E+01
 5      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -5.4555996E+01
 6      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -4.9070000E+01
 7      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -4.3584000E+01
 8      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -3.8098000E+01
 9      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -3.2612000E+01
10      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -2.7125998E+01
11      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -2.1639997E+01
12      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -1.6153998E+01
13      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -1.0668000E+01
14      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -5.1820002E+00
15      0.0000000E+00  0.0000000E+00  3.0399999E-01
16      0.0000000E+00  0.0000000E+00  5.7900000E+00
17      0.0000000E+00  0.0000000E+00  1.1276000E+01
18      0.0000000E+00  0.0000000E+00  1.6761999E+01
19      0.0000000E+00  0.0000000E+00  2.2247997E+01
20      0.0000000E+00  0.0000000E+00  2.7733997E+01
21      0.0000000E+00  0.0000000E+00  3.3220001E+01
22      0.0000000E+00  0.0000000E+00  3.8705997E+01
23      0.0000000E+00  0.0000000E+00  4.4191998E+01
24      0.0000000E+00  0.0000000E+00  4.9677998E+01
25      0.0000000E+00  0.0000000E+00  5.5164001E+01
$ END JOINT COORDINATES
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
$$
TYPE SPACE FRAME
UNITS METERS
MEMBER INCIDENCES AND PROPERTIES PIPE OD 1.896 THI 0.038 $ -
$ WATER MASS FLOODED BUOYANT CDWATER 4.13 CMWATER 1.0 WT/V 1.0
 1      1      2
 2      2      3
 3      3      4
 4      4      5
 5      5      6
 6      6      7
 7      7      8
 8      8      9
 9      9      10
10     10     11
11     11     12
12     12     13
13     13     14
14     14     15
15     15     16
16     16     17
17     17     18
18     18     19
19     19     20
20     20     21
21     21     22
22     22     23
23     23     24
24     24     25
$ END MEMBER INCIDENCES
$$
$$
STATUS SUPPORT -
 1      20      23      25
$$
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
JOINT RELEASES
 25    -
$$
FOR Z
$$
 1    -
$$
FOR X MOM Y
$$
 20      23    -
FOR X Z MOM Y
$$
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
CONSTANTS
 BETA 0.0000000E+00 ALL
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
```



```
$$
CONSTANTS
  E    2.0389065E+10  ALL
  G    7.7337830E+09  ALL
  POI  3.0000001E-01  ALL
  DEN   7.8417393E+03  ALL
  CTE   6.4999999E-06  ALL
$
UNITS M      KG     DEG    FAH
$$
SELF WEIGHT    'SELF'          'SELFWEIGHT'   -
DIRECTION -Z FACTOR 1.000 ALL MEMBERS
$$
MATERIAL STEEL
$ SAVE INPUT
$ SAVE LOADINGS
$ IDENTIFY UNRECOGNIZED COMMANDS
$ UNITS METERS
$ INITIAL CONDITIONS
$ JNT2 1.0 0.0 0.0 JNT3 0.0 -1.0 0.0 -
$ LINEAR DISPLACEMENT ORIGIN X 0.0 Y 0.0 Z 0.0
$$
UNITS METER SECONDS DEGREES
$ WAVE STOKES FIFTH WAVID 'WV' HEIGHT 8.0 PERIOD 10.4 -
$ DEPTH 76.5 DIRECTION 0.0
$$
$ CURRENT DATA STRETCH
$ DEPTH 0.0 76.5
$ VELOCITY 2.4 0.0
$ DIRECTION 0.0 0.0
$$
$ WIND DATA
$ DIRECTION 0.0
$ VELOCITY 35.0
$ WT/V STANDARD
$ VARIATION WITH ALTITUDE ABS
$$
$ EXECUTE STEP WAVE LOADINGS TYPE STRUCTURE FIXED -
$ DEAD LOADS COMPUTE CONSISTENT WITH ORIENTATION -
$ COMPUTE LOADING FOR MAXIMUM BASE SHEAR -
$ MAXIMUM OVERTUNING MOMENT AT 0. 0. -76.5
$$
$ WAVE WIND LIST
$ 'WV' HEIGHT 8.0 PERIOD 10.4 DEPTH 76.5 DIRECTION 0.0 -
$ FROM -2.0 TO 2.0 INCREMENT 1.0
$ END WAVE WIND LIST
$ SELOS PLOTS
$ PLOT 3D RIGID POSITION AT TIMES -2.0 -1.0 0.0 1.0 2.0 -
$ VIEWER POSITION -45. 0.0 44.0
$ OVERLAY WAVE SURFACE FULL WAVE LENGTH
$ TITLE
$ 'STICK_MODEL'
$ FINISH
$
$ READ THE WAVE LOAD DATA
$
READ WAVE LOADS FOR DESIGN FROM FILE 'STICK.lds'
```

INPUT (ALL)

```
STRU_DL      'ARYO          'TUGAS AKHIR '
$$
$$ This GTSTRU_DL file created from GTMenu on 3/20/2003
$$
$$
UNITS M     KG     DEG     FAH
$$
$$
JOINT COORDINATES GLOBAL
 1       0.0000000E+00  0.0000000E+00 -7.6500000E+01
 2       0.0000000E+00  0.0000000E+00 -7.1014000E+01
 3       0.0000000E+00  0.0000000E+00 -6.5528000E+01
 4       0.0000000E+00  0.0000000E+00 -6.0041996E+01
 5       0.0000000E+00  0.0000000E+00 -5.4555992E+01
 6       0.0000000E+00  0.0000000E+00 -4.9070000E+01
 7       0.0000000E+00  0.0000000E+00 -4.3584000E+01
 8       0.0000000E+00  0.0000000E+00 -3.8098000E+01
 9       0.0000000E+00  0.0000000E+00 -3.2612000E+01
10      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -2.7125998E+01
11      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -2.1639997E+01
12      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -1.6153998E+01
13      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -1.0668000E+01
14      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -5.1820002E+00
15      0.0000000E+00  0.0000000E+00  3.0399999E-01
16      0.0000000E+00  0.0000000E+00  5.7900000E+00
17      0.0000000E+00  0.0000000E+00  1.1276000E+01
18      0.0000000E+00  0.0000000E+00  1.6761999E+01
19      0.0000000E+00  0.0000000E+00  2.2247997E+01
20      0.0000000E+00  0.0000000E+00  2.7733997E+01
21      0.0000000E+00  0.0000000E+00  3.3220001E+01
22      0.0000000E+00  0.0000000E+00  3.8705997E+01
23      0.0000000E+00  0.0000000E+00  4.4191998E+01
24      0.0000000E+00  0.0000000E+00  4.9677998E+01
25      0.0000000E+00  0.0000000E+00  5.5164001E+01
$$
$$
UNITS M     KG     DEG     FAH
$$
$$
TYPE SPACE FRAME
MEMBER INCIDENCES
 1       1       2
 2       2       3
 3       3       4
 4       4       5
 5       5       6
 6       6       7
 7       7       8
 8       8       9
 9       9       10
10      10      11
11      11      12
12      12      13
13      13      14
14      14      15
15      15      16
16      16      17
17      17      18
18      18      19
19      19      20
20      20      21
21      21      22
22      22      23
23      23      24
24      24      25
$$
$$
UNITS M     KG     DEG     FAH
$$
$$
MEMBER PROPERTIES PIPE OD 1.896 THI 0.038
 1       2       3       4       5       -
 6       7       8       9       10      -
11      12      13      14      15      -
16      17      18      19      20      -
21      22      23      24      -       -
$$
$$
STATUS SUPPORT -
 1       20      23      25
$$
$$
UNITS M     KG     DEG     FAH
$$
$$
JOINT RELEASES
 25      -
    FOR Z
$$
 1       -       -
    FOR X MOM Y
$$
 20      23      -
    FOR X Z MOM Y
$$
$$
```



```
UNITS M     KG     DEG     FAH
$$
CONSTANTS
    BETA  0.000000E+00 ALL
$$
UNITS M     KG     DEG     FAH
$$
CONSTANTS
    E     2.0389020E+10 ALL
    G     7.7337661E+09 ALL
    POI   3.0000001E-01 ALL
    DEN   7.8417183E+03 ALL
    CTE   6.4999999E-06 ALL
$$
UNITS M     KG     DEG     FAH
$$
SELF WEIGHT      'SELF'          'SELFWEIGHT'      -
DIRECTION -Z FACTOR 1.000 ALL MEMBERS
$$
UNITS M     KG     DEG     FAH
$$
LOADING 'BL'          'BEBAN LINGKUNGAN'
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422880E-03 L 0.0000000E+00
1           11
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422896E-03 L 0.0000000E+00
2           3           4           6           9
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422864E-03 L 0.0000000E+00
5
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422888E-03 L 0.0000000E+00
7           8           10          13
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422885E-03 L 0.0000000E+00
12
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422890E-03 L 0.0000000E+00
14
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.0258206E-03 L 0.0000000E+00
15
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146641E+04 L 0.0000000E+00
1           11
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146672E+04 L 0.0000000E+00
2           3           4           6           9
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146602E+04 L 0.0000000E+00
5
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146656E+04 L 0.0000000E+00
7           8           10          13
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146648E+04 L 0.0000000E+00
12
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146660E+04 L 0.0000000E+00
14
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 2.3468039E+04 L 0.0000000E+00
15
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.6538672E+02 WB 1.8275450E+02 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
1
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.8275450E+02 WB 2.1572809E+02 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
2
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 2.1572809E+02 WB 2.6620157E+02 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
3
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 2.6620157E+02 WB 3.3666638E+02 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
4
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 3.3666638E+02 WB 4.3038791E+02 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
5
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 4.3038791E+02 WB 5.5164154E+02 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
6
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 5.5164154E+02 WB 7.0602771E+02 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
7
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 7.0602771E+02 WB 9.0089893E+02 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
8
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 9.0089893E+02 WB 1.1459408E+03 -
```



```
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
9
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.1459408E+03 WB 1.4539685E+03 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
10
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.4539685E+03 WB 1.8420283E+03 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
11
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.8420283E+03 WB 2.3329358E+03 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
12
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 2.3329358E+03 WB 2.9574360E+03 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
13
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 2.9574360E+03 WB 3.7572617E+03 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
14
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 3.7572617E+03 WB 4.2989043E+03 -
LA 0.0000000E+00 LB 5.5681849E-01
15
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA -7.2375581E+03 WB -7.2375581E+03 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
1   2   3   4   5   -
6   7   8   9   10  -
11  12  13  14  15  -
16  17  18  19  20  -
21  22  23  24  -
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 7.2292833E-06 WB 7.9884521E-06 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
1
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 7.9884521E-06 WB 9.4297748E-06 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
2
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 9.4297748E-06 WB 1.1636039E-05 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
3
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.1636039E-05 WB 1.4716155E-05 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
4
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.4716155E-05 WB 1.8812854E-05 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
5
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.8812854E-05 WB 2.4113016E-05 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
6
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 2.4113016E-05 WB 3.0861451E-05 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
7
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 3.0861451E-05 WB 3.9379542E-05 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
8
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 3.9379542E-05 WB 5.0090661E-05 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
9
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 5.0090661E-05 WB 6.3554980E-05 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
10
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 6.3554980E-05 WB 8.0517617E-05 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
11
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 8.0517617E-05 WB 1.0197586E-04 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
12
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.0197586E-04 WB 1.2927364E-04 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
13
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.2927364E-04 WB 1.6423511E-04 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
14
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.6423511E-04 WB 1.8791106E-04 -
LA 0.0000000E+00 LB 5.5681849E-01
15
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'L1'      'LIVE LOAD1'
```



```
$$
JOINT LOADS FOR Z -1.0491645E+06
 20      23
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'L2'      'LIVE LOAD2'
$$
JOINT LOADS FOR Z -1.5687468E+06
 20      23
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'L3'      'LIVE LOAD3'
$$
JOINT LOADS FOR Z -2.0883289E+06
 20      23
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'L4'      'LIVE LOAD4'
$$
JOINT LOADS FOR Z -2.6079112E+06
 20      23
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'L5'      'LIVE LOAD5'
$$
JOINT LOADS FOR Z -3.1274935E+06
 20      23
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'LD'      'LIVE LOAD-DATA'
$$
JOINT LOADS FOR Z -3.4721500E+06
 20      23
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'L6'      'LIVE LOAD6'
$$
JOINT LOADS FOR Z -3.6470758E+06
 20      23
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'L7'      'LIVE LOAD7'
$$
JOINT LOADS FOR Z -4.1666581E+05
 20      23
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'VT'      'VARIABEL TETAP'
$$
JOINT LOADS FOR Z -1.1036250E+06
 20      23
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'E1'      'EKSENTRISITAS 1'
$$
JOINT LOADS FOR X  1.5450000E+04
 1
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'E3'      'EKSENTRISITAS 3'
$$
JOINT LOADS FOR X  1.2249999E+05
 1
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'E5'      'EKSENTRISITAS 5'
$$
JOINT LOADS FOR X  2.2930000E+05
 1
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOADING 'E6'      'EKSENTRISITAS 6'
$$
JOINT LOADS FOR X  2.2930000E+05
 1
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
LOAD COMB 'NOEKS'      'NO EKSENTRISITAS' -
COMB 'SELF'        1.0000  'BL'        1.0000
  'VT'           1.0000  'LD'        1.0000
$$
LOAD COMB 'EKS1'       'EKSENTRISITAS 1' -
COMB 'SELF'        1.0000  'BL'        1.0000
  'VT'           1.0000  'LD'        1.0000
  'E1'           1.0000
```



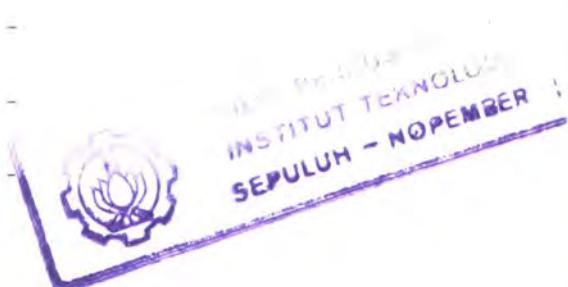
\$\$
LOAD COMB 'EKS3' 'EKSENTRISITAS 3' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'LD' 1.0000
'E3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'EKS5' 'EKSENTRISITAS 5' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'LD' 1.0000
'E5' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'EKS6' 'EKSENTRISITAS 6' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'LD' 1.0000
'E5' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C11' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L1' 1.0000 'VT' 1.0000
'E1' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C21' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L2' 1.0000 'VT' 1.0000
'E1' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C31' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L3' 1.0000 'VT' 1.0000
'E1' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C41' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L4' 1.0000 'VT' 1.0000
'E1' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C51' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L5' 1.0000 'VT' 1.0000
'E1' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C61' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L6' 1.0000 'VT' 1.0000
'E1' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C71' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L7' 1.0000 'VT' 1.0000
'E1' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C13' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L1' 1.0000 'VT' 1.0000
'E3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C23' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L2' 1.0000 'VT' 1.0000
'E3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C33' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L3' 1.0000 'VT' 1.0000
'E3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C43' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L4' 1.0000 'VT' 1.0000
'E3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C53' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L5' 1.0000 'VT' 1.0000
'E3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C63' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L6' 1.0000 'VT' 1.0000
'E3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C73' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L7' 1.0000 'VT' 1.0000
'E3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C15' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L1' 1.0000 'VT' 1.0000
'E5' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C25' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'L2' 1.0000 'VT' 1.0000
'E5' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C35' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000



```

'L3'      1.0000  'VT'      1.0000
'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C45'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L4'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C55'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L5'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C65'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L6'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C75'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L7'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C16'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L1'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C26'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L2'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C36'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L3'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C46'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L4'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C56'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L5'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C66'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L6'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB 'C76'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L7'      1.0000  'VT'      1.0000
    'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB 'N1'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L1'      1.0000  'VT'      1.0000
$$
LOAD COMB 'N2'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L2'      1.0000  'VT'      1.0000
$$
LOAD COMB 'N3'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L3'      1.0000  'VT'      1.0000
$$
LOAD COMB 'N4'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L4'      1.0000  'VT'      1.0000
$$
LOAD COMB 'N5'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L5'      1.0000  'VT'      1.0000
$$
LOAD COMB 'N6'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L6'      1.0000  'VT'      1.0000
$$
LOAD COMB 'N7'
  COMB 'SELF'      1.0000  'BL'      1.0000
    'L7'      1.0000  'VT'      1.0000
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
PARAMETERS
$$
$$ Steel Design Parameters with Standard Values
$$
CODE          APILRFD1   ALL
CODETOL      0.00000  ALL

```



OUTPUT

{ 584} > LOAD LIST 'NOEKS'
{ 585} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
*	*				*
* FORCE X *	-0.961523E+05	NOEKS	25	*	*
* FORCE Y *	0.000000E+00				*
* FORCE Z *	0.108721E+08	NOEKS	1	*	*
* MOMENT X *	0.000000E+00				*
* MOMENT Y *	0.695147E+07	NOEKS	25	*	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00				*

{ 586} > LOAD LIST 'N1'
{ 587} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
*	*				*
* FORCE X *	-0.961523E+05	N1	25	*	*
* FORCE Y *	0.000000E+00				*
* FORCE Z *	0.602611E+07	N1	1	*	*
* MOMENT X *	0.000000E+00				*
* MOMENT Y *	0.695147E+07	N1	25	*	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00				*

{ 588} > LOAD LIST 'N2'
{ 589} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
*	*				*
* FORCE X *	-0.961523E+05	N2	25	*	*
* FORCE Y *	0.000000E+00				*
* FORCE Z *	0.706527E+07	N2	1	*	*
* MOMENT X *	0.000000E+00				*
* MOMENT Y *	0.695147E+07	N2	25	*	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00				*

{ 590} > LOAD LIST 'N3'
{ 591} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
*	*				*
* FORCE X *	-0.961523E+05	N3	25	*	*
* FORCE Y *	0.000000E+00				*
* FORCE Z *	0.810444E+07	N3	1	*	*
* MOMENT X *	0.000000E+00				*
* MOMENT Y *	0.695147E+07	N3	25	*	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00				*

{ 592} > LOAD LIST 'N4'
{ 593} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
*	*				*
* FORCE X *	-0.961523E+05	N4	25	*	*
* FORCE Y *	0.000000E+00				*
* FORCE Z *	0.914360E+07	N4	1	*	*
* MOMENT X *	0.000000E+00				*
* MOMENT Y *	0.695147E+07	N4	25	*	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00				*

{ 594} > LOAD LIST 'N5'
{ 595} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
*	*				*
* FORCE X *	-0.961523E+05	N5	25	*	*
* FORCE Y *	0.000000E+00				*
* FORCE Z *	0.101828E+08	N5	1	*	*
* MOMENT X *	0.000000E+00				*
* MOMENT Y *	0.695147E+07	N5	25	*	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00				*

{ 596} > LOAD LIST 'N6'
{ 597} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
*	*				*
* FORCE X *	-0.961523E+05	N6	25	*	*
* FORCE Y *	0.000000E+00				*
* FORCE Z *	0.112219E+08	N6	1	*	*



```
* MOMENT X * 0.000000E+00 *
* MOMENT Y * 0.695147E+07 N6 25 *
* MOMENT Z * 0.000000E+00 *
```

```
{ 598} > LOAD LIST 'N7'
{ 599} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.961523E+05	N7	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.476111E+07	N7	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.695147E+07	N7	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 600} > LOAD LIST 'C11'
{ 601} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.111602E+06	C11	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.602611E+07	C11	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.898568E+07	C11	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 602} > LOAD LIST 'C13'
{ 603} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.218652E+06	C13	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.602611E+07	C13	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.230803E+08	C13	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 604} > LOAD LIST 'C15'
{ 605} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.325452E+06	C15	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.602611E+07	C15	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.371420E+08	C15	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 606} > LOAD LIST 'C21'
{ 607} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.111602E+06	C21	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.706527E+07	C21	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.898568E+07	C21	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 608} > LOAD LIST 'C23'
{ 609} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.218652E+06	C23	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.706527E+07	C23	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.230803E+08	C23	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 610} > LOAD LIST 'C25'
{ 611} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.325452E+06	C25	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.706527E+07	C25	1	*



```
* MOMENT X *  0.000000E+00      *
* MOMENT Y *  0.371420E+08  C25    25      *
* MOMENT Z *  0.000000E+00      *
```

```
{ 612} > LOAD LIST 'C31'
{ 613} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.111602E+06	C31	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.810444E+07	C31	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.898568E+07	C31	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 614} > LOAD LIST 'C33'
{ 615} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.218652E+06	C33	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.810444E+07	C33	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.230803E+08	C33	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 616} > LOAD LIST 'C35'
{ 617} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.325452E+06	C35	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.810444E+07	C35	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.371420E+08	C35	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 618} > LOAD LIST 'C41'
{ 619} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.111602E+06	C41	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.914360E+07	C41	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.898568E+07	C41	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 620} > LOAD LIST 'C43'
{ 621} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.218652E+06	C43	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.914360E+07	C43	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.230803E+08	C43	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 622} > LOAD LIST 'C45'
{ 623} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

RESULT	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *	-0.325452E+06	C45	25	*
* FORCE Y *	0.000000E+00			*
* FORCE Z *	0.914360E+07	C45	1	*
* MOMENT X *	0.000000E+00			*
* MOMENT Y *	0.371420E+08	C45	25	*
* MOMENT Z *	0.000000E+00			*

```
{ 624} > LOAD LIST 'C51'
{ 625} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

```

```
* RESULT * MAXIMUM LOAD JOINT *
```



```
*-----* -----*  
* FORCE X * -0.111602E+06 C51    25    *  
* FORCE Y * 0.000000E+00           *  
* FORCE Z * 0.101828E+08 C51    1     *  
* MOMENT X * 0.000000E+00           *  
* MOMENT Y * 0.898568E+07 C51    25    *  
* MOMENT Z * 0.000000E+00           *
```

```
{ 626} > LOAD LIST 'C53'  
{ 627} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE  
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****
```

```
*-----* -----*  
* RESULT * MAXIMUM LOAD JOINT *  
*-----* -----*  
* FORCE X * -0.218652E+06 C53    25    *  
* FORCE Y * 0.000000E+00           *  
* FORCE Z * 0.101828E+08 C53    1     *  
* MOMENT X * 0.000000E+00           *  
* MOMENT Y * 0.230803E+08 C53    25    *  
* MOMENT Z * 0.000000E+00           *
```

```
{ 628} > LOAD LIST 'C55'  
{ 629} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE  
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****
```

```
*-----* -----*  
* RESULT * MAXIMUM LOAD JOINT *  
*-----* -----*  
* FORCE X * -0.325452E+06 C55    25    *  
* FORCE Y * 0.000000E+00           *  
* FORCE Z * 0.101828E+08 C55    1     *  
* MOMENT X * 0.000000E+00           *  
* MOMENT Y * 0.371420E+08 C55    25    *  
* MOMENT Z * 0.000000E+00           *
```

```
{ 630} > LOAD LIST 'C61'  
{ 631} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE  
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****
```

```
*-----* -----*  
* RESULT * MAXIMUM LOAD JOINT *  
*-----* -----*  
* FORCE X * -0.111602E+06 C61    25    *  
* FORCE Y * 0.000000E+00           *  
* FORCE Z * 0.112219E+08 C61    1     *  
* MOMENT X * 0.000000E+00           *  
* MOMENT Y * 0.898568E+07 C61    25    *  
* MOMENT Z * 0.000000E+00           *
```

```
{ 632} > LOAD LIST 'C63'  
{ 633} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE  
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****
```

```
*-----* -----*  
* RESULT * MAXIMUM LOAD JOINT *  
*-----* -----*  
* FORCE X * -0.218652E+06 C63    25    *  
* FORCE Y * 0.000000E+00           *  
* FORCE Z * 0.112219E+08 C63    1     *  
* MOMENT X * 0.000000E+00           *  
* MOMENT Y * 0.230803E+08 C63    25    *  
* MOMENT Z * 0.000000E+00           *
```

```
{ 634} > LOAD LIST 'C65'  
{ 635} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE  
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****
```

```
*-----* -----*  
* RESULT * MAXIMUM LOAD JOINT *  
*-----* -----*  
* FORCE X * -0.325452E+06 C65    25    *  
* FORCE Y * 0.000000E+00           *  
* FORCE Z * 0.112219E+08 C65    1     *  
* MOMENT X * 0.000000E+00           *  
* MOMENT Y * 0.371420E+08 C65    25    *  
* MOMENT Z * 0.000000E+00           *
```

```
{ 636} > LOAD LIST 'C71'  
{ 637} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE  
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****
```

```
*-----* -----*  
* RESULT * MAXIMUM LOAD JOINT *  
*-----* -----*  
* FORCE X * -0.111602E+06 C71    25    *  
* FORCE Y * 0.000000E+00           *  
* FORCE Z * 0.476111E+07 C71    1     *  
* MOMENT X * 0.000000E+00           *  
* MOMENT Y * 0.898568E+07 C71    25    *  
* MOMENT Z * 0.000000E+00           *
```



{ 638} > LOAD LIST 'C73'
{ 639} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *		-0.218652E+06	C73	25	*
* FORCE Y *		0.000000E+00			*
* FORCE Z *		0.476111E+07	C73	1	*
* MOMENT X *		0.000000E+00			*
* MOMENT Y *		0.230803E+08	C73	25	*
* MOMENT Z *		0.000000E+00			*

{ 640} > LOAD LIST 'C75'
{ 641} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *		-0.325452E+06	C75	25	*
* FORCE Y *		0.000000E+00			*
* FORCE Z *		0.476111E+07	C75	1	*
* MOMENT X *		0.000000E+00			*
* MOMENT Y *		0.371420E+08	C75	25	*
* MOMENT Z *		0.000000E+00			*

{ 642} > LOAD LIST 'EKS1'
{ 643} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *		-0.111602E+06	EKS1	25	*
* FORCE Y *		0.000000E+00			*
* FORCE Z *		0.108721E+08	EKS1	1	*
* MOMENT X *		0.000000E+00			*
* MOMENT Y *		0.898568E+07	EKS1	25	*
* MOMENT Z *		0.000000E+00			*

{ 644} > LOAD LIST 'EKS3'
{ 645} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *		-0.218652E+06	EKS3	25	*
* FORCE Y *		0.000000E+00			*
* FORCE Z *		0.108721E+08	EKS3	1	*
* MOMENT X *		0.000000E+00			*
* MOMENT Y *		0.230803E+08	EKS3	25	*
* MOMENT Z *		0.000000E+00			*

{ 646} > LOAD LIST 'EKS5'
{ 647} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
{ 648} > STIFFNESS ANALYSIS
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *		-0.325452E+06	EKS5	25	*
* FORCE Y *		0.000000E+00			*
* FORCE Z *		0.108721E+08	EKS5	1	*
* MOMENT X *		0.000000E+00			*
* MOMENT Y *		0.371420E+08	EKS5	25	*
* MOMENT Z *		0.000000E+00			*

{ 649} > LOAD LIST 'EKS6'
{ 650} > LIST MAXIMUM REACTIONS FOR LOADS ACTIVE
****SUMMARY OF MAXIMUM GLOBAL REACTIONS****

* RESULT	*	MAXIMUM	LOAD	JOINT	*
* FORCE X *		-0.500450E+06	EKS6	25	*
* FORCE Y *		0.000000E+00			*
* FORCE Z *		0.108721E+08	EKS6	1	*
* MOMENT X *		0.000000E+00			*
* MOMENT Y *		0.546420E+08	EKS6	25	*
* MOMENT Z *		0.000000E+00			*



GLOBAL MODEL

INPUT SELOS

```

$ SELOS 'STICK_GLOBAL' 'ANALISA_STICK_GLOBAL'
STRUDEL      'ARYO'      'TUGAS_AKHIR'
UNITS M KG
$ OUTPUT UNITS N
JOINT COORDINATES GLOBAL
 1      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -7.6500000E+01
 2      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -7.1014000E+01
 3      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -6.5528000E+01
 4      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -6.0041996E+01
 5      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -5.4555992E+01
 6      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -4.9070000E+01
 7      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -4.3584000E+01
 8      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -3.8098000E+01
 9      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -3.2612000E+01
10      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -2.7125998E+01
11      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -2.1639997E+01
12      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -1.6153999E+01
13      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -1.0668000E+01
14      0.0000000E+00  0.0000000E+00 -5.1820002E+00
15      0.0000000E+00  0.0000000E+00  3.0399999E-01
16      0.0000000E+00  0.0000000E+00  5.7900000E+00
17      0.0000000E+00  0.0000000E+00  1.1276000E+01
18      0.0000000E+00  0.0000000E+00  1.6761999E+01
19      0.0000000E+00  0.0000000E+00  2.2247997E+01
20      0.0000000E+00  0.0000000E+00  2.7733997E+01
21      0.0000000E+00  0.0000000E+00  3.3220001E+01
22      0.0000000E+00  0.0000000E+00  3.8705997E+01
23      0.0000000E+00  0.0000000E+00  4.4191998E+01
24      0.0000000E+00  0.0000000E+00  4.9677998E+01
25      0.0000000E+00  0.0000000E+00  5.5164001E+01
26      4.411995E+01  2.5473000E+01 -7.6500000E+01
27      4.411995E+01  2.5473000E+01 -7.1014000E+01
28      4.411995E+01  2.5473000E+01 -6.5528000E+01
29      4.411995E+01  2.5473000E+01 -6.0041996E+01
30      4.411995E+01  2.5473000E+01 -5.4555992E+01
31      4.411995E+01  2.5473000E+01 -4.9070000E+01
32      4.411995E+01  2.5473000E+01 -4.3584000E+01
33      4.411995E+01  2.5473000E+01 -3.8098000E+01
34      4.411995E+01  2.5473000E+01 -3.2612000E+01
35      4.411995E+01  2.5473000E+01 -2.7125998E+01
36      4.411995E+01  2.5473000E+01 -2.1639997E+01
37      4.411995E+01  2.5473000E+01 -1.6153999E+01
38      4.411995E+01  2.5473000E+01 -1.0668000E+01
39      4.411995E+01  2.5473000E+01 -5.1820002E+00
40      4.411995E+01  2.5473000E+01  3.0399999E-01
41      4.411995E+01  2.5473000E+01  5.7900000E+00
42      4.411995E+01  2.5473000E+01  1.1276000E+01
43      4.411995E+01  2.5473000E+01  1.6761999E+01
44      4.411995E+01  2.5473000E+01  2.2247997E+01
45      4.411995E+01  2.5473000E+01  2.7733997E+01
46      4.411995E+01  2.5473000E+01  3.3220001E+01
47      4.411995E+01  2.5473000E+01  3.8705997E+01
48      4.411995E+01  2.5473000E+01  4.4191998E+01
49      4.411995E+01  2.5473000E+01  4.9677998E+01
50      4.411995E+01  2.5473000E+01  5.5164001E+01
51      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -7.6500000E+01
52      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -7.1014000E+01
53      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -6.5528000E+01
54      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -6.0041996E+01
55      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -5.4555992E+01
56      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -4.9070000E+01
57      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -4.3584000E+01
58      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -3.8098000E+01
59      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -3.2612000E+01
60      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -2.7125998E+01
61      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -2.1639997E+01
62      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -1.6153999E+01
63      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -1.0668000E+01
64      0.0000000E+00  5.0944996E+01 -5.1820002E+00
65      0.0000000E+00  5.0944996E+01  3.0399999E-01
66      0.0000000E+00  5.0944996E+01  5.7900000E+00
67      0.0000000E+00  5.0944996E+01  1.1276000E+01
68      0.0000000E+00  5.0944996E+01  1.6761999E+01
69      0.0000000E+00  5.0944996E+01  2.2247997E+01
70      0.0000000E+00  5.0944996E+01  2.7733997E+01
71      0.0000000E+00  5.0944996E+01  3.3220001E+01
72      0.0000000E+00  5.0944996E+01  3.8705997E+01
73      0.0000000E+00  5.0944996E+01  4.4191998E+01
74      0.0000000E+00  5.0944996E+01  4.9677998E+01
75      0.0000000E+00  5.0944996E+01  5.5164001E+01
$ END JOINT COORDINATES
$S
UNITS M   KG   DEG   FAH
$S
$S
$$
TYPE SPACE FRAME
UNITS METERS
MEMBER INCIDENCES AND PROPERTIES PIPE OD 3.2 THI 0.082 S -
$ WATER MASS FLOODED BUOYANT CDWATER .8 CMWATER 2.08 WT/V 1.0

```



1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14
13	13	14	15
14	14	15	16
15	15	16	17
16	16	17	18
17	17	18	19
18	18	19	20
19	19	20	21
20	20	21	22
21	21	22	23
22	22	23	24
23	23	24	25
24	24	25	51
25	51	52	53
26	52	53	54
27	53	54	55
28	54	55	56
29	55	56	57
30	56	57	58
31	57	58	59
32	58	59	60
33	59	60	61
34	60	61	62
35	61	62	63
36	62	63	64
37	63	64	65
38	64	65	66
39	65	66	67
40	66	67	68
41	67	68	69
42	68	69	70
43	69	70	71
44	70	71	72
45	71	72	73
46	72	73	74
47	73	74	75
48	74	75	27
49	26	27	28
50	27	28	29
51	28	29	30
52	29	30	31
53	30	31	32
54	31	32	33
55	32	33	34
56	33	34	35
57	34	35	36
58	35	36	37
59	36	37	38
60	37	38	39
61	38	39	40
62	39	40	41
63	40	41	42
64	41	42	43
65	42	43	44
66	43	44	45
67	44	45	46
68	45	46	47
69	46	47	48
70	47	48	49
71	48	49	49
72	49	50	

\$ END MEMBER INCIDENCES
\$\$
\$\$ STATUS SUPPORT -
1 20 23 26 45
48 51 70 73 -
\$\$
\$\$ UNITS M KG DEG FAH
\$\$ JOINT RELEASES
1 26 51 -
FOR X MOM Y
\$\$
20 23 45 48 70
73 -
FOR X Z MOM Y
\$\$
\$\$ UNITS M KG DEG FAH
\$\$ CONSTANTS
BETA 0.000000E+00 ALL
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$





```
CONSTANTS
  E    2.0389020E+10  ALL
  G    7.7337661E+09  ALL
  POI  3.0000001E-01  ALL
  DEN  7.8417183E+03  ALL
  CTE  6.4999999E-06  ALL
$
UNITS M      KG      DEG     FAH
$$
SELF WEIGHT   'SELF'           'SELFWEIGHT'   -
DIRECTION -2   FACTOR   1.000  ALL MEMBERS
$$
$
MATERIAL STEEL
$ SAVE INPUT
$ SAVE LOADINGS
$ IDENTIFY UNRECOGNIZED COMMANDS
$ UNITS METERS
$ INITIAL CONDITIONS
$ JNT2 1.0 0.0 0.0 JNT3 0.0 -1.0 0.0 -
$ LINEAR DISPLACEMENT ORIGIN X 0.0 Y 0.0 Z 0.0
$$
UNITS METER SECONDS DEGREES
$ WAVE STOKES FIFTH WAVID 'WV' HEIGHT 8.0 PERIOD 10.0 -
$ DEPTH 76.5 DIRECTION 0.0
$$
$ CURRENT DATA STRETCH
$ DEPTH 0.0 76.5
$ VELOCITY 2.4 0.0
$ DIRECTION 0.0 0.0
$$
$ WIND DATA
$ DIRECTION 0.0
$ VELOCITY 35.0
$ WT/V STANDARD
$ VARIATION WITH ALTITUDE ABS
$$
$ EXECUTE STEP WAVE LOADINGS TYPE STRUCTURE FIXED -
$ DEAD LOADS COMPUTE CONSISTENT WITH ORIENTATION -
$ COMPUTE LOADING FOR MAXIMUM BASE SHEAR -
$ MAXIMUM OVERTUNING MOMENT AT 0.0 0.0 -76.5
$$
$ WAVE WIND LIST
$ 'WV' HEIGHT 8.0 PERIOD 10.4 DEPTH 76.5 DIRECTION 0.0 -
$ FROM -2.0 TO 2.0 INCREMENT 1.0
$ END WAVE WIND LIST
$ SELOS PLOTS
$ PLOT 3D RIGID POSITION AT TIMES -2.0 -1.0 0.0 1.0 2.0 -
$ VIEWER POSITION -45.0 0.0 44.0
$ OVERLAY WAVE SURFACE FULL WAVE LENGTH
$ TITLE
$ 'GLOBAL_ANALYSIS'
$ FINISH
$ READ THE WAVE LOAD DATA
$ READ WAVE LOADS FOR DESIGN FROM FILE 'GLOBAL.lds'
```

**INPUT (ALL)**

```
STRU_DL 'ARYO ', 'TUGAS AKHIR '
$$
$$ This GTSTRU_DL file created from GTMenu on 3/22/2003
$$
$$
UNITS M KG DEG FAH
$ OUTPUT UNITS N
$$
JOINT COORDINATES GLOBAL
 1 0.000000E+00 0.000000E+00 -7.650000E+01
 2 0.000000E+00 0.000000E+00 -7.101400E+01
 3 0.000000E+00 0.000000E+00 -6.552800E+01
 4 0.000000E+00 0.000000E+00 -6.004199E+01
 5 0.000000E+00 0.000000E+00 -5.455599E+01
 6 0.000000E+00 0.000000E+00 -4.907000E+01
 7 0.000000E+00 0.000000E+00 -4.358400E+01
 8 0.000000E+00 0.000000E+00 -3.809800E+01
 9 0.000000E+00 0.000000E+00 -3.261200E+01
10 0.000000E+00 0.000000E+00 -2.712599E+01
11 0.000000E+00 0.000000E+00 -2.163999E+01
12 0.000000E+00 0.000000E+00 -1.615399E+01
13 0.000000E+00 0.000000E+00 -1.066800E+01
14 0.000000E+00 0.000000E+00 -5.182000E+00
15 0.000000E+00 0.000000E+00 3.039999E-01
16 0.000000E+00 0.000000E+00 5.790000E+00
17 0.000000E+00 0.000000E+00 1.127600E+01
18 0.000000E+00 0.000000E+00 1.676199E+01
19 0.000000E+00 0.000000E+00 2.224799E+01
20 0.000000E+00 0.000000E+00 2.773399E+01
21 0.000000E+00 0.000000E+00 3.322000E+01
22 0.000000E+00 0.000000E+00 3.870599E+01
23 0.000000E+00 0.000000E+00 4.419199E+01
24 0.000000E+00 0.000000E+00 4.967799E+01
25 0.000000E+00 0.000000E+00 5.516400E+01
$$
$$
UNITS M KG DEG FAH
$$
$$
TYPE SPACE FRAME
MEMBER INCIDENCES
 1 1
 2 2
 3 3
 4 4
 5 5
 6 6
 7 7
 8 8
 9 9
10 10
11 11
12 12
13 13
14 14
15 15
16 16
17 17
18 18
19 19
20 20
21 21
22 22
23 23
24 24
25
$$
$$
UNITS M KG DEG FAH
$$
$$
MEMBER PROPERTIES PIPE OD 1.896 THI 0.038
 1 2 3 4 5 -
 6 7 8 9 10 -
11 12 13 14 15 -
16 17 18 19 20 -
21 22 23 24 -
$$
$$
STATUS SUPPORT -
 1 20 23 25
$$
$$
UNITS M KG DEG FAH
$$
$$
JOINT RELEASES
 25 -
 FOR Z
$$
 1 -
 FOR X MOM Y
$$
 20 23 -
 FOR X Z MOM Y
$$
$$
```



```
UNITS M     KG     DEG    FAH
$$
CONSTANTS
  BETA 0.000000E+00 ALL
$$
UNITS M     KG     DEG    FAH
$$
CONSTANTS
  E   2.0389020E+10 ALL
  G   7.7337661E+09 ALL
  POI 3.0000001E-01 ALL
  DEN 7.8417183E+03 ALL
  CTE 6.499999E-06 ALL
$$
UNITS M     KG     DEG    FAH
$$
  SELF WEIGHT 'SELF'          'SELFWEIGHT'   -
  DIRECTION -Z FACTOR 1.000 ALL MEMBERS
$$
UNITS M     KG     DEG    FAH
$$
LOADING 'BL'           'BEBAN LINGKUNGAN'
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422880E-03 L 0.0000000E+00
  1           11
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422896E-03 L 0.0000000E+00
  2           3           4           6           9
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422864E-03 L 0.0000000E+00
  5
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422888E-03 L 0.0000000E+00
  7           8           10          13
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422885E-03 L 0.0000000E+00
  12
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.8422890E-03 L 0.0000000E+00
  14
$$
MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.0258206E-03 L 0.0000000E+00
  15
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146641E+04 L 0.0000000E+00
  1           11
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146672E+04 L 0.0000000E+00
  2           3           4           6           9
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146602E+04 L 0.0000000E+00
  5
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146656E+04 L 0.0000000E+00
  7           8           10          13
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146648E+04 L 0.0000000E+00
  12
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 4.2146660E+04 L 0.0000000E+00
  14
$$
MEMB LOADS FOR Z GLO CON FRA P 2.3468039E+04 L 0.0000000E+00
  15
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.6538672E+02 WB 1.8275450E+02 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
  1
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.8275450E+02 WB 2.1572809E+02 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
  2
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 2.1572809E+02 WB 2.6620157E+02 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
  3
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 2.6620157E+02 WB 3.3666638E+02 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
  4
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 3.3666638E+02 WB 4.3038791E+02 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
  5
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 4.3038791E+02 WB 5.5164154E+02 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
  6
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 5.5164154E+02 WB 7.0602771E+02 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
  7
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 7.0602771E+02 WB 9.0089893E+02 -
LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
  8
$$
MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 9.0089893E+02 WB 1.1459408E+03 -
```



LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
9
\$\$ MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.1459408E+03 WB 1.4539685E+03 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
10
\$\$ MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.4539685E+03 WB 1.8420283E+03 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
11
\$\$ MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 1.8420283E+03 WB 2.3329358E+03 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
12
\$\$ MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 2.3329358E+03 WB 2.9574360E+03 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
13
\$\$ MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 2.9574360E+03 WB 3.7572617E+03 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
14
\$\$ MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 3.7572617E+03 WB 4.2989043E+03 -
LA 0.000000E+00 LB 5.5681849E-01
15
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA -7.2375581E+03 WB -7.2375581E+03 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
1 2 3 4 5 -
6 7 8 9 10 -
11 12 13 14 15 -
16 17 18 19 20 -
21 22 23 24 -
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 7.2292833E-06 WB 7.9884521E-06 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
1
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 7.9884521E-06 WB 9.4297748E-06 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
2
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 9.4297748E-06 WB 1.1636039E-05 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
3
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.1636039E-05 WB 1.4716155E-05 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
4
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.4716155E-05 WB 1.8812854E-05 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
5
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.8812854E-05 WB 2.4113016E-05 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
6
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 2.4113016E-05 WB 3.0861451E-05 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
7
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 3.0861451E-05 WB 3.9379542E-05 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
8
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 3.9379542E-05 WB 5.0090661E-05 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
9
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 5.0090661E-05 WB 6.3554980E-05 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
10
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 6.3554980E-05 WB 8.0517617E-05 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
11
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 8.0517617E-05 WB 1.0197586E-04 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
12
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.0197586E-04 WB 1.2927364E-04 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
13
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.2927364E-04 WB 1.6423511E-04 -
LA 0.000000E+00 LB 1.000000E+00
14
\$\$ MEMB LOADS FOR Z GLO LIN FRA WA 1.6423511E-04 WB 1.8791106E-04 -
LA 0.000000E+00 LB 5.5681849E-01
15
\$\$ UNITS M KG DEG FAH
\$\$ LOADING 'L1' 'LIVE LOAD1'



\$\$
JOINT LOADS FOR Z -717596.67
20 23
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'L2' 'LIVE LOAD2'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -890790.00
20 23
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'L3' 'LIVE LOAD3'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -1063985.00
20 23
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'L4' 'LIVE LOAD4'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -1237178.33
20 23
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'L5' 'LIVE LOAD5'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -1410373.33
20 23
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'LD' 'LIVE LOAD-DATA'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -1525280.00
20 23
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'L6' 'LIVE LOAD6'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -1583566.67
20 23
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'L7' 'LIVE LOAD7'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -1756761.67
20 23
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'VT' 'VARIABEL TETAP'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -367875
20 23
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'E1' 'EKSENTRISITAS 1'
\$\$
JOINT LOADS FOR X 11.430000E+04
1
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'E3' 'EKSENTRISITAS 3'
\$\$
JOINT LOADS FOR X 22.149999E+04
1
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'ES' 'EKSENTRISITAS 5'
\$\$
JOINT LOADS FOR X 33.293000E+04
1
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'E6' 'EKSENTRISITAS 5'
\$\$
JOINT LOADS FOR X 50.130000E+04
1
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOAD COMB 'NOEKS' 'NO EKSENTRISITAS' -
COMB 'SELF' 1.3000 'BL' 1.2000 -
'VT' 1.3000 'LD' 1.5000 -
\$\$
LOAD COMB 'EKS1' 'EKSENTRITISITAS 1' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.2000 -
'VT' 1.3000 'LD' 1.5000 -



```

    'E1'          1.0000
$$ LOAD COMB 'EKS3'      'EKSENTRISITAS 3'  -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'VT'           1.3000 'LD'          1.5000
    'E3'           1.0000
$$ LOAD COMB 'EKS5'      'EKSENTRISITAS 5'  -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'VT'           1.3000 'LD'          1.5000
    'E5'           1.0000
$$ LOAD COMB 'EKS6'      'EKSENTRISITAS 6'  -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'VT'           1.3000 'LD'          1.5000
    'E6'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C11'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L1'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E1'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C21'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L2'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E1'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C31'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L3'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E1'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C41'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L4'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E1'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C51'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L5'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E1'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C61'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L6'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E1'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C71'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L7'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E1'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C13'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L1'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E3'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C23'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L2'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E3'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C33'       -
    COMB 'SELF'        1.3000 'BL'          1.2000
    'L3'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E3'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C43'       -
    COMB 'SELF'        1.0000 'BL'          1.2000
    'L4'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E3'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C53'       -
    COMB 'SELF'        1.0000 'BL'          1.2000
    'L5'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E3'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C63'       -
    COMB 'SELF'        1.0000 'BL'          1.2000
    'L6'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E3'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C73'       -
    COMB 'SELF'        1.0000 'BL'          1.2000
    'L7'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E3'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C15'       -
    COMB 'SELF'        1.0000 'BL'          1.2000
    'L1'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E5'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C25'       -
    COMB 'SELF'        1.0000 'BL'          1.2000
    'L2'           1.5000 'VT'          1.3000
    'E5'           1.0000
$$ LOAD COMB 'C35'       -

```



```

COMB  'SELF'      1.0000  'BL'      1.2000
  'L3'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C45'
COMB  'SELF'      1.0000  'BL'      1.2000
  'L4'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C55'
COMB  'SELF'      1.0000  'BL'      1.2000
  'L5'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C65'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L6'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C75'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L7'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E5'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C16'
COMB  'SELF'      1.0000  'BL'      1.2000
  'L1'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C26'
COMB  'SELF'      1.0000  'BL'      1.2000
  'L2'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C36'
COMB  'SELF'      1.0000  'BL'      1.2000
  'L3'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C46'
COMB  'SELF'      1.0000  'BL'      1.2000
  'L4'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C56'
COMB  'SELF'      1.0000  'BL'      1.2000
  'L5'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C66'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L6'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB  'C76'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L7'      1.5000  'VT'      1.3000
  'E6'      1.0000
$$
LOAD COMB  'N1'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L1'      1.5000  'VT'      1.3000
$$
LOAD COMB  'N2'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L2'      1.5000  'VT'      1.3000
$$
LOAD COMB  'N3'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L3'      1.5000  'VT'      1.3000
$$
LOAD COMB  'N4'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L4'      1.5000  'VT'      1.3000
$$
LOAD COMB  'N5'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L5'      1.5000  'VT'      1.3000
$$
LOAD COMB  'N6'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.2000
  'L6'      1.5000  'VT'      1.3000
$$
LOAD COMB  'N7'
COMB  'SELF'      1.3000  'BL'      1.0000
  'L7'      1.5000  'VT'      1.3000
$$
UNITS  M  KG  DEG  FAH
$$
PARAMETERS
$$
$ Steel Design Parameters with Standard Values
$$
CODE          APILRFD1  ALL
CODETOL       0.00000   ALL

```





DETAIL MODEL

INPUT SELOS

```
$ SELOS 'DETAIL_MODEL' 'ANALISA_DETAIL_MODEL'
STRUML 'ARYO' 'TUGAS_AKHIR'
UNITS M KG
$ OUTPUT UNITS METRIC
JOINT COORDINATES GLOBAL
 1      0.000000E+00  0.000000E+00 -7.650000E+01
 2      -5.3439999E+00 -5.3439999E+00 -7.650000E+01
 3       5.3439999E+00 -5.3439999E+00 -7.650000E+01
 4       5.3439999E+00  5.3439999E+00 -7.650000E+01
 5      -5.3439999E+00  5.3439999E+00 -7.650000E+01
 6      -5.3439999E+00 -5.3439999E+00 -7.101400E+01
 7       5.3439999E+00 -5.3439999E+00 -7.101400E+01
 8       5.3439999E+00  5.3439999E+00 -7.101400E+01
.
.
.
220      5.3439999E+00  0.000000E+00  4.9678001E+01
221      5.3439999E+00  0.000000E+00  5.5164001E+01
$ 'WIND'    0.000000E+00  0.000000E+00  5.5164001E+01
$ 'MUD'     0.000000E+00  0.000000E+00 -7.650000E+01
$ END JOINT COORDINATES
$$
$$
$$ CHO
$$
TYPE SPACE FRAME
UNITS METERS
MEMBER INCIDENCES AND PROPERTIES PIPE OD 0.762 THICKNESS 0.127 $ -
$ WATER MASS FLOODED BUOYANT CDWATER .8 CMWATER 2.08 WT/V 1.0
 1        2        6
 2        6       11
 3        11       16
 4        16       21
 5        21       26
 6        26       31
 7        31       36
 8        36       41
 9        41       46
.
.
.
 92       99      104
 93      104      109
 94      109      114
 95      114      119
 96      119      124
$ END MEMBER INCIDENCES
$$
$$ HBR
$$
$$
UNITS METERS
MEMBER INCIDENCES AND PROPERTIES PIPE OD 0.324 THICKNESS 0.033 $ -
$ WATER MASS FLOODED BUOYANT CDWATER .8 CMWATER 2.0 WT/V 1.0
 97        2        3
 98        3        4
 99        4        5
.
.
.
 288      221      122
 289      122      198
 290      198      121
 291      121      175
 292      175      124
$ END MEMBER INCIDENCES
$$
$$ DBR
$$
$$
UNITS METERS
MEMBER INCIDENCES AND PROPERTIES PIPE OD 0.324 THICKNESS 0.02857 $ -
$ WATER MASS FLOODED BUOYANT CDWATER .8 CMWATER 2.0 WT/V 1.0
 293        3      126
 294      126        4
 295        4      127
 296      127        5
 297        5      128
.
.
.
 482      152      118
 483      118      221
 484      221      117
$ END MEMBER INCIDENCES
$$
$$ SBR
```



\$
\$\$
UNITS METERS
MEMBER INCIDENCES AND PROPERTIES PIPE OD 0.2155 THICKNESS 0.0086 \$ -
\$ WATER MASS FLOODED BUEYANT CDWATER .8 CMWATER 2.0 WT/V 1.0
 485 122 125
 486 125 124
 487 123 125
 488 125 121
 .
 .
 582 1 5
 583 4 1
 584 1 2
\$ END MEMBER INCIDENCES
\$\$
\$ ELEMENT INCIDENCES
\$ 121 122 123 124 'WIND' WIBLOCK CDWIND ALL 1.8
\$ END ELEMENT INCIDENCES
\$\$
\$\$
STATUS SUPPORT -
 2 3 4 5 96 -
 97 98 99 111 112 -
 113 114 121 122 123 -
 124
\$\$
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
JOINT RELEASES
 121 122 123 124 -
 FOR Z
\$\$
 2 3 4 5 -
 FOR X MOM Y
\$\$
 96 97 98 99 111 -
 112 113 114 -
 FOR X Z MOM Y
\$\$
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
CONSTANTS
 BETA 0.000000E+00 ALL
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
CONSTANTS
 E 2.0389020E+10 ALL
 G 7.7337661E+09 ALL
 POI 3.0000001E-01 ALL
 DEN 7.8417183E+03 ALL
 CTE 6.4999999E-06 ALL
\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
 SELF WEIGHT 'SELF' 'SELFWEIGHT' -
 DIRECTION -Z FACTOR 1.000 ALL MEMBERS
\$\$
\$
\$ MATERIAL STEEL
\$ SAVE INPUT
\$ SAVE LOADINGS
\$ IDENTIFY UNRECOGNIZED COMMANDS
\$ UNITS METERS
\$ INITIAL CONDITIONS
\$ JNT2 1.0 0.0 0.0 JNT3 0.0 -1.0 0.0 -
\$ LINEAR DISPLACEMENT ORIGIN X 0.0 Y 0.0 Z 0.0
\$\$
UNITS METER SECONDS DEGREES
\$ WAVE STOKES FIFTH WAVID 'WV' HEIGHT 8.0 PERIOD 10.4 -
\$ DEPTH 76.5 DIRECTION 0.0
\$\$
\$ CURRENT DATA STRETCH
\$ DEPTH 0.0 76.5
\$ VELOCITY 2.4 0.0
\$ DIRECTION 0.0 0.0
\$\$
\$ WIND DATA
\$ DIRECTION 0.0
\$ VELOCITY 35.0
\$ WT/V STANDARD
\$ VARIATION WITH ALTITUDE ABS
\$\$
\$ EXECUTE STEP WAVE LOADINGS TYPE STRUCTURE FIXED -
\$ DEAD LOADS COMPUTE CONSISTENT WITH ORIENTATION -
\$ COMPUTE LOADING FOR MAXIMUM BASE SHEAR -
\$ MAXIMUM OVERTUNING MOMENT AT 5.344 -5.344 -76.5
\$\$
\$ WAVE WIND LIST
\$ 'WV' HEIGHT 8.0 PERIOD 10.4 DEPTH 76.5 DIRECTION 0.0 -
\$ FROM -2.0 TO 2.0 INCREMENT 1.0
\$ END WAVE WIND LIST
\$ SELOS PLOTS



```
$ TITLE
$ 'DETAIL_MODEL'
$ FINISH
$ 
$ READ THE WAVE LOAD DATA
$ 
READ WAVE LOADS FOR DESIGN FROM FILE 'DETAIL.lds'
```

**INPUT (ALL)**

```
STRUDL 'ARYO ' TUGAS AKHIR '
$$ This GTSTRUDL file created from GTMenu on 3/26/2003
$$
$$ UNITS M KG DEG FAH
$$
$$ JOINT COORDINATES GLOBAL
    1      0.0000000E+00 0.0000000E+00 -7.6500000E+01
    2      -5.3439999E+00 -5.3439999E+00 -7.6500000E+01
    3      5.3439999E+00 -5.3439999E+00 -7.6500000E+01
    .
    .
    216      5.3439999E+00 0.0000000E+00 2.7733999E+01
    217      5.3439999E+00 0.0000000E+00 3.3220001E+01
    218      5.3439999E+00 0.0000000E+00 3.8706001E+01
    219      5.3439999E+00 0.0000000E+00 4.4192001E+01
    220      5.3439999E+00 0.0000000E+00 4.9678001E+01
    221      5.3439999E+00 0.0000000E+00 5.5164001E+01
$$
$$ UNITS M KG DEG FAH
$$
$$ TYPE SPACE FRAME
MEMBER INCIDENCES
    1          2          6
    2          6         11
    3         11         16
    .
    .
    579          8         10
    580         10          6
    581          3          1
    582          1          5
    583          4          1
    584          1          2
$$
$$ UNITS M KG DEG FAH
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 7.6200002E-01 THI 1.2700000E-01
    1
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 7.6200002E-01 THI 1.2700000E-01
    2
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 7.6200002E-01 THI 1.2700000E-01
    3
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 7.6200002E-01 THI 1.2700000E-01
    94
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 7.6200002E-01 THI 1.2700000E-01
    95
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 7.6200002E-01 THI 1.2700000E-01
    96
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 3.2400000E-01 THI 3.3000000E-02
    97
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 3.2400000E-01 THI 3.3000000E-02
    290
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 3.2400000E-01 THI 3.3000000E-02
    291
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 3.2400000E-01 THI 3.3000000E-02
    292
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 3.2400000E-01 THI 2.8570000E-02
    293
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 3.2400000E-01 THI 2.8570000E-02
    294
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 3.2400000E-01 THI 2.8570000E-02
    295
$$
$$ MEMBER PROPERTIES PIPE OD 2.1550000E-01 THI 8.6000003E-03
    583
$$
```



```

MEMBER PROPERTIES PIPE OD 2.1550000E-01 THI 8.6000003E-03
      584
$$
STATUS SUPPORT -
      2          3          4          5          96         -
      97         98         99        111        112         -
     113        114        121        122        123         -
     124
$$
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
JOINT RELEASES
      121        122        123        124         -
      FOR Z
$$
      2          3          4          5         -
      FOR X MOM Y
$$
      96         97         98        99        111         -
     112        113        114         -
      FOR X Z MOM Y
$$
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
CONSTANTS
      BETA 0.0000000E+00 ALL
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
CONSTANTS
      E  2.0389020E+10 ALL
      G  7.7337661E+09 ALL
      POI 3.0000001E-01 ALL
      DEN 7.8417183E+03 ALL
      CTE 6.4999999E-06 ALL
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
      SELF WEIGHT 'SELF' 'SELFWEIGHT' -
      DIRECTION -Z FACTOR 1.000 ALL MEMBERS
$$
UNITS M   KG   DEG   FAH
$$
      LOADING 'BL' 'B.LINGKUNGAN'
$$
      MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.1272084E-04 L 0.0000000E+00
      1          11         25         35         49         -
      59         73         83
$$
      MEMB LOADS FOR X GLO CON FRA P -1.1272093E-04 L 0.0000000E+00
      2          3          4          6          9         -
      26         27         28         30         33         -
      50         51         52         54         57         -
      74         75         76         78         81
$$
.
.
.
$$
      MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 4.5520163E-01 WB 3.5563919E-01 -
      LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
      581        583
$$
      MEMB LOADS FOR X GLO LIN FRA WA 3.5563919E-01 WB 2.3340172E-01 -
      LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
      582        584
$$
      MEMB LOADS FOR Y GLO LIN FRA WA -4.2477188E+01 WB -4.2255585E+01 -
      LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
      293
$$
      MEMB LOADS FOR Y GLO LIN FRA WA -5.5067494E-07 WB -5.5067494E-07 -
      LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
      293        298        317        322        367         -
      372        375        380
$$
      MEMB LOADS FOR Y GLO LIN FRA WA 4.2255585E+01 WB 4.2477188E+01 -
      LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
      294
$$
.
.
.
$$
      MEMB LOADS FOR Y GLO LIN FRA WA -7.5577629E-01 WB -6.3372231E-01 -
      LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
      580
$$
      MEMB LOADS FOR Y GLO LIN FRA WA 4.5520490E-01 WB 3.5564250E-01 -
      LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
      581
$$
      MEMB LOADS FOR Y GLO LIN FRA WA 3.5564250E-01 WB 2.3340501E-01 -
      LA 0.0000000E+00 LB 1.0000000E+00
      582

```





112 113 114
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'DV2'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -3.9218669E+05
96 97 98 99 111 -
112 113 114
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'DV3'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -5.2208222E+05
96 97 98 99 111 -
112 113 114
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'DV4'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -6.5197781E+05
96 97 98 99 111 -
112 113 114
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'DV5'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -7.8187338E+05
96 97 98 99 111 -
112 113 114
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'DV6'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -9.1176894E+05
96 97 98 99 111 -
112 113 114
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'DV7'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -1.0416645E+06
96 97 98 99 111 -
112 113 114
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOADING 'DD'
\$\$
JOINT LOADS FOR Z -8.6805375E+05
96 97 98 99 111 -
112 113 114
\$\$
UNITS M KG DEG FAH
\$\$
LOAD COMB 'NONE' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'DD' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'N1' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'DV1' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'N2' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'DV2' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'N3' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'DV3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'N4' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'DV4' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'N5' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'DV5' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'N6' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'DV6' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'N7' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'VT' 1.0000 'DV7' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C11' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx1' 1.0000 'VT' 1.0000
'DV1' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C12' -



COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx1' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV2' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C13' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx1' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV3' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C14' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx1' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV4' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C15' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx1' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV5' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C16' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx1' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV6' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C17' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx1' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV7' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'CD1' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx1' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DD' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C31' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx3' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV1' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C32' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx3' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV2' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C33' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx3' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV3' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C34' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx3' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV4' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C35' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx3' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV5' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C36' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx3' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV6' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C37' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx3' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV7' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'CD3' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx3' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DD' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C51' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx5' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV1' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C52' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx5' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV2' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C53' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx5' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV3' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C54' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx5' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV4' 1.0000 -
\$\$ LOAD COMB 'C55' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000 -
'Fx5' 1.0000 'VT' 1.0000 -
'DV5' 1.0000 -



\$\$
LOAD COMB 'C56' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx5' 1.0000 'VT' 1.0000
'DV6' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C57' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx5' 1.0000 'VT' 1.0000
'DV7' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'CD5' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx5' 1.0000 'VT' 1.0000
'DD' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C61' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx6' 1.0000 'VT' 1.0000
'DVI' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C62' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx6' 1.0000 'VT' 1.0000
'DV2' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C63' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx6' 1.0000 'VT' 1.0000
'DV3' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C64' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx6' 1.0000 'VT' 1.0000
'DV4' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C65' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx6' 1.0000 'VT' 1.0000
'DV5' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C66' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx6' 1.0000 'VT' 1.0000
'DV6' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'C67' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx6' 1.0000 'VT' 1.0000
'DV7' 1.0000
\$\$
LOAD COMB 'CD6' -
COMB 'SELF' 1.0000 'BL' 1.0000
'Fx6' 1.0000 'VT' 1.0000
'DD' 1.0000

OUTPUT• Tegangan Kombinasi

{ 20} > LIST MAX STRESS EACH LOADING MEMBER 1 SECTION FRACTIONAL DS 0. 1.1

RESULTS OF LATEST ANALYSES

PROBLEM - ARYO TITLE - TUGAS_AKHIR

ACTIVE UNITS M KG DEG DEGF SEC

INTERNAL MEMBER RESULTS

MEMBER MAXIMUM STRESS FOR EACH LOADING-----
----- MEMBER 1

LOADING	MAX NORMAL	AT SECTION	STRESS	MIN NORMAL	AT SECTION
N1	-7548289.	1.000	-7832458.	0.000	
N2	-8564416.	1.000	-8862585.	1.000	
N3	-9580541.	1.000	-9895124.	1.000	
N4	-0.1059667E+08	1.000	-0.1092766E+08	1.000	
N5	-0.1161280E+08	1.000	-0.1196020E+08	1.000	
N6	-0.1262892E+08	1.000	-0.1299274E+08	1.000	
N7	-0.1364505E+08	1.000	-0.1402529E+08	1.000	
NONE	-0.1228695E+08	1.000 FR	-0.1264525E+08	1.000 FR	
C11	-7859104.	1.000	-8195178.	1.000	
C12	-8875231.	1.000	-9227718.	1.000	
C13	-9891357.	1.000	-0.1026026E+08	1.000	
C14	-0.1090748E+08	1.000	-0.1129280E+08	1.000	
C15	-0.1192361E+08	1.000	-0.1232534E+08	1.000	
C16	-0.1293974E+08	1.000	-0.1335788E+08	1.000	
C17	-0.1395586E+08	1.000	-0.1439041E+08	1.000	
CD1	-0.1259777E+08	1.000	-0.1301038E+08	1.000	
C31	-0.1001268E+08	1.000	-0.1072511E+08	1.000	
C32	-0.1102881E+08	1.000	-0.1175765E+08	1.000	
C33	-0.1204494E+08	1.000	-0.1279019E+08	1.000	
C34	-0.1306106E+08	1.000	-0.1382273E+08	1.000	
C35	-0.1407719E+08	1.000	-0.1485527E+08	1.000	
C36	-0.1509331E+08	1.000	-0.1588781E+08	1.000	
C37	-0.1610944E+08	1.000	-0.1692035E+08	1.000	
CD3	-0.1475135E+08	1.000	-0.1554032E+08	1.000	
C51	-0.1216123E+08	1.000	-0.1324914E+08	1.000	
C52	-0.1317736E+08	1.000	-0.1428168E+08	1.000	
C53	-0.1419348E+08	1.000	-0.1531422E+08	1.000	
C54	-0.1520961E+08	1.000	-0.1634676E+08	1.000	
C55	-0.1622574E+08	1.000	-0.1737930E+08	1.000	
C56	-0.1724186E+08	1.000	-0.1841184E+08	1.000	
C57	-0.1825799E+08	1.000	-0.1944438E+08	1.000	
CD5	-0.1689990E+08	1.000	-0.1806435E+08	1.000	
C61	-0.1254123E+08	1.000	-0.1394914E+08	1.000	
C62	-0.1377736E+08	1.000	-0.1488868E+08	1.000	
C63	-0.1471348E+08	1.000	-0.1591422E+08	1.000	
C64	-0.1567961E+08	1.000	-0.1698676E+08	1.000	
C65	-0.1684574E+08	1.000	-0.1798930E+08	1.000	
C66	-0.1845799E+08	1.000	-0.1904438E+08	1.000	
C67	-0.1899990E+08	1.000	-0.1996435E+08	1.000	
CD6	-0.1779186E+08	1.000	-0.1859184E+08	1.000	

1

{ 21} > FINISH ----- RUN-TIME PERFORMANCE SUMMARY -----

CPU Time 00:15:12.07 Elapsed Time 0 00:15:12 On Thu Mar 20 14:25:16 2003



• Detail Tegangan

{ 13) > LIST SECTION STRESSES POSITION ALL POINTS MEMBER 1 SECTION FRACTIONAL DS 0. 1.

RESULTS OF LATEST ANALYSES

PROBLEM - ARYO TITLE - TUGAS_AKHIR

ACTIVE UNITS M KG DEG DEGF SEC

INTERNAL MEMBER RESULTS

MEMBER SECTION STRESS

DISTANCE	/	FROM START	AXIAL	Y SHEAR	Z SHEAR	Y BENDING	Z BENDING	MAX
NORMAL	MIN NORMAL							
<hr/>								
<hr/>								
--- MEMBER 1								
<hr/>								
LOADING	NONE							
1.000		-0.1246610E+08	809.5132	-2960.967	-157734.6	-21414.03	-	
0.1228695E+08		-0.1264525E+08						
LOADING	N1							
1.000		-7689166.	-379.3010	-2050.368	-138465.5	-2412.412	-	
7548289.		-7830044.						
LOADING	N2							
1.000		-8713500.	-124.3798	-2245.630	-142597.4	-6486.988	-	
8564416.		-8862585.						
LOADING	N3							
1.000		-9737832.	130.5413	-2440.893	-146729.4	-10561.56	-	
9580541.		-9895124.						
LOADING	N4							
1.000		-0.1076217E+08	385.4624	-2636.156	-150861.3	-14636.14	-	
0.1059667E+08		-0.1092766E+08						
LOADING	N5							
1.000		-0.1178650E+08	640.3835	-2831.418	-154993.2	-18710.71	-	
0.1161280E+08		-0.1196020E+08						
LOADING	N6							
1.000		-0.1281083E+08	895.3047	-3026.681	-159125.2	-22785.29	-	
0.1262892E+08		-0.1299274E+08						
LOADING	N7							
1.000		-0.1383516E+08	1150.226	-3221.943	-163257.1	-26859.87	-	
0.1364505E+08		-0.1402528E+08						
LOADING	C11							
1.000		-8027141.	-296.9227	-3103.740	-164298.1	-3738.625	-	
7859104.		-8195178.						
LOADING	C12							
1.000		-9051474.	-42.00163	-3299.002	-168430.1	-7813.200	-	
8875231.		-9227718.						
LOADING	C13							
1.000		-0.1007581E+08	212.9195	-3494.265	-172562.0	-11887.78	-	
9891357.		-0.1026026E+08						
LOADING	C14							
1.000		-0.1110014E+08	467.8406	-3689.528	-176694.0	-15962.35	-	
0.1090748E+08		-0.1129280E+08						



LOADING	C15						
1.000 0.1192361E+08	-0.1212447E+08 -0.1232534E+08	722.7617	-3884.790	-180825.9	-20036.93	-	
LOADING	C16						
1.000 0.1293974E+08	-0.1314881E+08 -0.1335788E+08	977.6830	-4080.053	-184957.9	-24111.50	-	
LOADING	C17						
1.000 0.1395586E+08	-0.1417314E+08 -0.1439041E+08	1232.604	-4275.315	-189089.8	-28186.08	-	
LOADING	CD1						
1.000 0.1259777E+08	-0.1280408E+08 -0.1301038E+08	891.8916	-4014.339	-183567.3	-22740.24	-	
LOADING	C31						
1.000 0.1001268E+08	-0.1036890E+08 -0.1072511E+08	273.8596	-10402.35	-343287.5	-12927.69	-	
LOADING	C32						
1.000 0.1102881E+08	-0.1139323E+08 -0.1175765E+08	528.7808	-10597.61	-347419.5	-17002.27	-	
LOADING	C33						
1.000 0.1204494E+08	-0.1241756E+08 -0.1279019E+08	783.7019	-10792.87	-351551.4	-21076.84	-	
LOADING	C34						
1.000 0.1306106E+08	-0.1344190E+08 -0.1382273E+08	1038.623	-10988.13	-355683.3	-25151.42	-	
LOADING	C35						
1.000 0.1407719E+08	-0.1446623E+08 -0.1485527E+08	1293.544	-11183.40	-359815.3	-29226.00	-	
LOADING	C36						
1.000 0.1509331E+08	-0.1549056E+08 -0.1588781E+08	1548.465	-11378.66	-363947.2	-33300.57	-	
LOADING	C37						
1.000 0.1610944E+08	-0.1651490E+08 -0.1692035E+08	1803.386	-11573.92	-368079.2	-37375.14	-	
LOADING	CD3						
1.000 0.1475135E+08	-0.1514583E+08 -0.1554032E+08	1462.674	-11312.95	-362556.6	-31929.31	-	
LOADING	C51						
1.000 0.1216123E+08	-0.1270518E+08 -0.1324914E+08	843.3091	-17683.91	-521858.8	-22095.30	-	
LOADING	C52						
1.000 0.1317736E+08	-0.1372952E+08 -0.1428168E+08	1098.230	-17879.17	-525990.8	-26169.88	-	
LOADING	C53						
1.000 0.1419348E+08	-0.1475385E+08 -0.1531422E+08	1353.151	-18074.43	-530122.8	-30244.45	-	
LOADING	C54						
1.000 0.1520961E+08	-0.1577818E+08 -0.1634676E+08	1608.072	-18269.70	-534254.7	-34319.02	-	
LOADING	C55						
1.000 0.1622574E+08	-0.1680252E+08 -0.1737930E+08	1862.994	-18464.96	-538386.6	-38393.60	-	
LOADING	C56						
1.000 0.1724186E+08	-0.1782685E+08 -0.1841184E+08	2117.915	-18660.22	-542518.6	-42468.18	-	
LOADING	C57						
1.000 0.1825799E+08	-0.1885118E+08 -0.1944438E+08	2372.836	-18855.48	-546650.5	-46542.75	-	
LOADING	CD5						



1.000 0.1689990E+08	-0.1748212E+08 -0.1806435E+08	2032.123	-18594.51	-544128.0	-41096.91	-
<hr/>						
1.000 0.1216123E+08	LOADING C61 -0.1450518E+08 -0.1324914E+08	1343.3091	-37683.91	-717858.8	-32095.30	-
1.000 0.1317736E+08	LOADING C62 -0.1552952E+08 -0.1428168E+08	1598.230	-37879.17	-725990.8	-36169.88	-
1.000 0.1419348E+08	LOADING C63 -0.1753385E+08 -0.1531422E+08	1853.151	-38074.43	-733122.8	-40244.45	-
1.000 0.1520961E+08	LOADING C64 -0.1817818E+08 -0.1634676E+08	2108.072	-38269.70	-741254.7	-44319.02	-
1.000 0.1622574E+08	LOADING C65 -0.1860252E+08 -0.1737930E+08	2362.994	-38464.96	-748386.6	-48393.60	-
1.000 0.1724186E+08	LOADING C66 -0.1962685E+08 -0.1841184E+08	2617.915	-38660.22	-758518.6	-52468.18	-
1.000 0.1825799E+08	LOADING C67 -0.2063518E+08 -0.1944438E+08	2872.836	-38855.48	-766650.5	-56542.75	-
1.000 0.1689990E+08	LOADING CD6 -0.1918212E+08 -0.1806435E+08	2532.123	-38594.51	-755128.0	-51096.91	-
<hr/>						

{ 15} > FINISH ----- RUN-TIME PERFORMANCE SUMMARY -----
CPU Time 00:14:27.03 Elapsed Time 0 00:14:27 On Thu Mar 20 14:41:44 2003





• Code Check (Unity Check)

MEMBER CODE	TABLE PROFILE	LOADING NAME	SECTION LOCATION	PROVISION NAME	ACTUAL/ LIMITING	SECTION FORCES	UNITS	STATUS
						FX/MT	FY/MY	FZ/MZ
--/	1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	NONE	5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.594 0.120	-3.158E+06 -544.311	109.227 -5498.197	-399.520 M KG -746.434 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	N1		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.367 0.120	-1.948E+06 -544.012	-51.179 -4826.527	-276.654 M KG -84.090 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	N2		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.416 0.120	-2.208E+06 -544.076	-16.782 -4970.555	-303.000 M KG -226.118 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	N3		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.465 0.120	-2.467E+06 -544.140	17.614 -5114.583	-329.347 M KG -368.147 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	N4		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.513 0.120	-2.727E+06 -544.204	52.010 -5258.612	-355.693 M KG -510.176 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	N5		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.562 0.120	-2.986E+06 -544.268	86.406 -5402.640	-382.040 M KG -652.204 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	N6		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.610 0.120	-3.246E+06 -544.332	120.802 -5546.668	-408.386 M KG -794.233 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	N7		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.659 0.120	-3.505E+06 -544.396	155.199 -5690.696	-434.733 M KG -936.261 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C11		2.743 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.384 0.120	-2.040E+06 -539.180	-40.063 -4558.726	-432.114 M KG -240.212 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C12		2.743 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.433 0.120	-2.300E+06 -539.244	-5.667 -4630.485	-458.460 M KG -287.892 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C13		2.743 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.481 0.120	-2.559E+06 -539.308	28.729 -4702.245	-484.807 M KG -335.572 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C14		2.743 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.530 0.120	-2.819E+06 -539.372	63.125 -4774.004	-511.153 M KG -383.252 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C15		2.743 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.579 0.120	-3.078E+06 -539.436	97.521 -4845.764	-537.500 M KG -430.931 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C16		2.743 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.627 0.120	-3.338E+06 -539.500	131.918 -4917.524	-563.846 M KG -478.611 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C17		2.743 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.676 0.120	-3.597E+06 -539.564	166.314 -4989.284	-590.193 M KG -526.291 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	CD1		2.743 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.611 0.120	-3.250E+06 -539.479	120.342 -4893.374	-554.980 M KG -462.565 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C31		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.499 0.120	-2.627E+06 -505.700	36.952 -11966.061	-1403.575 M KG -450.624 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C32		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.548 0.120	-2.887E+06 -505.764	71.348 -12110.089	-1429.922 M KG -592.652 PASSED
OD = 0.7620	ID = 0.5080			THI = 0.1270	D/T = 6.0000			



OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C33		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.597 0.120	-3.146E+06 -505.828 -12254.117	105.744	-1456.269 M	KG -734.681 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C34		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.645 0.120	-3.406E+06 -505.892 -12398.146	140.140	-1482.615 M	KG -876.709 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C35		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.694 0.120	-3.665E+06 -505.956 -12542.173	174.536	-1508.962 M	KG -1018.738 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C36		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.742 0.120	-3.925E+06 -506.020 -12686.202	208.932	-1535.308 M	KG -1160.767 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C37		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.791 0.120	-4.184E+06 -506.084 -12830.229	243.329	-1561.655 M	KG -1302.795 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	CD3		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.726 0.120	-3.837E+06 -505.999 -12637.729	197.357	-1526.442 M	KG -1112.968 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		

1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C51		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.614 0.120	-3.219E+06 -472.298 -18190.570	113.787	-2386.067 M	KG -770.181 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C52		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.663 0.120	-3.478E+06 -472.362 -18334.596	148.183	-2412.414 M	KG -912.210 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C53		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.712 0.120	-3.738E+06 -472.426 -18478.623	182.579	-2438.760 M	KG -1054.239 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C54		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.760 0.120	-3.997E+06 -472.490 -18622.654	216.975	-2465.107 M	KG -1196.267 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C55		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.809 0.120	-4.257E+06 -472.554 -18766.682	251.371	-2491.453 M	KG -1338.296 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C56		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.858 0.120	-4.516E+06 -472.618 -18910.709	285.768	-2517.800 M	KG -1480.324 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C57		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.906 0.120	-4.776E+06 -472.682 -19054.736	320.164	-2544.146 M	KG -1622.353 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	CD5		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.841 0.120	-4.429E+06 -472.597 -18862.236	274.192	-2508.933 M	KG -1432.526 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		

1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C61		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.856 0.120	-3.219E+06 -472.298 -18190.570	113.787	-2386.067 M	KG -770.181 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C62		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.905 0.120	-3.478E+06 -472.362 -18334.596	148.183	-2412.414 M	KG -912.210 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C63		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	0.954 0.120	-3.738E+06 -472.426 -18478.623	182.579	-2438.760 M	KG -1054.239 PASSED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		
1 APILRFD1	PRISMATIC PIPE	C64		5.486 D.3.2-1 D.3.2.3C	1.002 0.120	-3.997E+06 -472.490 -18622.654	216.975	-2465.107 M	KG -1196.267 FAILED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000		



1	PRISMATIC	C65	5.486 D.3.2-1	1.051	-4.257E+06	251.371	-2491.453 M	KG
APILRFD1	PIPE		D.3.2.3C	0.120	-472.554	-18766.682	-1338.296	FAILED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000	
1	PRISMATIC	C66	5.486 D.3.2-1	1.100	-4.516E+06	285.768	-2517.800 M	KG
APILRFD1	PIPE		D.3.2.3C	0.120	-472.618	-18910.709	-1480.324	FAILED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000	
1	PRISMATIC	C67	5.486 D.3.2-1	1.148	-4.776E+06	320.164	-2544.146 M	KG
APILRFD1	PIPE		D.3.2.3C	0.120	-472.682	-19054.736	-1622.353	FAILED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000	
1	PRISMATIC	CD6	5.486 D.3.2-1	1.083	-4.429E+06	274.192	-2508.933 M	KG
APILRFD1	PIPE		D.3.2.3C	0.120	-472.597	-18862.236	-1432.526	FAILED
OD =	0.7620	ID =	0.5080	THI =	0.1270	D/T =	6.0000	

++++++



TEGANGAN KOMBINASI

VT	s _{st}	NORMAL	EKS 1	EKS 3	EKS 5	EKS 6
1	0.25	7548289	7859104	1.00E+07	1.22E+07	1.39E+07
2	0.31	8564416	8875231	1.10E+07	1.32E+07	1.49E+07
3	0.37	9580541	9891357	1.20E+07	1.42E+07	1.59E+07
4	0.43	10596670	10907480	1.31E+07	1.52E+07	1.70E+07
5	0.49	11612800	11923610	1.41E+07	1.62E+07	1.80E+07
DATA	0.53	12286950	12597770	1.48E+07	1.69E+07	1.86E+07
6	0.55	12628920	12939740	1.51E+07	1.72E+07	1.90E+07
7	0.61	13645050	13955860	1.61E+07	1.83E+07	2.00E+07

TEGANGAN
AKSIAL

VT	s _{st}	NORMAL	EKS 1	EKS 3	EKS 5	EKS 6
1	0.25	7689166	8027141	1.04E+07	1.27E+07	1.45E+07
2	0.31	8713500	9051474	1.14E+07	1.37E+07	1.55E+07
3	0.37	9737832	10075810	1.24E+07	1.48E+07	1.65E+07
4	0.43	10762170	11100140	1.34E+07	1.58E+07	1.75E+07
5	0.49	11786500	12124470	1.45E+07	1.68E+07	1.86E+07
DATA	0.53	12466100	12804080	1.51E+07	1.75E+07	1.92E+07
6	0.55	12810830	13148810	1.55E+07	1.78E+07	1.96E+07
7	0.61	13835160	14173140	1.65E+07	1.89E+07	2.06E+07

TEGANGAN
GESER

VT	s _{st}	NORMAL	EKS 1	EKS 3	EKS 5	EKS 6
1	0.25	2429.669	3400.6627	1.01E+04	1.684E+04	3.434E+04
2	0.31	2370.0098	3341.00363	1.01E+04	1.678E+04	3.428E+04
3	0.37	2310.3517	3281.3455	1.00E+04	1.672E+04	3.422E+04
4	0.43	2250.6936	3221.6874	9.95E+03	1.666E+04	3.416E+04
5	0.49	2191.0345	3162.0283	9.89E+03	1.660E+04	3.410E+04
DATA	0.53	2151.4538	3122.4474	9.85E+03	1.656E+04	3.406E+04
6	0.55	2131.3763	3102.37	9.83E+03	1.654E+04	3.404E+04
7	0.61	2071.717	3042.711	9.77E+03	1.648E+04	3.398E+04

TEGANGAN LENTUR

VT	s _{st}	NORMAL	EKS 1	EKS 3	EKS 5	EKS 6
1	0.25	140877.912	168036.725	3.56E+05	5.440E+05	7.190E+05
2	0.31	149084.388	176243.3	3.64E+05	5.522E+05	7.272E+05
3	0.37	157290.96	184449.78	3.73E+05	5.604E+05	7.354E+05
4	0.43	165497.44	192656.35	3.81E+05	5.686E+05	7.436E+05
5	0.49	173703.91	200862.83	3.89E+05	5.768E+05	7.518E+05
DATA	0.53	179148.63	206307.54	3.94E+05	5.822E+05	7.572E+05
6	0.55	181910.49	209069.4	3.97E+05	5.850E+05	7.600E+05
7	0.61	190116.97	217275.88	4.05E+05	5.932E+05	7.682E+05



UNITY CHECK / CODE CHECK

VT	s _{st}	NORMAL	EKS 1	EKS 3	EKS 5	EKS 6
1	0.25	0.367	0.384	0.499	0.614	0.856
2	0.31	0.416	0.433	0.548	0.663	0.905
3	0.37	0.465	0.481	0.597	0.712	0.954
4	0.43	0.513	0.53	0.645	0.76	1.002
5	0.49	0.562	0.579	0.694	0.809	1.051
DATA	0.53	0.594	0.611	0.726	0.841	1.083
6	0.55	0.61	0.627	0.742	0.858	1.1
7	0.61	0.659	0.676	0.791	0.906	1.148

