TUGAS AKHIR- MO184804

ANALISIS KELELAHAN PADA *XMA PLATFORM* DENGAN METODE *FRACTURE MECHANICS* UNTUK PERENCANAAN *RBI (RISK BASED INSPECTION)*

Rizal Hidayat Fadillah
NRP. 04311540000142

DOSEN PEMBIMBING:
Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D.
Dr.Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

TUGAS AKHIR- MO184804

ANALISIS KELELAHAN PADA *XMA PLATFORM* DENGAN METODE *FRACTURE MECHANICS* UNTUK PERENCANAAN *RBI (RISK BASED INSPECTION)*

Rizal Hidayat Fadillah
NRP. 04311540000142

DOSEN PEMBIMBING:
Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D.
Dr.Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2019

FINAL PROJECT- MO184804

FATIGUE LIFE ANALYSIS ON XMA PLATFORM USING FRACTURE MECHANICS APPROACH FOR RISK BASED INSPECTION PLANNING

Rizal Hidayat Fadillah
NRP. 04311540000142

SUPERVISORS:
Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D.
Dr.Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

OCEAN ENGINEERING DEPARTMENT

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2019

Analisis Kelelahan Pada XMA *Platform* Dengan Metode *Fracture Mechanics* Untuk Perencanaan RBI (*Risk Based Inspection*)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada program studi S-1 Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Rizal Hidayat Fadillah
NRP. 04311540000142

Disetujui Oleh:

1. Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D. (Pembimbing 1)

.....

2. Dr.Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc. (Pembimbing 2)

.....

3. Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D. (Penguji)

.....

Surabaya, Juli 2019

ABSTRAK

ANALISIS KELELAHAN PADA *XMA PLATFORM* DENGAN METODE *FRACTURE MECHANICS* UNTUK PERENCANAAN *RBI (RISK BASED INSPECTION)*

Nama Mahasiswa	: Rizal Hidayat Fadillah
NRP	: 04311540000142
Departemen	: Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing	: Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D.
	Dr.Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

XMA Platform milik Pertamina EP adalah anjungan yang telah beroperasi di laut utara Jawa Barat selama lebih dari 20 tahun dan direncanakan untuk diperpanjang selama 20 tahun kedepan. Prediksi umur kelelahan digunakan untuk mempertimbangkan kelayakan dari struktur yang akan digunakan lagi setelah adanya modifikasi atau rencana perpanjangan umur operasi. Dalam tugas akhir ini, analisis sisa umur *platform* dilakukan dengan pendekatan *fracture mechanics* untuk menentukan interval inspeksi dari resiko kegagalan dalam perencanaan *Risk Based Inspection* pada *XMA Platform*. *Probability of Failure* dapat ditentukan dengan metode *Monte-Carlo* untuk moda kegagalan akibat kelelahan pada join kritis *platform*. Melalui perhitungan umur kelelahan didapatkan bahwa *XMA Platform* dapat diperpanjang masa operasinya untuk 20 tahun kedepan. Umur *platform* diprediksi mencapai 52,9 tahun sejak inspeksi terakhir. Nilai *PoF* didapatkan 9,24 x 10-4/year dan interval inspeksi 2 tahun sekali menggunakan metode inspeksi *magnetic particle test*.

Kata kunci; *Risk Based Inspection*, *Fatigue*, *Fracture Mechanics*, Risiko.

ABSTRACT

FATIGUE LIFE ANALYSIS ON XMA PLATFORM USING FRACTURE MECHANICS APPROACH FOR RISK BASED INSPECTION PLANNING

Name	: Rizal Hidayat Fadillah
Student Registry ID.	: 04311540000142
Major	: Ocean Engineering
Supervisors	: Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D.
	Dr.Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

XMA Platform owned by Pertamina EP is a platform that has been operated in the Northern Sea of West Java for more than 20 years. The platform is planned to be extended for the next 20 years. Fatigue life prediction was used to consider the feasibility of the structure to be planned for the extension of the operating life. In this final project, the analysis of the remaining platform life was done using the fracture mechanics approach to determine the inspection interval from the risk of failure on XMA Platform with Risk Based Inspection plan. The probability of failure was obtained by the monte-carlo method for failure modes due to fatigue life on the critical join platform. Through calculation of fatigue life, it was found that XMA Plarform can be extended for the next 20 years. The age of the platform is predicted to reach 52,9 years since the last inspection. PoF value was obtained $9{,}24 \times 10^{-4}$ / year and inspection intervals each 2 years using magnetic particle test inspection methods.

Keywords; *Risk Based Inspection, Fatigue, Fracture Mechanics, Risk.*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua. Atas rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **"Analisis Kelelahan Pada *XMA Platform* Dengan Metode *Fracture Mechanics* Untuk Perencanaan *RBI (Risk Based Inspection)*".**

Tugas akhir ini merupakan buah dari masa kuliah penulis selama menempuh jenjang S-1 di Departemen Teknik Kelautan FTK ITS. Penelitian tugas akhir ini berisi tentang penggunaan metode *fracture mechanics* dalam memprediksi umur kelelahan suatu *platform*. Tak hanya itu, di dalam tugas akhir ini juga terdapat penggunaan metode *Monte-Carlo* dalam melakukan analisis Risiko dan memberikan *output* berupa rekomendasi perencanaan *Risk Based Inspection.* Penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat memberi banyak manfaat kepada para pembaca dalam dunia struktur bangunan lepas pantai

Akhir kata, penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahaan dalam penulisan serta sesuatu yang kurang berkenan pada tugas akhir ini. Penulis juga sangat terbuka akan kritik dan saran yang membangun sehingga bisa menjadi lebih baik di kemudian hari. Semoga kita semua selalu berada di dalam lindungan Allah SWT.

Surabaya, Juli 2019

Rizal Hidayat Fadillah

UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas akhir ini tidak akan bisa diselesaikan hanya dengan kemampuan penulis seorang. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan banyak kemudahan dan berkah kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
2. Orang tua penulis, Mat Ariadji dan Tati Suartati yang senantiasa memberikan doa dan *support* kepada penulis.
3. Keluarga penulis terutama kakak dan adik, Rizky Fatihah dan Fathul Ilmi Hakim yang selalu memberikan semangat dalam pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing satu penulis yang telah memberikan banyak saran dalam pengerjaan tugas akhir ini.
5. Dr.Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua penulis dan dosen perwalian yang dengan sabar membimbing penulis dalam tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Departemen Teknik Kelautan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
7. Kamilia Munifa yang selalu memberikan motivasi kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
8. Rekan-rekan Pusat Studi Kelautan yang telah memberikan kontribusi besar dalam mengerjakan tugas akhir.
9. “RA” dan “Arek” telah menjadi tempat penulis berkeluh-kesah dan melepas penat dari kesibukkan perkuliahan.
10. Serta tak lupa untuk rekan-rekan di *Society of Petroleum Engineers* ‘yang telah menjadi sahabat terdekat penulis.

DAFTAR ISI

ABSTRAK v
ABSTRACT vi
KATA PENGANTAR vii
UCAPAN TERIMAKASIH viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1. 1 Latar Belakang Masalah 1
1. 2 Rumusan Masalah 2
1. 3 Tujuan 2
1. 4 Manfaat 3
1. 5 Batasan Masalah 3
1. 6 Sistematika Penulisan 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 5
2.1 Tinjauan Pustaka 5
2.2 Dasar Teori 6
2.2.1 Gambaran Umum Fixed Platform 6
2.2.2 Penilaian Struktur *(Assessment)* 7
2.2.3 Mekanika Kepecahan 8
2.2.4 Stress Intensity Factor 9
2.2.5 Perambatan Retak 12
2.2.6 Perhitungan Perambatan Retak 13
2.2.7 Pemodelan Menggunakan Metode Elemen Hingga 13
2.2.8 *Risk Based Inspection* 13
2.2.9 Moda Kegagalan 15
2.2.10 *Monte-Carlo* 15
2.2.11 Analisa Risiko 16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Diagram Alir Penelitian 21
3.2 Deskripsi Diagram Alir Penelitian 24
3.3 Deskripsi Diagram Alir *Probability of Failure* 25
3.4 Deskripsi Diagram Alir *Consequence of Failure* 26

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Pengumpulan Data 27
4.1.1 Deskripsi Umum *Platform* 27
4.1.2 *Properties Platform* 27
4.1.3 Data Lingkungan 28
4.1.4 *Marine Growth* 29
4.1.5 Gambar Isometrik 3D *XMA Platform* 30
4.2 *Preliminary Hazard Analysis* 31
4.3 Pemodelan Struktur *XMA Platform* 32
4.4 Penentuan Joint Kritis Struktur 34
4.4.1. Pemodelan Tanah 35
4.5 Pemodelan Titik Kritis dengan *Solidwork* 35
4.6 Pembebanan Terhadap Model Dengan *ANSYS* 36
4.7 *Meshing Sensitivity Model* 37
4.8 Menentukan Lokasi *Initial Crack* 38
4.9 Mendapatkan Nilai Tegangan Maksimum dan Minimum 39
4.10 Mencari Nilai Kedalaman Kritis 40
4.11 Pemodelan *Crack* 41
4.12 Perhitungan *Stress Intensity Factor* 42
4.13 Validasi Perhitungan *Stress Intensity Factor* 43
4.13.1 Menghitunga Faktor Koreksi *Factor Free Surface Crack* 43
4.13.2 Faktor Koreksi *Back Free Surface (Mk)* 44
4.13.3 Perhitungan Validasi *Stress Intensity Factor* 44
4.14 Perhitungan Perambatan Retak 45
4.15 Perhitungan Umur Kelelahan 48
4.16 Analisis Risiko 48
4.16.1 Moda Kegagalan 48
4.16.2 Variabel Acak 49
4.16.3 Probabilitas Kegagalan 49
4.16.5 Penentuan Interval Inspeksi Berdasarkan Matriks Risiko 56
4.17 Penentuan Metode Inspeksi 57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 59
DAFTAR PUSTAKA 61
LAMPIRAN 63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 *Offshore Fixed Platform (drillingformulas.com)* 7
Gambar 2. 2 Moda deformasi retak (Broek, 1988) 9
Gambar 2. 3 Koordinat dan komponen tegangan pada ujung retak 11
Gambar 2. 4 Variasi geometri *crack (Barson et al, 1999)* 11
Gambar 2. 5 *Fatigue crack propagation behaviour (Paris dan Erdogan,1960)* .. 12
Gambar 2. 6 *Flowchart* pengerjaan analisis *RBI* (API RP 580) 14

Gambar 4. 1 Tampak Isometrik 3D *XMA Platform* 30
Gambar 4. 2 Pemodelan *XMA Platform* Menggunakan SACS 11 33
Gambar 4. 3 Joint-joint Yang Ditinjau Pada *Software SACS* 34
Gambar 4. 4 Pemodelan Member Pada *Software Solidwork* 35
Gambar 4. 5 Pembebanan Model dengan *Software ANSYS* 36
Gambar 4. 6 Variasi Ukuran *Meshing* pada Model 37
Gambar 4. 7 Grafik Hasil *Meshing Sensitivity* 38
Gambar 4. 8 Titik dengan tegangan tertinggi sebagai lokasi *initial crack* 39
Gambar 4. 9 Hasil Tegangan Maksimum 39
Gambar 4. 10 Hasil Tegangan Minimum 39
Gambar 4. 11 Grafik Pengaruh Kedalaman dengan Nilai K_I 40
Gambar 4. 12 Pemodelan *Initial Crack* dengan *Software ANSYS* 41
Gambar 4. 13 Re-Meshing Setelah Memodelkan *Initial Crack* 42
Gambar 4. 14 Hasil SIF pada Ketinggian Air Maksimum 42
Gambar 4. 15 Hasil SIF pada Ketinggin Air Minimum 42
Gambar 4. 16 Faktor Koreksi *Front Free Surface (Q)* 43
Gambar 4. 17 Grafik Distribusi Normal dengan Data Geometri *Crack* 49
Gambar 4. 18 Pengaruh Variasi *Random Generate Number* dengan POF 50
Gambar 4. 19 Peta Persebaran Kandungan CO_2 dan H_2S Indonesia Basin (Satyana,2007) 53
Gambar 4. 20 Lokasi *XMA Platform* (Synergy Engineering, 2017) 55
Gambar 4. 21 *Magnetic Particle – Underwater Inspection* 57
Gambar 4. 22 Ilustrasi Prosedur *Magnetic Particle Test* 57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Peluang kegagalan (DNV G101) 16
Tabel 2. 2 Penentuan Konsekuensi Risiko (DNV G101) 17
Tabel 2. 3 Matriks Risiko (DNV G101) 18
Tabel 2. 4 Penentuan Interval Waktu Inspeksi (DNV G101) 19

Tabel 4. 1 *XMA Platform Description* 27
Tabel 4. 2 *General Properties XMA Platform* 27
Tabel 4. 3 *Structural Steel Specification* 28
Tabel 4. 4 *Enviromental Wave and Current Data* 28
Tabel 4. 5 *Enviromental Speed Data* 29
Tabel 4. 6 *Marine Growth Thickness* 29
Tabel 4. 7 *Preliminary Hazard Analysis* pada *XMA Platform* 31
Tabel 4. 8 Validasi S*elfweight Mode*l *XMA Platform* 33
Tabel 4. 9 Rangking U.C Tertinggi Pada Joint 35
Tabel 4. 10 Geometri Pemodelan Member Pada *Solidwork* 36
Tabel 4. 11 Pembebanan pada tiap member di Joint 3007 (*max depth*) 36
Tabel 4. 12 Pembebanan pada tiap member di Joint 3007 (*min depth*) 36
Tabel 4. 13 Perbandingan Hasil *Meshing Sensitivity* 38
Tabel 4. 14 Geometri Initial *Crack* 41
Tabel 4. 15 *Validasi Stress Intensity Factor* 44
Tabel 4. 16 Hasil Perambatan Retak dengan Perhitungan Analitis 46
Tabel 4. 17 Hasil Perambatan Retak dengan Perhitungan Numeris *ANSYS* 47
Tabel 4. 18 Variabel Acak Untuk Simulasi *Minitab* 49
Tabel 4. 19 Hasil Peluang Kegagalan Menggunakan Simulasi *Monte-Carlo* 50
Tabel 4. 20 Peluang Kegagalan dengan DNV RP-101 51
Tabel 4. 21 Konsekuensi Kegagalan Pada Kategori Keamanan 52
Tabel 4. 22 Konsekuensi Kegagalan Pada Kategori Lingkungan 54
Tabel 4. 23 Konsekuensi Kegagalan Pada Kategori *Business* 55
Tabel 4. 24 Penentuan Interval Waktu Inspeksi 56

[Halaman Sengaja Dikosongkan]

BAB 1
PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang Masalah

Fixed Jacket Platform merupakan jenis *platform* yang banyak digunakan di perairan laut Indonesia untuk mengeksploitasi hidrokarbon khususnya minyak dan gas bumi. Struktur *Fixed Jacket Platform* tersusun dari rangka-rangka yang yang terbuat dari baja silinder berongga dan disatukan dengan pengelasan disetiap perpotongan rangka yang berfungsi untuk menyangga beban operasi diatas *platform* dan menahan beban-beban lingkungan yang diberikan oleh lingkungan di mana struktur tersebut dioperasikan. Saat merancang sebuah struktur lepas pantai, beban yang harus dipertimbangkan antara lain adalah; beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*) dan beban lingkungan (*enviromental load*). Beban-beban tersebut dapat dikategorikan menjadi 2, yaitu beban statis dan beban dinamis. Beban statis merupakan beban yang memiliki nilai tetap baik titik bekerja maupun arah garis kerja. Sedangkan beban dinamis adalah beban yang memiliki nilai, arah dan jumlah yang berbeda. Beban tersebut dapat menjadi beban siklik atau beban yang secara berulang diterima struktur sehingga menyebabkan kelelahan dan dapat diprediksi umur struktur akibat kelelahan dari suatu *platform* tersebut.

Pada umumnya, struktur lepas pantai terpancang didesain untuk beroperasi 20-25 tahun masa operasi. Namun pada kenyataan di lapangan, setelah melewati umur operasi dari suatu platform, kandungan hidrokarbon yang terkandung didalam suatu *field* tersebut masih tersedia dan menguntungkan untuk terus dieksploitasi. Untuk melanjutkan eksploitasi hidrokarbon, maka diperlukan *platform* untuk menunjang proses produksi minyak dan gas terebut. Oleh karena itu, untuk menghemat biaya yang disebabkan pembuatan *platform* yang baru, *platform* lama dapat diperpanjang umur operasi dengan memperhitungkan umur struktur yang masih tersisa. Agar eksploitasi hidrokarbon tersebut berjalan aman setelah dilakukan perpanjangan umur masa pakai *platform*, perlu diadakanya studi penilaian ulang struktur untuk memastikan bahwa struktur layak untuk dioperasikan kembali selama rencana waktu perpanjangan ekploitasi hidrokarbon.

XMA Platform merupakan bangunan lepas pantai milik Pertamina EP yang telah beroperasi lebih dari 25 tahun dan direncanakan untuk diperpanjang umur operasinya 20 tahun kedepan. Untuk memastikan platform aman beroperasi, penulis meneliti prediksi umur struktur berdasarkan kelelahan dengan metode *Fracture Mechanics*, dan memberikan rekomendasi berupa analisis perencanaan *Risk Based Inspection.*

Rahadrianto (2017) telah melakukan penelitian yang serupa dengan penulis teliti. Rahadrianto meneliti tentang risiko pada *platform* yang diakibatkan oleh kelelahan pada *platform* dengan mekanika kepecahan, tetapi *output* dari penelitian hanya sebatas pada penzonaan matriks risiko akibat kelelahan struktur. Penulis dalam penelitian ini ingin mengembangkan penelitian hingga mendapatkan waktu inspeksi yang tepat.

1. 2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah:

1. Apakah *XMA Platform* dapat beroperasi untuk 20 tahun mendatang dengan analisis kelelahan dengan metode *fracture mechanics?*
2. Bagaimana tingkatan risiko *XMA Platform* akibat kelelahan setelah dilakukan perpanjangan 20 tahun?
3. Bagaimana perencanaan *Risk Based Inspection (RBI)* pada *XMA Platform* setelah diperpanjang umur operasinya?

1. 3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui apakah *XMA Platform* dapat beroperasi untuk 20 tahun mendatang setelah menganalisis kelelahan dengan metode *fracture mechanics.*
2. Mengetahui tingkatan risiko *XMA Platform* akibat kelelahan setelah dilakukan perpanjangan 20 tahun.
3. Membuat perencanaan *Risk Based Inspection (RBI)* pada *XMA Platform* setelah diperpanjang umur operasinya.

1. 4 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari tugas akhir ini adalah mengetahui umur platform akibat kelelahan setelah diperpanjang umur operasi selama 20 tahun, tingkatan risiko dan penerapan *Risk Based Inspection (RBI)* pada *XMA Platform.*

1. 5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pengerjaan tugas akhir adalah:

1. Struktur yang dianalisis dalam tugas akhir ini adalah *XMA Platform* milik Pertamina EP.
2. Validasi pemodelan struktur dilakukan dengan membandingkan berat struktur antar *software* dan berat yang sebenarnya.
3. Analisis kelelahan menggunakan metode *fracture mechanics*.
4. Titik yang akan ditinjau adalah titik yang terkena *hot-spot stress* maksimum
5. *Crack* diasumsikan muncul setelah inspeksi terakhir
6. Metode perhitungan peluang kegagalan menggunakan metode *Monte-Carlo.*

1. 6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah:

- **BAB 1 PENDAHULUAN**

Dalam Bab ini berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat batasan masalah dan sistemantika penulisan tugas akhir.

- **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

Dalam Bab ini berisikan dasar-dasar teori, persamaan dan kutipan yang menjadi acuan penulis guna menjunjang keberhasilan analisis permasalahan dalam tugas akhir ini.

- **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam Bab ini dipaparkan *flowchart* langkah pengerjaan tugas akhir yang dilengkapi keteranganya.

- **BAB 4 ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN**

Pada Bab ini, penulis memaparkan pembahasan dan penyelesaian dari tugas akhir ini, termasuk validasi, analisis, pengolahan dan hasil *output software.*

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam Bab ini, penulis menjawab rumusan masalah pada Bab 1, memaparkan kesimpulan dari tugas akhir dari pembahasan yang telah di analisis dan memberikan saran yang dapat dilakukan terhadap penelitan selanjutnya.

- **BAB 6 DAFTAR PUSTAKA**

Pada Bab ini, seluruh referensi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dicantumkan sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam memperpanjang umur operasi *platform*, perlu adanya *re-assesment* terhadap struktur *platform* itu sendiri agar eksploitasi hidrokarbon dapat dipastikan beroperasi dengan aman. *Re-assesment* struktur bertujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya kegagalan struktur akibat perpanjangan umur operasi dengan melakukan *Fatigue Analysis* dan *Risk Based Inspection (RBI).* Perencanaan *Risk Based Inspection (RBI)* dilakukan untuk merencanakan strategi inspeksi yang *cost efficient* dan rasional dengan mempertimbangkan *standard* dan *code* dalam penentuan risiko akibat adanya kelalahan struktur. (Chakrabarti, et al, 2005)

Chakrabakti et al (2005) telah melakukan studi penilaian ulang pada beberapa *platform* yang berada di teluk meksiko yang direncanakan untuk diperpanjang umur operasinya. Pada penilaian itu, Chakrabarti melakukan beberapa prosedur, yaitu:

1. Analisis *Pushover* untuk kekuatan *ultimate*:
    - Beban gelombang
    - Beban gempa
2. Kelelahan pada joint kritis pada sambungan las rangka struktur *platform*.
3. *Risk Based Inspection (RBI)*

Pada penelitian tugas akhir ini, penulis hanya memfokuskan pada analisis kelelahan dan *Risk Based Inspection (RBI).* Analisis kelelahan dilakukan untuk mengidentifikasi joint yang rawan terjadi kelelahan dengan metode *fracture mechanics*.

Kelelahan terjadi karena adanya akumulasi beban siklik yang mengenai struktur saat struktur sedang beroperasi sehingga dapat mengakibatkan retak akibat kelelahan dari material. Sambungan-sambungan las ialah titik dimana konsentrasi dari berbagai tegangan yang mengenai struktur. Lokasi timbulnya *crack* akibat beban siklik sangat berpengaruh terhadap umur kelelahan struktur. Apabila *crack* dibiarkan terus menerus, akumulasi tegangan pada sambungan las-lasan *joint*

struktur terus meningkat akibat beban gelombang, sehingga perambatan *crack* menjadi lebih cepat yang dapat mengakibatkan *fracture*. (Auliya, 2016)

Irfan, (2011) telah melakukan analisis serupa dengan penulis, namun metode yang digunakan dalam memprediksi umur kelelahan ada metode *full spectral analysis,* sedangkan penulis menggunakan pendekatan mekanika kepecahan. Sebelum melakukan studi perencanaan *RBI*, Leksono melakukan analisis keandalan terlebih dahulu untuk mendapatkan peluang kegagalan dengan simulasi *Monte-Carlo.* Pertimbangan penggunaan simulasi *Monte-Carlo* karena metode ini dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang didalamnya terdapat paramater *random.*

Setelah mendapatkan peluang kegagalan, dapat ditentukan jadwal inspeksi yang tepat berdasarkan metode *Risk Based Inspection (RBI).* Jadwal inspeksi dibuat berdasarkan analisis tingkat risiko dan sisa umur operasi dari suatu peralatan sehingga inspeksi yang dilakukan tepat sesuai dengan kebutuhan. Dengan *RBI*, dapat ditentukan metode inspeksi yang tepat sesuai dengan perkiraan mekanisme kegagalan yang memungkinan timbulnya risiko. (Zaidun, 2010)

2.2 Dasar Teori

Adapun dasar-dasar teori yang dipakai dalam menunjang penelitian tugas akhir ini adalah:

2.2.1 Gambaran Umum Fixed Platform

Fixed platform merupakan jenis anjungan lepas pantai yang paling pertama digunakan untuk mengeksploitasi kandungan hidrokarbon pada perairan lepas pantai. Suatu *platform* dapat dikatakan terpancang apabila *platform* mampu menahan pengaruh beban-bean lingkungan yang mengenainya tanpa terjadi deformasi yang berarti. *Fixed platform* dioperasikan terpancang dalam dasar laut dengan kaki-kaki yang terbuat dari beton. Berat dari kaki-kaki tersebut menyandarkan anjungan di dasar laut. (Rahardiana, 2008)

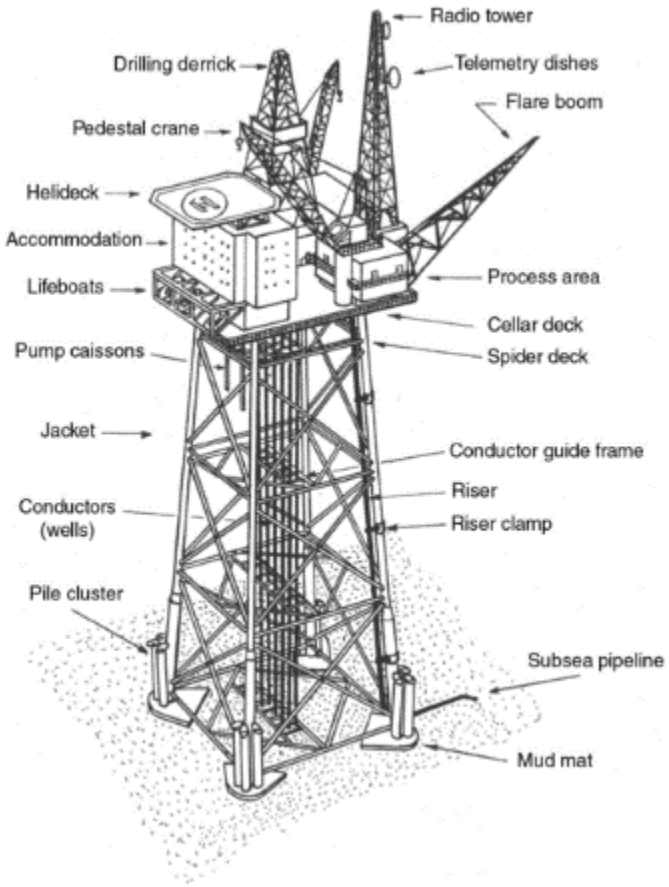
Komponen-komponen utama pembentuk struktur lepas pantai terpancang tersusun pada **Gambar 2.1**, sebagai berikut :

1. ***Topside/ deck*** berfungsi untuk mengakomodasi bidang datar permukaan air sebagai penunjang sebagai seluruh kegiatan, menyokong peralatan, pengeboran dan

tempat akomodasi *crew platform*. Sub-komponen dari struktur geladak seperti *skid beam, deck beam, deck plate* serta *main and wind trusses.*

2. ***Template / Jacket*** berfungsi sebagai penyokong *deck* yang meneruskan beban baik beban vertikal dari geladak maupun beban lateral dari angin, gelombang, arus, *boat impacy* ke pondasi, serta melindungi *pile* agar tetap pada posisinya. Sub-komponen dari *jacket* antara lain antara lain *braces, launch runners, launch trusses, jacket leg, boat landings, barge bumpers, walkways* dan *riser.*

3. ***Foundation/ pile*** yang berfungsi untuk meneruskan beban dari jacket ke-seabed. Sub-komponen meliputi *skirt pile sleeves* dan *skirt pile braces.*



Gambar 2. 1 Offshore Fixed Platform (drillingformulas.com)

2.2.2 Penilaian Struktur *(Assessment)*

Mengacu kepada *API RP 2A WSD Section 17,* penilaian terhadap suatu struktur harus dilakukan apabila dalam pengoperasianya memenuhi salah satu kondisi sebagai berikut:

1. ***Addition of Personell***, yaitu adanya penambahan personel pada pengoperasian anjungan lepas pantai.

2. ***Addition of Facilities***, yaitu apabila terdapat penambahan fasilitas penunjang seperi *pipeline, wells* dan penambahan lainya yang dinilai signifikan pada topside.

3. ***Increased Loading on Structure***, penilaian dilakukan apabila terdapat penambahan kombinasi beban lingkungan pada struktur yang berbeda dari perancangan awal.

4. ***Inadequate Deck Height***, penilaian dilakukan apabila deck tidak dapat mengakomodasi ketinggian gelombang yang mengenai struktur.

5. ***Damage found during inspections***, yaitu apabila terdapat sistem atau fasilitas ditemukan saat inspeksi adanya risiko bahaya atas kegagalan sistem tersebut.

6. ***Definition of Significant***, yaitu penurunan kumulatif pada sistem kapasitas platform yang mengakibatkan kerusakan atau kenaikan kumulatif pada sistem pembebanan platform yang mengakibatkan perubahan dari desain awal dengan mempertimbangkan menjadi *significant* jika perubahan kumulatif totalnya lebih besar daripada 10%.

2.2.3 Mekanika Kepecahan

Menurut Maddox (1999), mekanika kepecahan pada struktur berkaitan dengan adanya *crack* atau cacat yang dikenai beban secara berulang. Pendekatan mekanika kepecahan dapat dilakukan dalam analisis *fatigue* hanya apabila terdapat *crack* pada struktur. *Crack* umumnya ditemui pada sambungan las. Dalam konteks kelelahan, pendekatan mekanika kepecahan dapat mendeskripsikan nilai dari *crack* dari sebuah struktur yang dikenai beban siklik serta mendapatkan umur dan lebar retak yang dapat diterima sebelum kegagalan struktur terjadi. Mekanika kepecahan terbagi menjadi beberapa tahap yaitu *crack iniation, crack propagation* dan *final fracture*.

1. *Crack Initiation,* komponen-komponen struktur lepas pantai terbuat dari material logam yang disusun ketika proses fabrikasi. Crack Initiation atau retak awal dianggap terjadi sejak proses fabrikasi struktur berlangsung. Retak awal terjadi akibat pengerjaan, pemilihan material dan produksi material yang tidak sesuai.

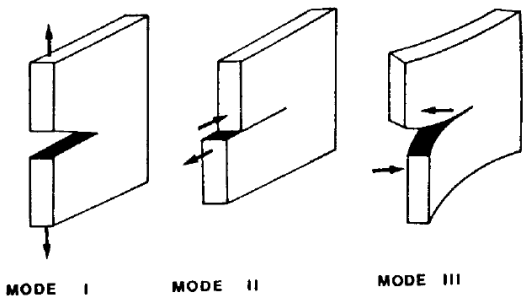
2. *Crack Propagation,* setelah retak awal terjadi akibat pembebanan siklis yang mengenai struktur, maka perambatan retak berbanding lurus dengan jumlah pembebanan. Dengan nilai perambatan retak inilah dapat ditentukan prediksi umur struktur sampai mencapai kegagalan.

3. *Final Fracture,* pada tahap ini, kegagalan terjadi akibat perambatan retak pada struktur. Retak yang terjadi berupa *brittle fracture, ductile fracture* dan kombinasi keduanya.

2.2.4 Stress Intensity Factor

Dalam melakukan analisis keretakan, *Stress Intensity Factor (SIF)* menjadi parameter yang digunakan dalam mendeskripsikan nilai tegangan yang terjadi di ujung retak. *SIF* digunakan sebagai dalam menentukan sifat dari proses kepecahan dari material struktur dan dapat digunakan untuk memprediksi umur sisa dari struktur yang mengalami *fatigue.* Broek (1988), mengemukakan bahwa distribusi tegangan didaerah *crack tip* terbagi menjadi 3 moda deformasi, ditunjukan pada **Gambar 2.2** sebagai berikut:

1. Moda 1-*Opening Mode*. Retak yang terbentuk akibat adanya tegangan normal tarik yang menyebabkan terjadinya arah perambatan tegak lurus terhadap bidang retak.
2. Moda 2-*Shear Mode.* Retak yang terbentuk akibat tegangan geser dalam yang searah dalam perambatan retak.
3. Moda 3-*Tearing Mode*. Retak yang terbentuk akibat adanya tegangan geser yang bekerja pada arah melintang dan membentuk sudut dengan arah perambatan retak.



Gambar 2. 2 Moda deformasi retak (Broek, 1988)

Menurut Rahardianto (2017), Pada keadaan real, arah perambatan retak umumnya merupakan kombinasi dari ketiga mode diatas, namum moda 1

merupakan yang paling dominan terhadap terbentuknya *initial crack.* Dalam penelitian tugas akhir ini, penulis mengasumsikan arah perambatan retak yang terjadi sesuai dengan moda 1, yaitu tegak lurus terhadap bidang retak. Tegangan-tegangan yang terjadi pada moda 1 menurut Barsom (1999), sebagai berikut:

$$\sigma_x = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} cos\frac{\theta}{2}[1 - sin\frac{\theta}{2} sin\frac{3\theta}{2}] \quad (2.1)$$

$$\sigma_y = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} cos\frac{\theta}{2}[1 + sin\frac{\theta}{2} sin\frac{3\theta}{2}] \quad (2.2)$$

$$\sigma_z = v(\sigma_x + \sigma_y) = 0 \quad (2.3)$$

$$\tau_{xy} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} sin\frac{\theta}{2} cos\frac{\theta}{2} cos\frac{3\theta}{2} \quad (2.4)$$

$$\tau_{xz} = \tau_{xy} = 0 \quad (2.5)$$

Dimana,

K_I = *Stress Intensity Factor (SIF)* untuk moda 1

$\sigma_{x,y}$ = Tegangan normal

τ_{xy} = Tegangan geser bidang x arah sumbu y

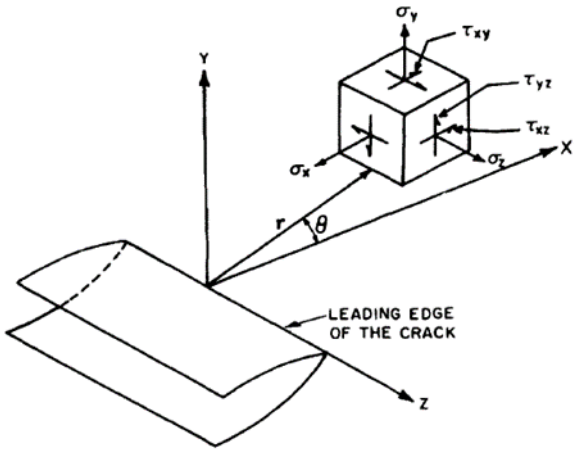
r = Jarak ujung retak *(crack tip)* yang ditinjau pada sumbu x

θ = Sudut antara *node* yang ditinjau dengan sumbu x

v = *Poisson's ratio*

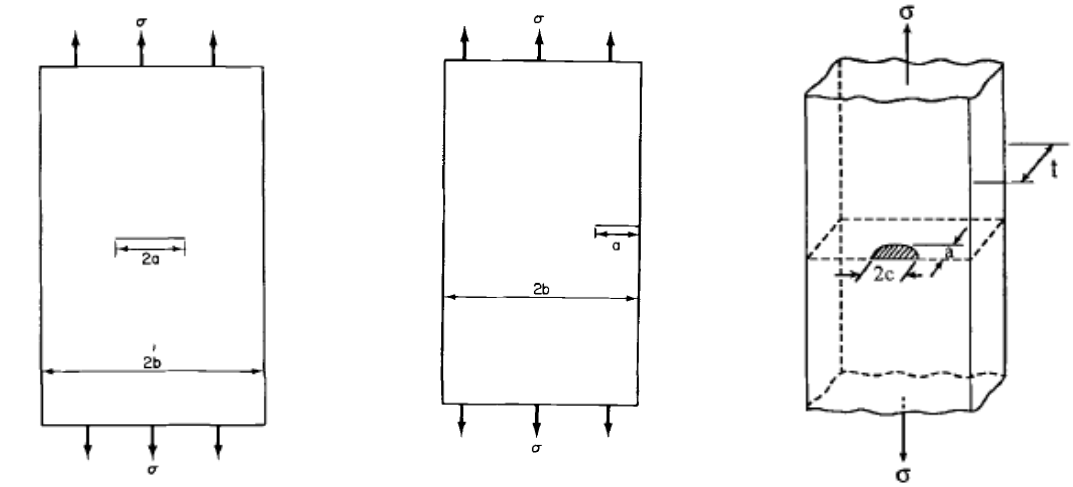
Komponen tegangan dan koordinat r dan θ ditunjukan **Gambar 2.3**. Dari persamaan diatas ditunjukan bahwa medan tegangan di ujung retak dapat diketahui dengan mendapatkan nilai *SIF* terlebih dahulu. Harga K atau SIF ini bergantung kepada geometri retakan sebagai mana **Gambar 2.4**

Pada persamaan yang menjelaskan distribusi tegangan pada daerah sekitar ujung retak, didapatkan hubungan antar SIF, tegangan (σ) dan kedalaman retak (a) dengan melihat konfigurasi *crack* yang berbeda seperti **Gambar 2.4**



Gambar 2. 3 Koordinat dan komponen tegangan pada ujung retak

Pada persamaan yang menjelaskan distribusi tegangan pada daerah sekitar ujung retak, didapatkan hubungan antar SIF, tegangan (σ) dan kedalaman retak (a) dengan melihat konfigurasi *crack* yang berbeda seperti **Gambar 2.4**



(A) *Through Thickness Crack* (B) *Edge Crack* (C) *Surface Crack*

Gambar 2. 4 Variasi geometri crack (Barson et al, 1999)

Dengan persamaan *stress intensity factor* sebagai berikut:

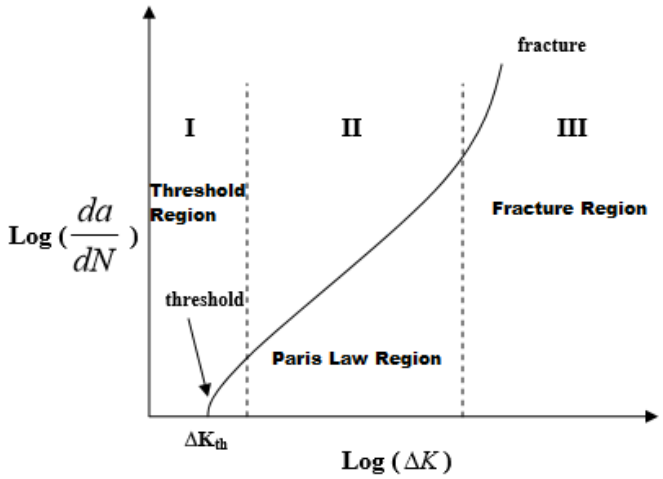
$$K_{IA} = \sigma\sqrt{\pi a}\left(\frac{2b}{\pi a}tan\frac{\pi a}{2b}\right)^{0,5} \quad (2.6)$$

$$K_{IB} = 1{,}12\sigma\sqrt{\pi a.k}\left(\frac{a}{b}\right) \quad (2.7)$$

$$K_{IC} = 1{,}12\sigma\sqrt{\pi\frac{a}{Q}}.M_k` \quad (2.8)$$

2.2.5 Perambatan Retak

Pembentukan *initial crack* yang diikuti oleh perambatan akibat tegangan geser selanjutnya akan merambat, didominasi dengan adanya tegangan tarik *(macro crack growth stage)* sampai penampang komponen tidak lagi dapat mendukung tegangan kerja hingga terjadi *final fracture.* **Gambar 2.5** merepresentasikan tahapan dari tahapan perambatan retak dengan menunjukkan kurva log da/dN terhadap ΔK yang menggambarkan sifat perambatan *crack.*



Gambar 2. 5 Fatigue crack propagation behaviour (Paris dan Erdogan,1960)

a. Lukas (1972), Untuk region I pada saat *threshold* adalah sebagai berikut:

$$\frac{da}{dN} = C(\Delta K^m - \Delta K_{th}^m) \quad (2.9)$$

b. Sedangkan untuk region II dapat diberikan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{da}{dN} = C(\Delta K^m) \quad (2.10)$$

c. Harga da/dN antara region I, II dan 3 apabila rasio tengangan min/max diperhitungkan sebagai berikut:

$$\frac{da}{dN} = \frac{\Delta K^m}{4\pi\sigma\gamma}\left\{\frac{\Delta K-(\Delta K+h)(1-R)}{(1-R)K_c-\Delta K}\right\}^{0,5} \quad (2.11)$$

Dengan:

$\frac{da}{dN}$ = Kecepatan perambatan retak

ΔK = *Range* faktor intensitas tegangan

K = Harga kritis K

R = Rasio tegangan (*Min/Max*)

C dan m = Konstanta material

2.2.6 Perhitungan Perambatan Retak

Analisis umur kelelahan dengan pendekatan metode *fracture mechanics* didapatkan dari mengintegralkan hukum *paris-erdogan* tentang perambatan retak sebagai berikut:

$$N = \int_{a0}^{af} \frac{da}{C(\Delta K)^m} \quad (2.12)$$

Dengan:

$a0$ = Panjang retak awal *(initial crack)*

af = Panjang retak akhir *(final crack)*

N = Jumlah siklus

ΔK = Perubahan *Stress Intensity Factor*

C dan m = Konstanta material

2.2.7 Pemodelan Menggunakan Metode Elemen Hingga

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*. Metode ini digunakan oleh beberapa *software* untuk melakukan permodelan, salah satunya *ANSYS*. Dengan menggunakan *software* tersebut analisis lokal dapat dilakukan dengan melakukan permodelan geometri tertentu, pemberian beban, dan kondisi batas. *Output* dari analisis ini cukup mewakili kondisi nyata. Untuk mendapatkan *output* tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu, jenis *meshing* dan elemen yang digunakan. Semakin detail kedua faktor tersebut , maka hasil yang diperoleh semakin mendekati kenyataan.

2.2.8 *Risk Based Inspection*

Risk Based Inspection merupakan salah satu metode dalam menganalisis risiko pada suatu struktur. *Risk Based Inspection* bertujuan untuk mengidentifikasi *equipment* atau bagian struktur yang perlu dilakukan inspeksi ataupun tidak diperlukan berdasarkan level risiko yang bisa diterima terkait kondisi terkini *equipment*. *RBI* mempunyai keuntungan yaitu dapat memfokuskan inspeksi atau mitigasi kepada bagian-bagian yang mempunyai risiko tinggi sehingga lebih efektif

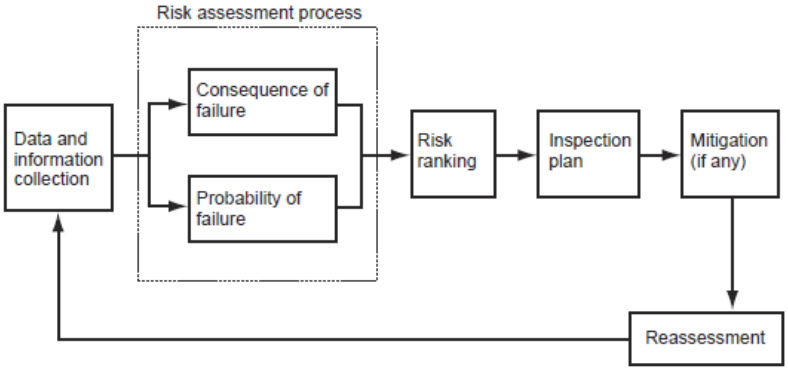
dari segi keekonomisan biaya serta dapat digunakan untuk membuat interval inspeksi yang tepat. Dalam melakukan RBI, terbagi menjadi 3 pendekatakn dalam menganalisis risiko merujuk kepada API 580 (2002), yaitu:

1. ***Qualitative approach***, pendekatan ini memasukan data-data yang dibutuhkan berdasarkan informasi deskriptif yang didaptkan umumnya dari *expert judgment* sebagai basis data pada analisis *probability* dan *consequence of failure*. Hasil yang didaptkan umumnya berupa penilaian *qualitative* seperti *high*, *medium* ataupun *low*. Akurasi dalam pendekatan ini tergantung pengalaman dan latar belakang para *expert*.

2. ***Quantitative approach***, pendekatan ini menggunakan *logic model* dalam menggambarkan kombinasi dari kejadian dalam beberapa kecelakaan dan efek dari kecelakaan yang terjadi untuk mendapatkan probabilitas dalam menunjang kekuantitatifan *risk level* dan mengidentifikasikan karakteristik dari sistem. *Logic model* dalam hal ini menggunakan *event tree* dan *fault tree analysis*.

3. ***Semi-Quantitave approach***, pendekatan semi kuantitatif menggabungkan kedua pendekatan sebelumnya yaitu kuantitatif dan kualitatif. Umumnya data yang dipergunakan adalah data kuantitatif namun dengan detil yang tidak sebanyak pendekatan kuantitatif sendiri. Penilaian *expert* dipertimbangkan dalam pendekatan ini misal dalam menentukan *consequence of failure*. Dalam tugas akhir ini, penulis menggunakan pendekatan *semi quantitative* dengan memakai metode *Monte-Carlo* untuk mendapatkan nilai *PoF*.

Dalam melakukan analisis *RBI* terdapat *flowchart* prosedur dalam pengerjaannya seperti **Gambar 2.6** berikut:



Gambar 2. 6 Flowchart pengerjaan analisis RBI (API RP 580)

2.2.9 Moda Kegagalan

Penentuan moda kegagalan merupakan unsur penting dalam analisis keandalan suatu struktur. Pada penelitian tugas akhir ini, moda kegagalan yang terjadi adalah umur struktur akibat *crack* yang terjadi pada kaki *jacket platform*. Jadi struktur dapat dikatakan gagal apabila ukuran *crack* yang terjadi pada struktur lebih besar dari pada batas ukuran *crack* yang dapat diterima struktur Persamaan dari moda kegagalan mengacu kepada *DNV: Guideline for Offshore Structural Reliability Analysis* sebagai berikut:

$$MK = B - K \tag{2.13}$$

Dimana:

B = Variabel Beban

K = Variabel Kekuatan

Dari persamaan diatas apabila menyesuaikan dengan permasalahan dalam moda kegagalan berbasis kegagalan, maka persamaan menjadi seperti berikut

$$Pf = Pr[g(x)] < 0, \text{ dengan } g(x) = a_{cr} - a \tag{2.14}$$

Dimana:

a_{cr} = ukuran retak kritis pada struktur

a = ukuran retak yang terjadi pada struktur

2.2.10 *Monte-Carlo*

Menurut Rosyid (2007), Unsur pokok yang diperlukan dalam simulasi *Monte-Carlo* sebenarnya adalah sebuah *random number generator*. Hal ini karena, secara teknis, prinsip dasar simulasi *Monte-Carlo* ialah sampling numerik menggunakan bantuan *RNG*, Simulasi *Monte-Carlo* mensyaratkan bahwa distribusi peluang dari perubah acak yang terlibat dalam sistem telah diketahui dapat diasumsikan. Sampel yang telah diambil tersebut dipakai sebagai masukan kedalam persamaan fungsi kinerja FK(X), dan harga FK(X) kemudian dihitung. Untuk suatu fungsi kinerja tertentu, misalnya, setiap kali FK(X) < 0, maka sistem yang ditinjau dianggap gagal. Jika jumlah sampel tersebut adalah N, maka dapat dicatat kejadian FK(X) < 0 sejumlah 0 kali. Dengan demikian, peluang kegagalan sistem yang sedang ditinjau adalah rasio antara jumlah kejadian gagal dengan jumlah sampel atau replikasi, P_g=n/N.

2.2.11 Analisa Risiko

Risiko didefinisikan sebagai fungsi peluang kegagalan dan fungsi konsekuensi. Rosyid (2007), telah memformulasikan risiko sebagai berikut:

$$Risiko = Pof.Cof \quad (2.15)$$

Dimana:

Pof = *Probability of Failure* yang didapatkan dari simulasi *Monte-Carlo*

Cof = *Consequency of Failure*

Analisis risiko adalah kemampuan menganalisis dan memperoleh satu kemungkan dari sebuah efek merugikan yang ditimbulkan dari sebuah agen Dalam menganalisa risiko, menurut Rahardianto (2017), terdapat beberapa unsur yang sangat penting untung dipertimbangkan, yaitu:

1. Identifikasi bahaya, bahaya adalah suatu keadaan yang bersifat kualitatif dan mempunyai pengaruh terhadap frekuensi kemungkinan terjadinya kerugian ataupun besarnya dari jumlah kerugian yang mungkin terjadi.
2. Perkiraan peluang kegagalan, setelah bahaya pada sistim telah diidentifikasikan, langkah berikutnya melakukakan perkiraan kegagalan., maka persamaan frekuensi kejadianya menurut Rosyid (2017), sebagai berikut, dan digambarkan pada **Tabel 2.1** :

$$Pof = n/Nk \quad (2.16)$$

Dimana:

Pof = Peluang gagal dari seluruh kejadian

Nk = Jumlah seluruh kejadian

n = Jumlah kejadian gagal

Tabel 2. 1 Peluang kegagalan (DNV G101)

Pof Rank.	***Annual Failure Probability***		***Description***
	Quantitative	***Qualitative***	
5	*$>10^{-2}$*	*Failure Expected*	*1. In a small population*, one or more failures can be expected annually.*
			2. Failure has occurred several times a year in location.
4	*$>10^{-3}$ to 10^{-2}*	*High*	*1. In a large population**, one or more failures can be expected annually.*

Pof Rank.	Annual Failure Probability		Description
	Quantitative	Qualitative	
3	10^{-4} to 10^{-3}	Medium	1. Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a small number of components.
			2. Failure has occurred in operating company.
2	10^{-5} to 10^{-4}	Low	1. Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a large number of components.
			2. Failure has occurred in industry.
1	$<10^{-5}$	Negligible	1. Failure is not expected.
			2. Failure has not occurred in industry
Notes: Small population* : 20 to 50 components Large population* : More than 50 components			

3. Dalam melakukan perkiraan, konsekuensi dapat diidentifikasi dengan cara melakukan perhitungan analisis. Dalam melihat perkiraan konsekuensi juga harus merujuk kepada standar resmi yang diakui misal DNV dan sebagainya seperti **Tabel 2.2**

Tabel 2. 2 Penentuan Konsekuensi Risiko (DNV G101)

CoF Types						
	Safety	No injury	Minor Injury Absence < 2 days	Major Injury Absence > 2 days	Single Fatality	Multiple Fatalities
	Environment	No Pollution	Minor local effect, can be cleaned up easily	Significant local effect, will take more 1 week to remove	Pollution has significant effect to surrounding ecosystem	Pollution that can cause massive and irreparable damage to ecosystem
	Business	No downtime or asset damage	<€10.000 damage or downtime < one shift	<€100.000 damage or downtime < 4 shifts	<€1.000.000 damage or downtime < 1 month	<€10.000.000 damage or downtime one year
CoF Ranking		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

Evaluasi risiko, evaluasi dilakukan menggunakan matriks risiko.Kotak pada matriks menggambarkan kombinasi peluang dan konsekuensi, lalu dapat ditentukan prioritasnya seperti **Tabel 2.3** dan menentukan interval inspeksi seperti **Tabel 2.4** yang merujuk kepada DNV RP G101:

Tabel 2. 3 Matriks Risiko (DNV G101)

Pof Rank.	***PoF Description***	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
5	*In a small population*, one or more failures can be expected annualy.* *Failure has occurred several times a year in location.*	***Yellow***	***Red***	***Red***	***Red***	***Red***
4	*In a large population**, one or more failures can be expected annually.* *Failure has occurred several times a year in operating company.*	***Yellow***	***Yellow***	***Red***	***Red***	***Red***
3	*Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a small number of components.* *Failure has occurred in operating company.*	***Green***	***Yellow***	***Yellow***	***Red***	***Red***
2	*Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a large number of components.* *Failure has occurred in industry.*	***Green***	***Green***	***Yellow***	***Yellow***	***Red***
1	*Failure is not expected.* *Failure has not occurred in industry*	***Green***	***Green***	***Green***	***Yellow***	***Yellow***
CoF Types	***Safety***	*No injury*	*Minor Injury Absence < 2 days*	*Major Injury Absence > 2 days*	*Single Fatality*	*Multiple Fatalities*
	Environment	*No Pollution*	*Minor local effect, can be cleaned up easily*	*Significant local effect, will take more 1 week to remove*	*Pollution has significant effect to surrounding ecosystem*	*Pollution that can cause massive and irreperable damage to ecosystem*
	Business	*No downtime or asset damage*	*<€10.000 damage or downtime < one shift*	*<€100.000 damage or downtime < 4 shifts*	*<€1.000.000 damage or downtime < 1 month*	*<€10.000.000 damage or downtime one year*
CoF Ranking		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

Setelah membuat tabel pemetaan risiko pada **Tabel 2.3**, dapat ditentukan interval waktu inspeksi berdasarkan **Tabel 2.4** seperti berikut:

Tabel 2. 4 Penentuan Interval Waktu Inspeksi (DNV G101)

Pof Rank.	***PoF Description***	**Time to Inspect (years)**				
5	*In a small population*, one or more failures can be expected annualy.* *Failure has occurred several times a year in location.*	***Corrective Maintenance***	**4**	**2**	**1**	**1**
4	*In a large population**, one or more failures can be expected annually.* *Failure has occurred several times a year in operating company.*	***Corrective Maintenance***	**4**	**2**	**1**	**1**
3	*Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a small number of components.* *Failure has occurred in operating company.*	***Corrective Maintenance***	***Corrective Maintenance***	**4**	**2**	**2**
2	*Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a large number of components.* *Failure has occurred in industry.*	***Corrective Maintenance***	***Corrective Maintenance***	**8**	**4**	**4**
1	*Failure is not expected.* *Failure has not occurred in industry*	***Corrective Maintenance***	***Corrective Maintenance***	**8**	**8**	**8**
CoF Types	***Safety***	*No injury*	*Minor Injury Absence < 2 days*	*Major Injury Absence > 2 days*	*Single Fatality*	*Multiple Fatalities*
	Environment	*No Pollution*	*Minor local effect, can be cleaned up easily*	*Significant local effect, will take more 1 week to remove*	*Pollution has significant effect to surrounding ecosystem*	*Pollution that can cause massive and irreperable damage to ecosystem*
	Business	*No downtime or asset damage*	*<€10.000 damage or downtime < one shift*	*<€100.000 damage or downtime < 4 shifts*	*<€1.000.000 damage or downtime < 1 month*	*<€10.000.000 damage or downtime one year*
CoF Ranking		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**

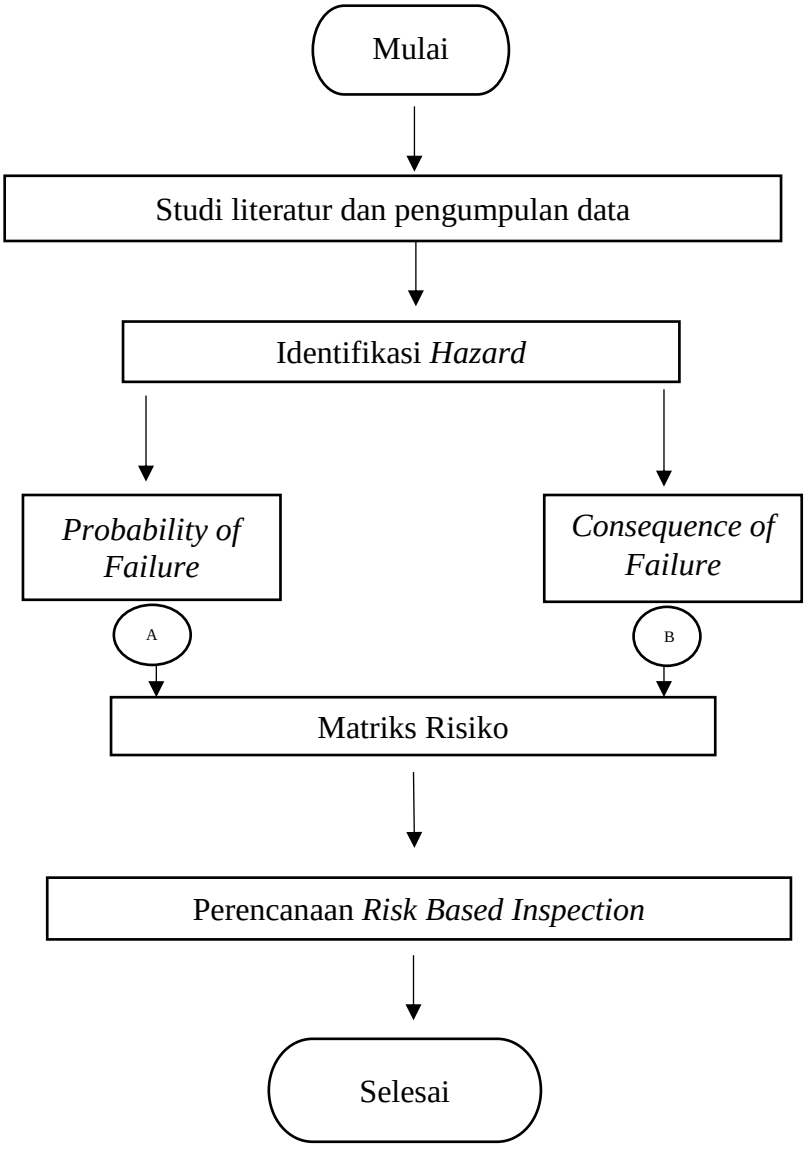
[Halaman Sengaja Dikosongkan]

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

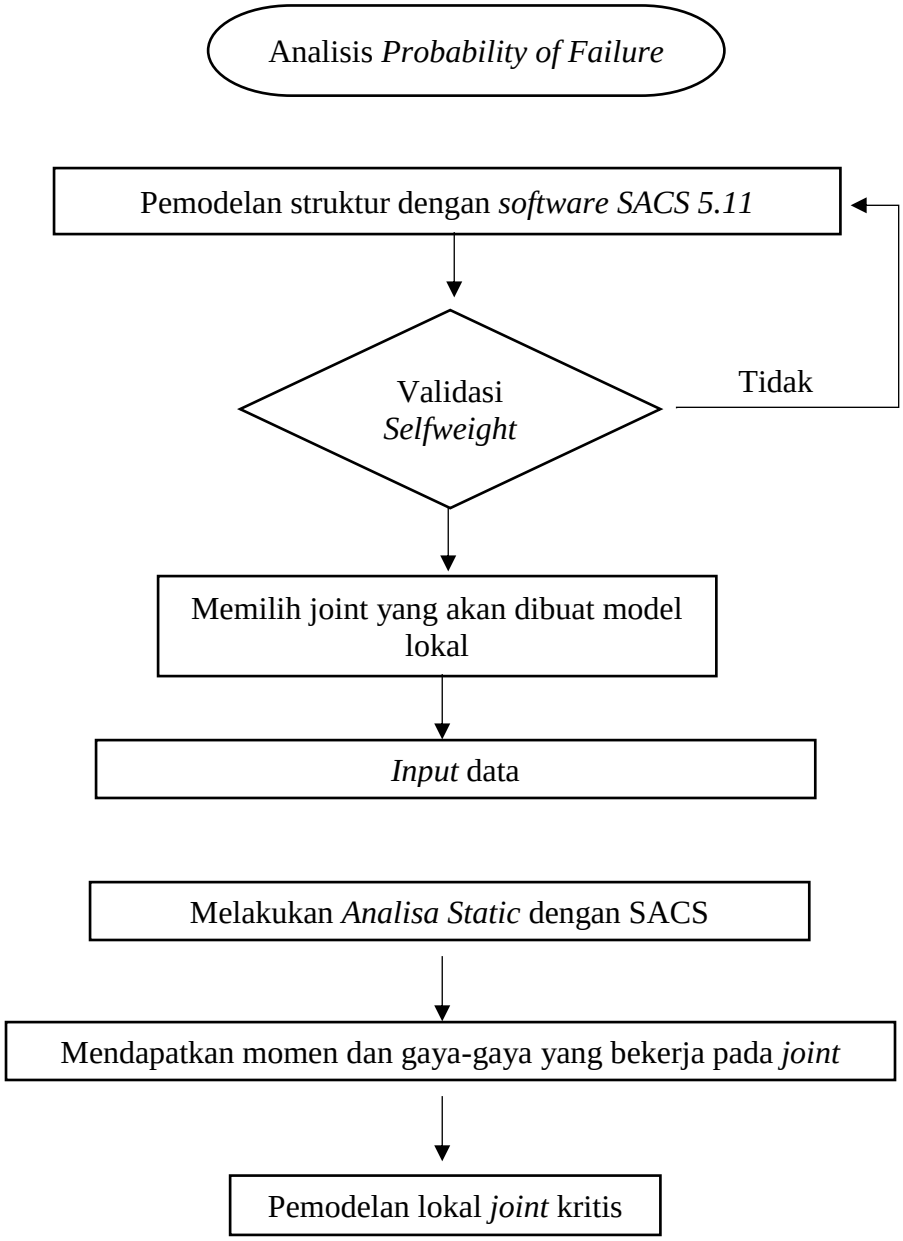
3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun prosedur pengerjaan tugas akhir ini digambarkan melalui diagram alir seperti **Gambar 3.1**:



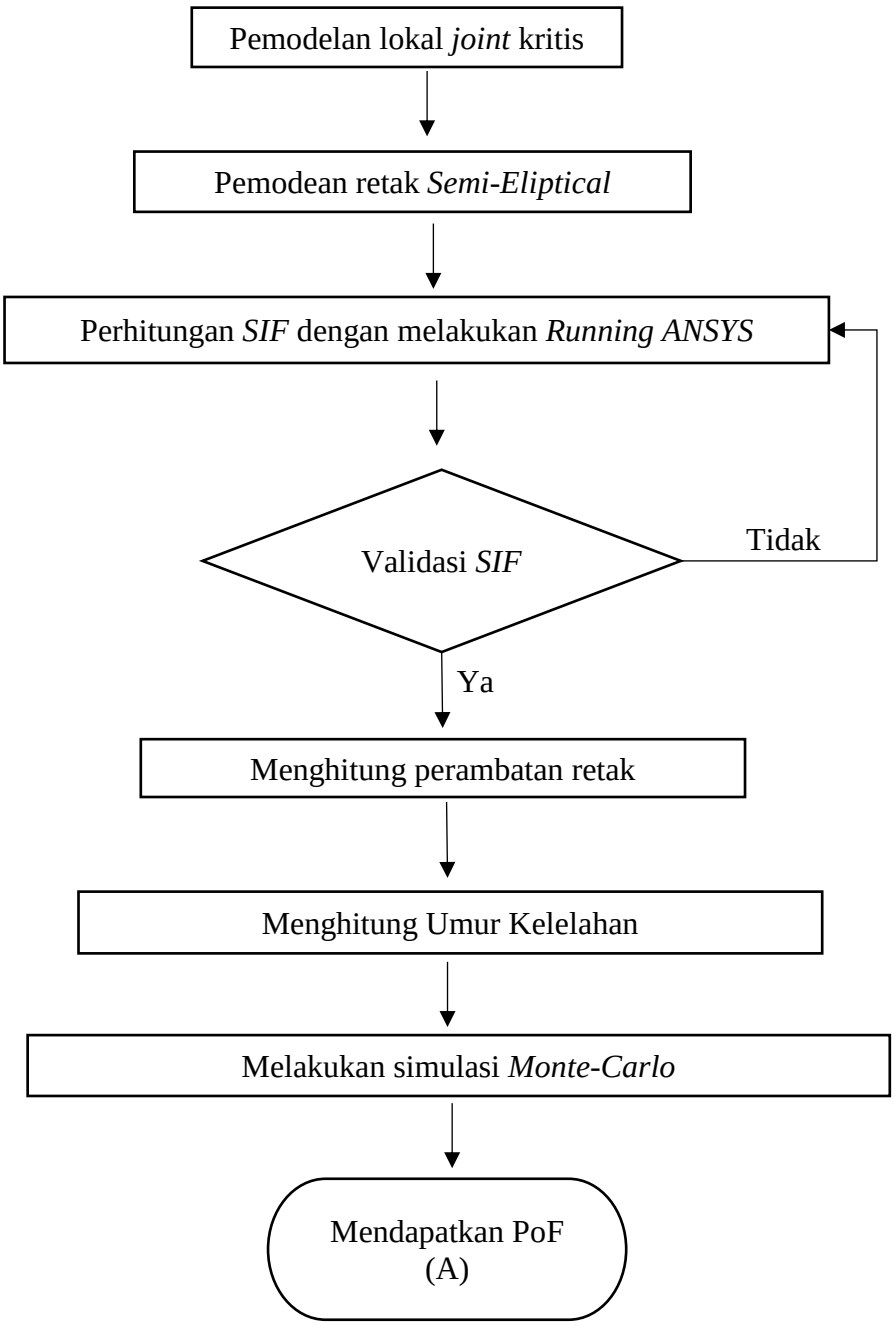
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Untuk mendapatkan nilai *Probability of Failure*, dilakukan sebagai **Gambar 3.2**:



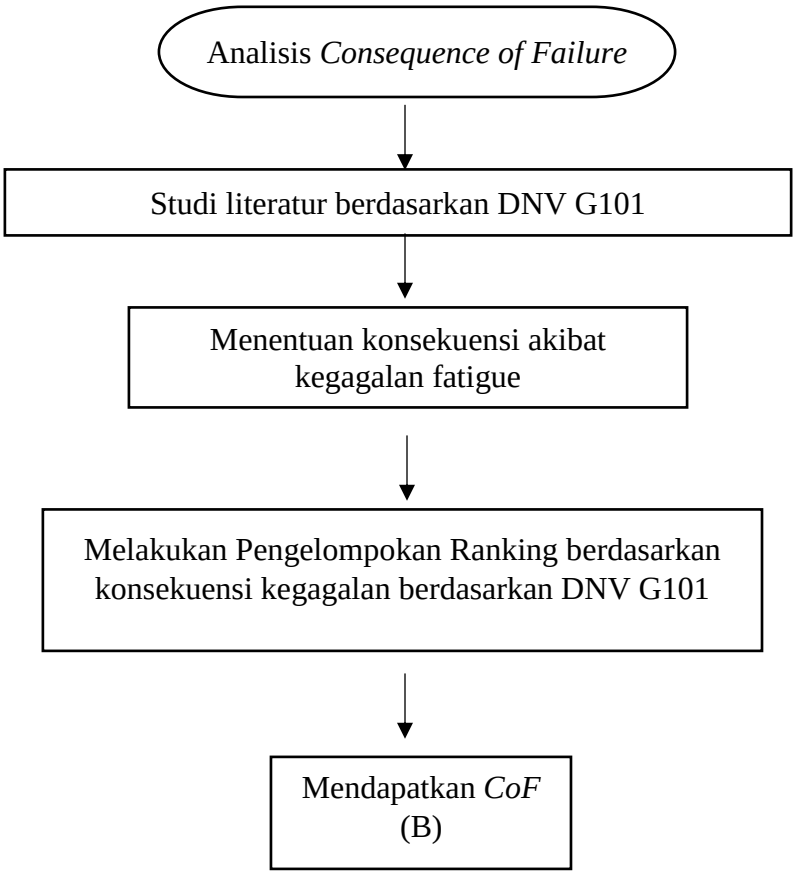
Gambar 3. 2 Diagram alir pengerjaan Probability of Failure

Setelah mendapatkan letak joint kritis yang akan dianalisis lebih lanjut, dilakukan prosedur seperti **Gambar 3.2** hingga mendapatkan nilai *PoF*



Gambar 3. 2 Diagram alir pengerjaan Probability of Failure (Lanjutan)

Untuk menentukan *Consequence of Failure*, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, diagram alir dapat dilihat pada **Gambar 3.3**



Gambar 3. 3 Diagram alir pengerjaan Consequence of Failure

3.2 Deskripsi Diagram Alir Penelitian

Berikut penjelasan deskriptif diagram alir **Gambar 3.1:**

1. **Studi Literatur**, studi dan pengumpulan literatur sebagai bahan – bahan referensi dan sumber teori – teori yang berkaitan dan diperlukan dalam penyelesaian tugas akhir kali ini.

2. **Pengumpulan data**, pengumpulan data yang diperlukan adalah data struktur, data lingkungan dan data pembebanan pada struktur *XMA Platform.*

3. **Identifikasi *Hazard***, melakukan identifikasi *hazard* yang berpotensi terjadi pada struktur kaki *jacket* untuk dianalisis secara mendetail dengan *Preliminary Hazard Analysis*

4. **Menentukan *Consequence of Failure***, mengidentifikasi konsekuensi berdasarkan tingkat keparahan merujuk kepada *standart* DNV.

5. **Menentukan *Probability of Failure***, mengidentifikasi *probability* dari kegagalan yang terjadi pada struktur berdasarkan simulasi *Monte-Carlo.*

6. **Membuat *risk* matriks**, dalam menentukan risiko kita harus menentukan konsekuesi terlebih dahulu. Risiko merupakan perkalian antar peluang kegagalan dan konsekuensi. Hasil perkalian ini ditunjukan dalam bentuk matriks.

7. **Menentukan interval inspeksi**, dalam penerapan *RBI*, setelah matriks risiko dibuat, ditentukan interval inspeksi untuk penerapan *RBI* dengan mengacu kepada DNV RP-G101.

3.3 Deskripsi Diagram Alir *Probability of Failure*

Deskripsi Flowchart **Gambar 3.1** hanya menggambarkan secara general pengerjaan tugas akhir ini dalam mencari *probability of failure*. Maka penjelasan lebih detil sebagai berikut seperti **Gambar 3.2** diatas:

1. **Pemodelan struktur dengan *SACS 11.2***, pemodelan *XMA Platform* dengan menggunakan data yang ada.

2. ***Validasi selfweight***, memastikan bahwa pemodelan struktur telah sesuai dan sama dengan keadaan struktur yang sebenarnya

3. ***Inplace Static Analysis*** merupakan suatu analisa yang dilakukan untuk memastikan dan menentukan kondisi dari setiap joint(chord dan brace) pada setiap pembebanan yang diterima dilokasi struktur tersebut diinstal.

4. **Mendapatkan momen dan gaya yang bekerja pada joint**, setelah melakukan *Inplace Static Anaylsis*, didapatkan gaya-gaya yang bekerja pada joint pada semua sumbu X, Y dan Z.

5. **Pemodelan lokal *joint***, joint yang diidentifikasi pemodelan dilakukan dan diberikan input pembebanan dengan *software ANSYS 16.*

6. **Perhitungan *initial crack***, *intial crack* pada sambungan kritis dilakukan dengan mengasumsikan retak menggunakan code DNV RP C203 sebesar 0.5 mm.

7. **Menghitung perambatan retak**, menghitung besarnya nilai perambatan retak pada sambungan dengan menggunakan diagram Paris (Hukum Paris-Erdogan) untuk mengetahui kecepatan perambatan setiap siklisnya.

8. **Validasi *SIF***, Verifikasi untuk perbandingan hasil perhitungan secara manual dengan hasil pemodelan dengan bantuan *software ANSYS*.

9. **Menghitung umur kelelahan**, melakukan perhitungan umur kelelahan sebagai akibat adanya retak dengan laju perambatan sehingga dapat dibandingkan dengan umur rencana.

10. **Melakukan simulasi *Monte-Carlo***, ketika suatu sistem yang sedang dipelajari mengandung variabel atau parameter yang memiliki nilai random, atau mengandung perubah acak maka metode simulasi *Monte-Carlo* dapat digunakan untuk memecahkan persoalaan ini (Irfan, 2011). Metode ini digunakan untuk mendapatkan nilai *probability of failure.*

3.4 Deskripsi Diagram Alir *Consequence of Failure*

Untuk menentukan *Consequence of Failure*, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, Berikut penjelasan **Gambar 3.3**

1. Mengidentifikasi konsekuensi berdasarkan tingkat keparahan merujuk kepada *standart* DNV RP G101*" Risk Based Inspection of Offshore Topsides Static Mechanical Equipment".* Peninjauan konsekuensi merujuk terhadap beberapa 3 aspek, yaitu;

a. Safety
b. Lingkungan
c. Bisnis

2. Melakukan perangkingan setelah konsekuensi akibat kegagalan fatigue dengan melihat tabel ranking pada DNV G101.

BAB 4
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Dalam tugas akhir ini, penulis mendapatkan data struktur *XMA Platform* milik Pertamina EP. Data diperoleh dari laporan "Jasa *Engineering FEED Offshore* PT Pertamina EP dari PT Synergy Engineering.

4.1.1 Deskripsi Umum *Platform*

Adapun deskripsi umum *platform* tertera pada **Tabel 4.1**, sebagai berikut:

Tabel 4. 1 XMA Platform Description

Description	***Remarks***
Water Depth	*90,33 ft (from MSL)*
No. of Jacket Legs	*4*
No. of Piles	*4*
Jacket Leg Diameter	*42 in*
Pile Diameter	*36 in*
Deck Leg Diameter	*36 in*
Jacket Elevation	*Jacket Walkway EL. (+) 9'-8"* *Jacket Plan EL. (-) 22'-4"* *Jacket Plan EL. (-) 60'-4"* *Jacket Plan EL. (-) 90'-4"*
No. of Crane	1
Boat Landing	1

4.1.2 *Properties Platform*

Properties platform tertera pada **Tabel 4.2** dan **Tabel 4.3** sebagai berikut:

Tabel 4. 2 General Properties XMA Platform

No	***Location***	***Properties***
	Topside	
1	*Helideck-Primary Beam*	W16x40
2	*Helideck-Secondary Beam*	L5x5x1/4
3	*Main Deck-Primary Beam*	W36 x 260
4	*Main Deck-Secondary Beam*	W18 x 35
5	*Cellar Deck-Primary Beam*	W36 x 230
6	*Cellar Deck-Secondary Beam*	W18 x 35
7	*Subcellar Deck-Primary Beam*	W12 x 72
8	*Subcellar Deck-Secondary Beam*	W12 x 26
9	*Helideck Leg*	10,75" x 0,365" W.T
10	*Helideck Bracing*	6,625" x 0,280" W.T

No	Location	Properties
Topside		
11	*Deck Leg*	36,00” x 1,500” W.T
12	*Deck Bracing*	16,00” x 0,750” W.T
Substructure		
13	*Jacket Walkway at El. (+) 9.67 ft*	42,00” x 1,375” W.T
14	*Jacket Plan EL. (-) 22.33 ft*	42,00” x 1,375” W.T
15	*Jacket Plan EL. (-) 60.33 ft*	42,00” x 1,5” W.T
16	*Jacket Plan EL. (-) 90.33 ft*	42,00” x 1,5” W.T
Pile		
17	*Pile Above Mudline*	36,00” x 1,500” W.T
18	*Pile Below Mudline*	36,00” x 1,500” W.T

Tabel 4. 3 Structural Steel Specification

Designation	*Specification*	*Yield Stress (ksi)*
Beam and Plate	ASTM A36	36
All Tubular < 16” OD	ASTM A53 Grade B	35
All Tubular > 16” OD	ASTM A 36	36
Name	*Symbol*	*Value*
Young Modulus	E	29000 ksi
Shear Modulus	G	11600 ksi

4.1.3 Data Lingkungan

Data lingkungan didapatkan dari laporan Jasa *Engineering FEED Offshore* PT Pertamina EP dari PT Synergy Engineering seperti tertera pada **Tabel 4.4 dan Tabel 4.5**;

Tabel 4. 4 Enviromental Wave and Current Data

Condition	***Maximum Wave***		***Current Speed***		***Water depth (ft)***
	Wave Height (ft)	***Period (s)***	***% of Water depth (From Surface)***	***Velocity (ft/s)***	
1 year operating	14,83	7,3	*0 (surface)*	2,07	Max= 94,85 Min= 86,46
			100 (mudline)	0	
100 years storm	20,87	8,4	*0 (surface)*	2,56	Max= 95,57 Min= 86,46
			100 (mudline)	0	

Tabel 4. 5 Enviromental Speed Data

Condition	*Wind Speed (ft/s)*	
	1 hour average	*1 min average*
1-year Operating	42,19	48,78
100-years Storm	56,13	65,94

4.1.4 *Marine Growth*

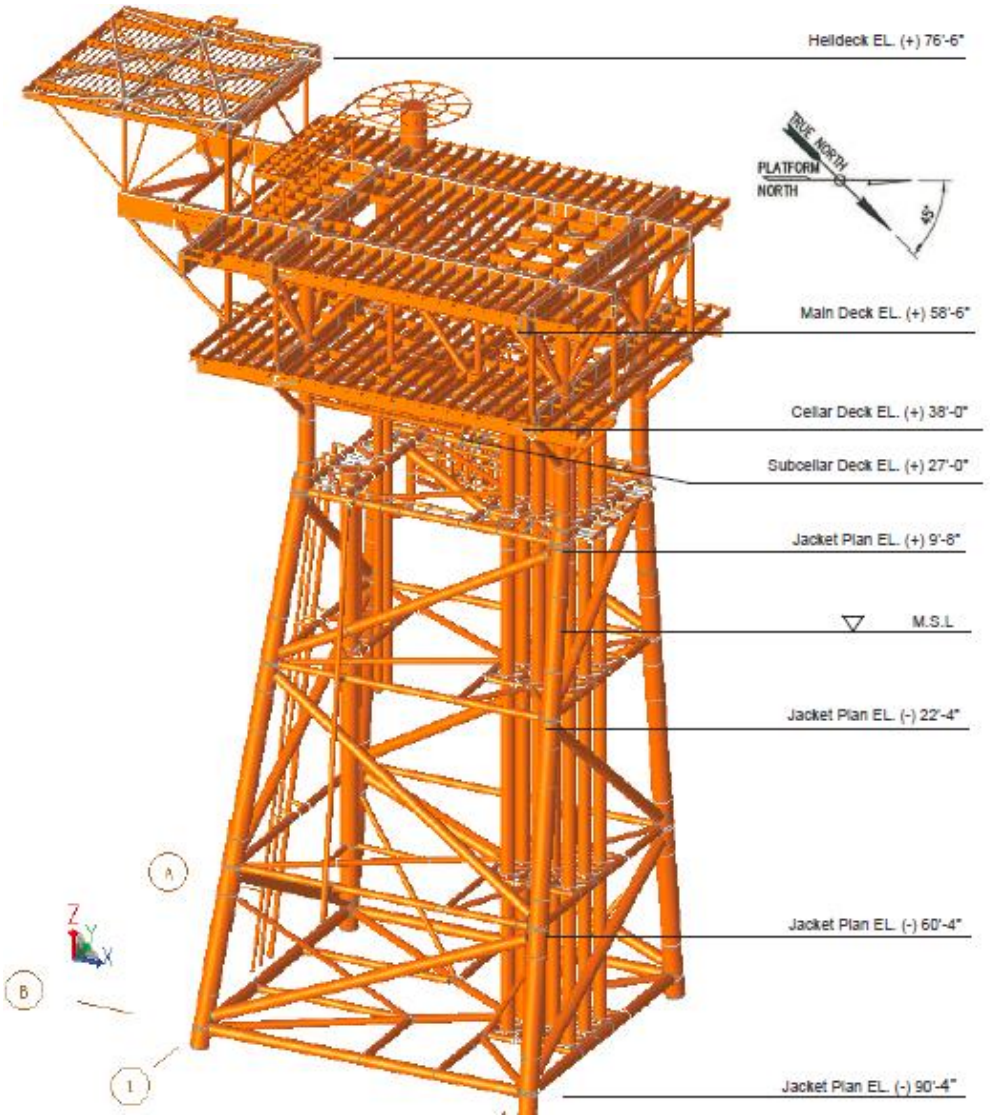
Pada pemodelan *platform* pada software SACS 11.2, dimasukan nilai *marine growth* sesuai dengan hasil inspeksi yang tertera pada laporan Jasa *Engineering FEED Offshore* PT Pertamina EP dari PT Synergy Engineering. Adapun ketebalan *marine growth* ditunjukan pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4. 6 Marine Growth Thickness

From Elevation (ft)	*To Elevation (ft)*	*Marine Growth Thickness (in)*
MSL	(-) 18,33	0,86
(-) 18,33	(-) 30,33	0,81
(-) 30,33	(-) 45,33	1,16
(-) 45,33	(-) 60,33	1,16
(-) 60,33	(-) 75,33	0,89
(-) 75,33	Mudline	0,69

4.1.5 Gambar Isometrik 3D *XMA Platform*

Berikut ditunjukan pada **Gambar 4.1,** tampak isometrik dari *XMA Platform* dari Laporan pengerjaan proyek dengan keterangan *water depth* pada bagian *deck* maupun kaki *jacket.*



Gambar 4. 1 Tampak Isometrik 3D XMA Platform

4.2 *Preliminary Hazard Analysis*

Preliminary Hazard Analysis menurut Vinnem (2014), merupakan salah satu teknik analisis untuk mengidentifikasi cara pencegahan pada *Hazard* yang berpotensi terjadi pada suatu struktur. *Preliminary Hazard Analysis* digunakan untuk mengevaluasi *hazard* pada saat awal merencanakan *project* atau fase *Front End Engineering*. *PHA* pada *XMA Platform* ditunjukan sebagai berikut pada **Tabel 4.7.**

Tabel 4. 7 Preliminary Hazard Analysis pada XMA Platform

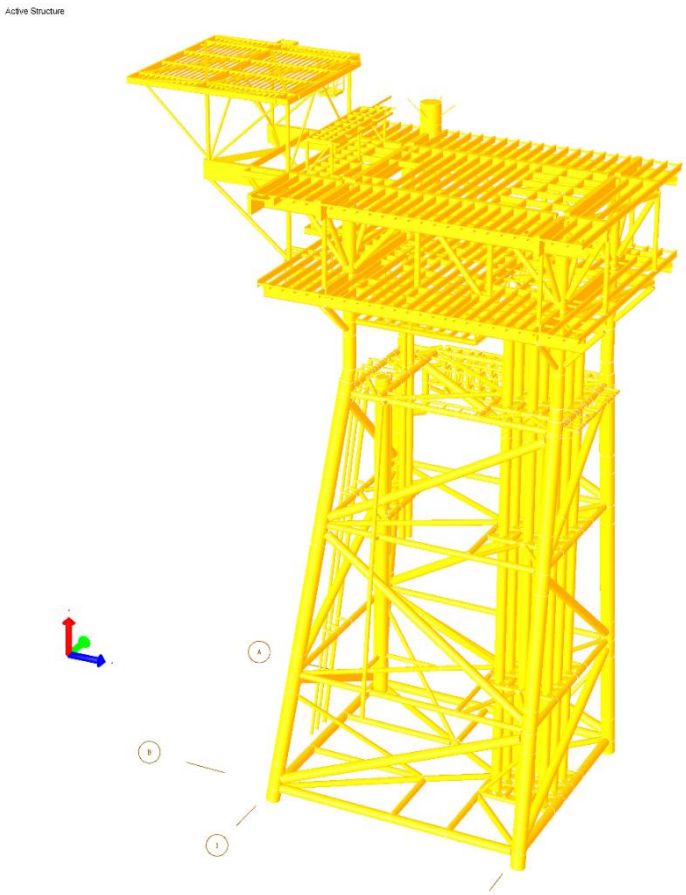
Threats and concern	***Causes***	***Consequences***	***Safeguards***	***Keterangan***
Fatigue	*Cyclic loading on structure due to wind and waves* *Crack propagation on structure*	*Potential failure and collapse to joints and structure*	*Design criteria include fatigue analysis* *Regular inspection* *Proper welded joint*	Dianalisa dalam tugas akhir
Chemical leakage	*Material failure*	*Equipment damage/ health problem*	*ESD/FSD system*	Tidak dianalisa
			Proper fitting and piping	
			Eye wash bottles	
			First aid box	
	Dropped object to environment	*Equipment damage/ health problem*	*First aid box*	
			Certified crane operator	
Riser pipeline releases	*External impact*	*Fire hazard, environmental impact, release of toxics (H_2S)*	*Riser are internal to jacket structure*	Tidak dianalisa
			ESD/ FSD and Gas detection system	
			Navigation lanterns	
			Breathing apparatus	

Threats and concern	***Causes***	***Consequences***	***Safeguards***	***Keterangan***
Well blowout	*Loss of well control*	*Fire hazard, environmental impact, release of toxics (H_2S)*	*BOP during well intervention/ drilling operation with SSV and SSSV during normal operation*	Tidak dianalisa
			Adequate space provided on the deck for modular rig operation and other associated equipment	
	External impact	*Fire hazard, environmental impact, release of toxics*	*SSSV fail close*	
Helicopter	*Pilot error*	*Crash landing on helideck potentially impact on the structure*	*Trained pilot*	Tidak dianalisa
	Extreme weather	*Crash landing on helideck potentially impact on the structure*	*Weather restriction on helicopter operation*	
Ship collision	*Drift off/ drive off*	*Impact to structure*	*Barge bumper on the boat landing side designed to handle the impact as per structural design criteria*	Tidak dianalisa
			Boat landing on the predominant downwind side of the installation	

4.3 Pemodelan Struktur *XMA Platform*

Pemodelan *XMA Platform* dalam tugas akhir ini menggunakan bantuan *software* berbasis *FEM (Finite Element Method)* SACS 11 dengan menggunakan data-data pada sub-bab sebelumnya dan laporan "Jasa *Engineering FEED Offshore*

PT Pertamina EP dari PT Synergy Engineering. Setelah dimodelkan maka penulis melakukan validasi s*elfweight* merujuk kepada selfweight dalam laporan. Berikut tampak 3D dari pemodelan *XMA Platform*, seperti **Gambar 4.2:**



Gambar 4. 2 Pemodelan XMA Platform Menggunakan SACS 11

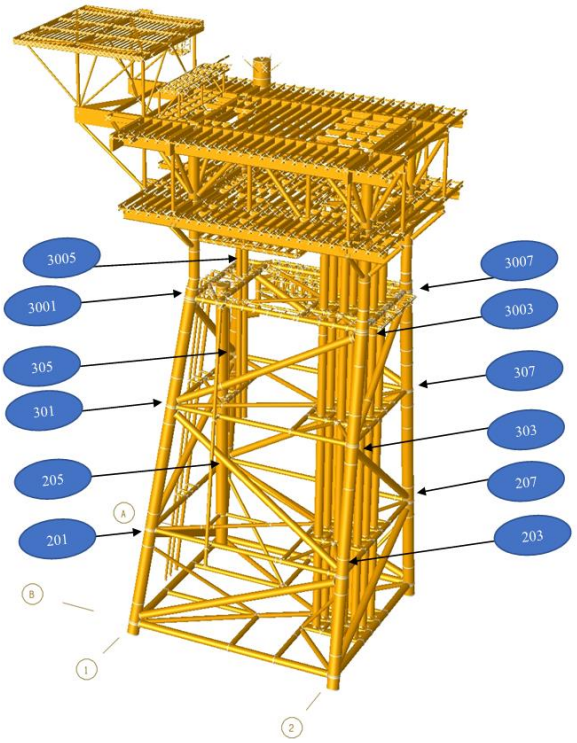
Setelah melakukan pemodelan, penulis melakukan validasi untuk melihat apakah model sudah sesuai dengan keadaan yang sebenarnya, seperti **Tabel 4.8:**

Tabel 4. 8 Validasi Selfweight Model XMA Platform

Selfweight SACS 11 (kips)	Selfweight Laporan (kips)	Koreksi (%)
2576.42	2513.11	2.46

4.4 Penentuan Joint Kritis Struktur

Untuk menentukan titik yang dibuat pemodelan lokal, penulis melakukan analisis *inplace static* dengan menggunakan bantuan *software SACS 11.2* setelah memasukan data pembebanan sesuai dengan laporan Jasa *Engineering FEED Offshore* PT Pertamina EP dari PT Synergy Engineering termasuk pemodelan tanah agar mendapatkan hasil analisis yang sesuai dengan kenyataan di lapangan. Setelah melakukan analisis statis, didapatkan titik yang memiliki U.C tertinggi pada *jacket-leg* yaitu pada joint 3007, penulis memilih titik pada sambungan *chord-brace* pada elevasi (+) 9.67 ft. dengan U.C tertinggi. Adapun hasil analisis statis ditunjukan pada **Gambar 4.3** dan **Tabel 4.9** Menurut API RP 2A dalam *reassessment existing platform*, nilai UC pada struktur >1 perlu dianalisis lokal untuk memberikan detail



Gambar 4. 3 Joint-joint Yang Ditinjau Pada Software SACS

perhitungan dan melihat apakah sudah *melebihi yield strenght* materialnya dan perlu dilakukan *maintenance*. Titik-titik pada XMA Platform mempunyai U.C dibawah 1, namun nilai UC dapat berubah dengan timbulnya *crack* pada sambungan *chord-brace* tersebut. Maka setelah melihat **Tabel 4.9,** ditentukan bahwa joint 3007 menjadi titik kritis yang akan dianalisis lebih lanjut.

Tabel 4. 9 Rangking U.C Tertinggi Pada Joint

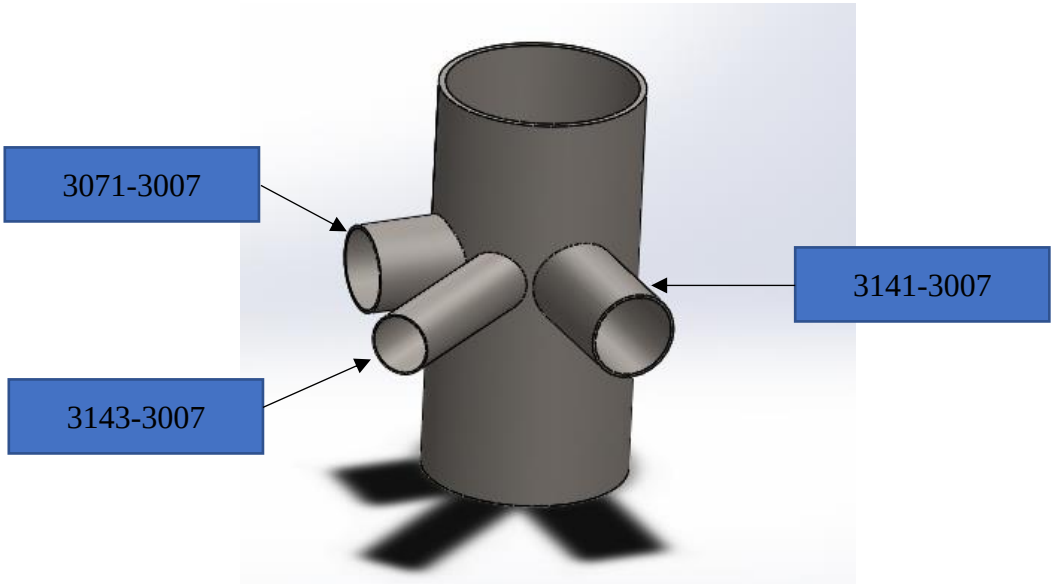
Rangking UC tertinggi pada Joint					
Rangking	JOINT	DIAMETER	THICKNESS	YLD STRENGHT	UC
1	3007	42.000	1.375	36.000	0.572
2	3001	42.000	1.375	36.000	0.470
3	3003	42.000	1.375	36.000	0.314
4	203	42.000	1.500	36.000	0.289
5	205	42.000	1.500	36.000	0.288
6	207	42.000	1.500	36.000	0.287
7	3005	42.000	1.375	36.000	0.242
8	307	42.000	1.500	36.000	0.225
9	301	42.000	1.500	36.000	0.189
10	201	42.000	1.500	36.000	0.173
11	303	42.000	1.500	36.000	0.141
12	305	42.000	1.500	36.000	0.106

4.4.1. Pemodelan Tanah

Dalam Penelitian ini, tanah dimodelkan sesuai *Report* dari *Engineering FEED Offshore* PT Pertamina EP dari PT Synergy Engineering yang telah di-*input*kan pada *software SACS.* Data *input* dapat dilihat pada **Lampiran C**

4.5 Pemodelan Titik Kritis dengan *Solidwork*

Pemodelan dilakukan untuk melakukan analsis lokal pada titik tinjau menggunakan *software ANSYS* dengan metode elemen hingga. Pemodelan dilakukan dengan *software Solidwork* yang kemudian di-*export* kedalam *software ANSYS* untuk melakukan analisis tegangan lokal seperti **Gambar 4.4.**



Gambar 4. 4 Pemodelan Member Pada Software Solidwork

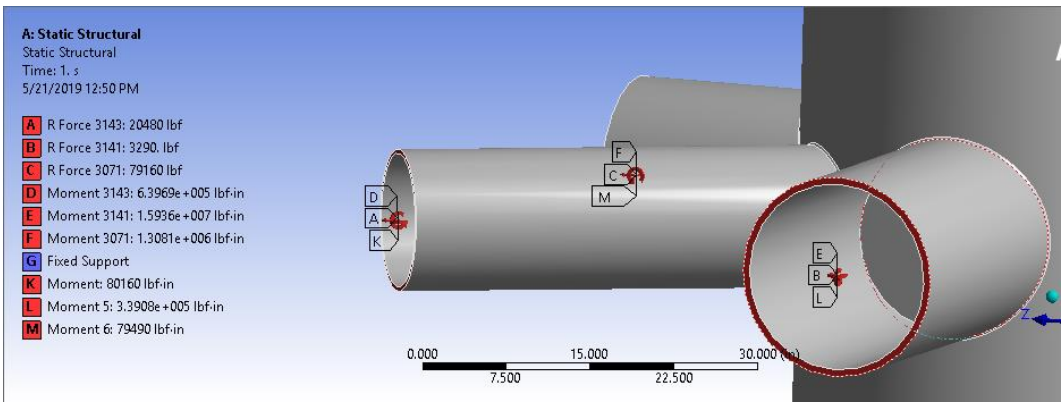
Adapun geometri pemodelan model ditunjukan pada **Tabel 4.10**

Tabel 4. 10 Geometri Pemodelan Member Pada Solidwork

Member	Thickness (in)	Outside Diameter (in)	Inside Diameter (in)	Length (ft)
3143-3007	0,375	12,750	12,375	3,191
3141-3007	0,623	18,000	17,377	1,424
3071-3007	0,625	18,000	17,375	2,250
3007-2108	1,375	42,000	40,625	6,969

4.6 Pembebanan Terhadap Model Dengan *ANSYS*

Pembebanan force dan moment didapatkan melalui hasil analisa statis pada software SACS 11 yang dilakukan pada setiap joint yang terdapat pada member-member. Pembebanan dilakukan dengan memberikan gaya dan moment pada ketinggian maksimum dan minimum yang didapatkan dari arah gelombang signifikan. Berikut hasil pembebanan member-member dalam joint 3007 pada **Gambar 4.5**, **Tabel 4.11 dan Tabel 4.12:**



Gambar 4. 5 Pembebanan Model dengan Software ANSYS

Tabel 4. 11 Pembebanan pada tiap member di Joint 3007 (max depth)

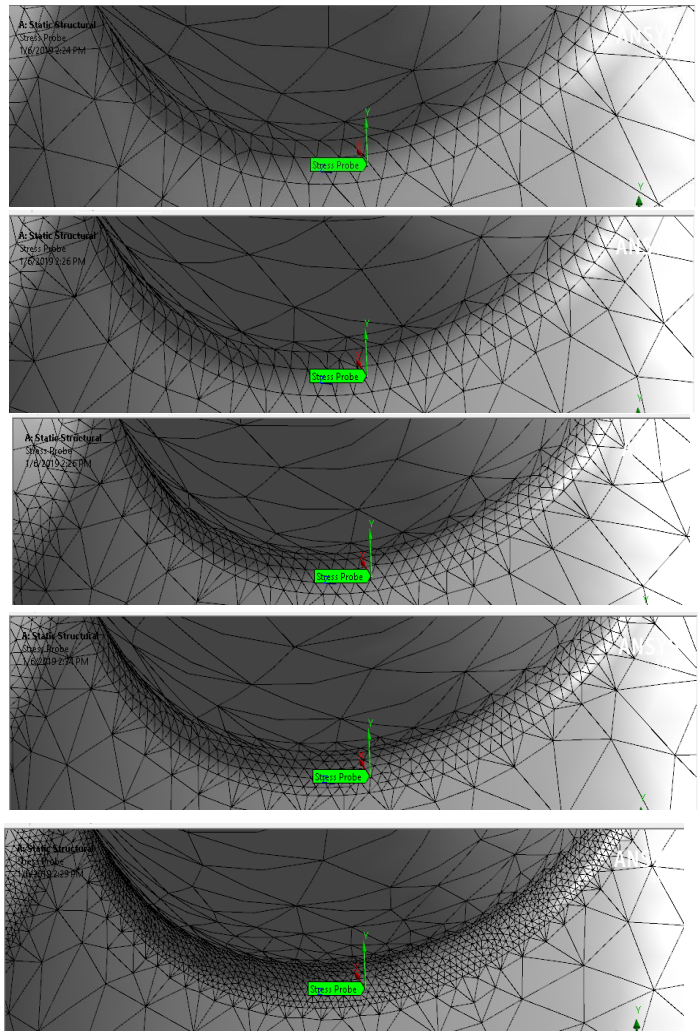
Load Case	Axis	3071-3007	3143-3007	3141-3007
1002 Max W.D	Fx (lbf)	-79160	-20480	3290
	My (in.lbf)	-1308100	-639690	-1593590
	Mz (in.lbf)	72010	80160	339080

Tabel 4. 12 Pembebanan pada tiap member di Joint 3007 (min depth)

1502 Min W.D	Fx (lbf)	-78970	-20630	2360
	My (in.lbf)	-1306100	-641020	-1599000
	Mz (in.lbf)	79490	81580	345310

4.7 *Meshing Sensitivity Model*

Analisis *Meshing sensitivity* dilakukan untuk mengukur keakuratan output dari pemodelan *ANSYS* akibat dari penggunaan jumlah elemen. Dalam melakukan analisis model, dilakukan dengan membagi model menjadi elemen-elemen kecil. Elemen yang digunakan adalah jenis elemen solid90. Nilai pembebanan pada analis sama namun yang divariasikan ialah parameter jumlah elemen. Hasil perbandingan antara ukuran elemen pada model dapat dilihat pada **Gambar 4.6:**

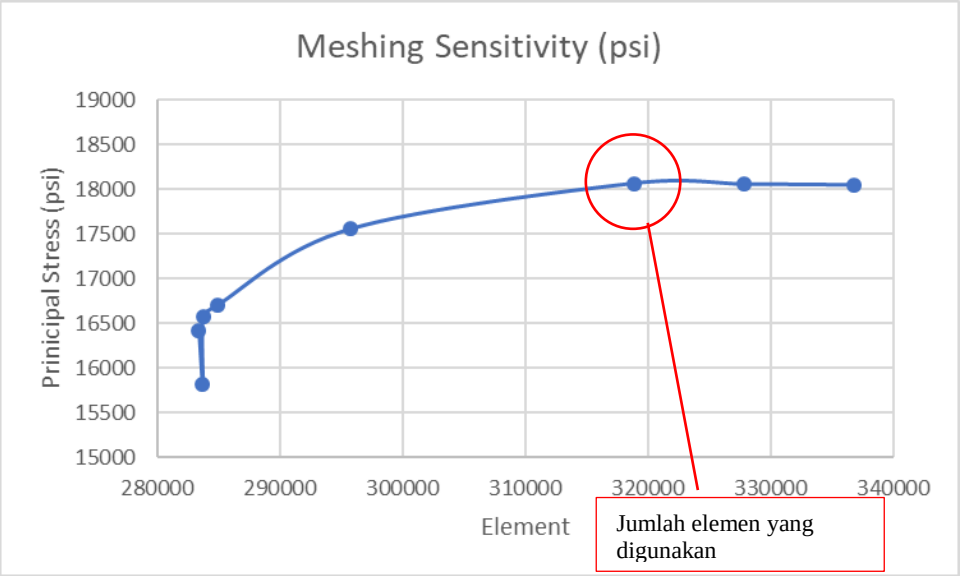


Gambar 4. 6 Variasi Ukuran Meshing pada Model

Perbandingan pengaruh ukuran elemen dengan *stress* yang terjadi pada struktur ditunjukkan pada **Tabel 4.13** dan ditunjukan dengan grafik pada **Gambar 4.7**

Tabel 4. 13 Perbandingan Hasil Meshing Sensitivity

Meshing Sensitivity (psi)		
Ukuran (in)	**Element**	**Principal stress**
1,5	**283409**	**16416**
1	**283718**	**15817**
0,8	**283740**	**16570**
0,5	**284941**	**16704**
0,2	**295774**	**17554**
0,1	**318870**	**18064**
0,09	**327873**	**18056**
0,08	**336768**	**18046**

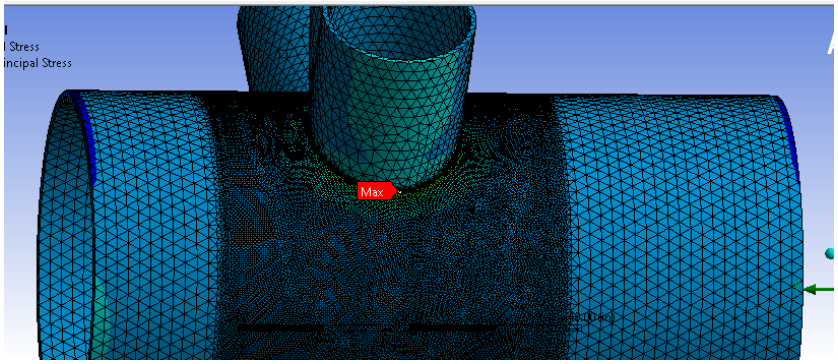


Gambar 4. 7 Grafik Hasil Meshing Sensitivity

Setelah mendapatkan hasil *meshing sensitivity* yang telah konstan, maka dipilih ukuran size 0,1 in pada meshing dengan jumlah elemen total 318870.

4.8 Menentukan Lokasi *Initial Crack*

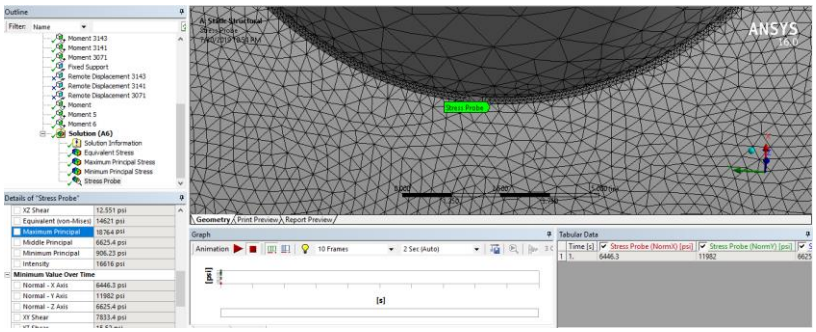
Setelah analisis meshing sensitivity selesai, selanjutnya ialah menentukan lokasi initial crack. Initial crack ditentukan dengan melihat tegangan prinsipal tertinggi pada tiap member. Berikut **Gambar 4.8** yang menjadi letak initial crack pada analisis selanjutnya, tegangan prinsipal tertinggi pada member 3071-3007



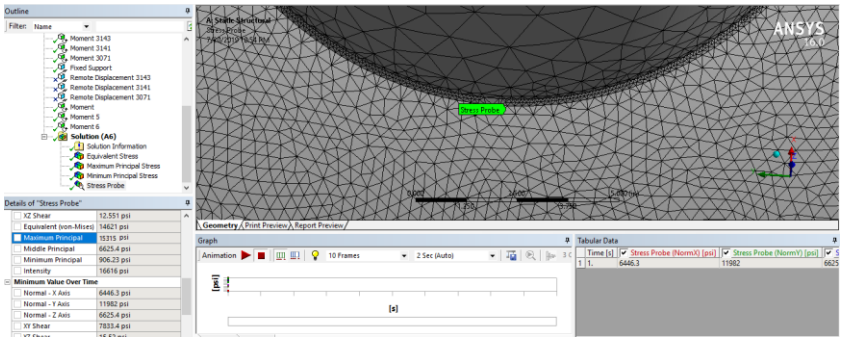
Gambar 4. 8 Titik dengan tegangan tertinggi sebagai lokasi initial crack

4.9 Mendapatkan Nilai Tegangan Maksimum dan Minimum

Setelah mendapatkan posisi letak dari struktur yang dapat diberikan *crack*, dapat diketahui nilai tegangan maksimum dan minimum dengan menggunakan fitur *stress probe* pada *software ANSYS.* Hasil tegangan digambarkan pada **Gambar 4.9** dan **4.10**



Gambar 4. 9 Hasil Tegangan Maksimum



Gambar 4. 10 Hasil Tegangan Minimum

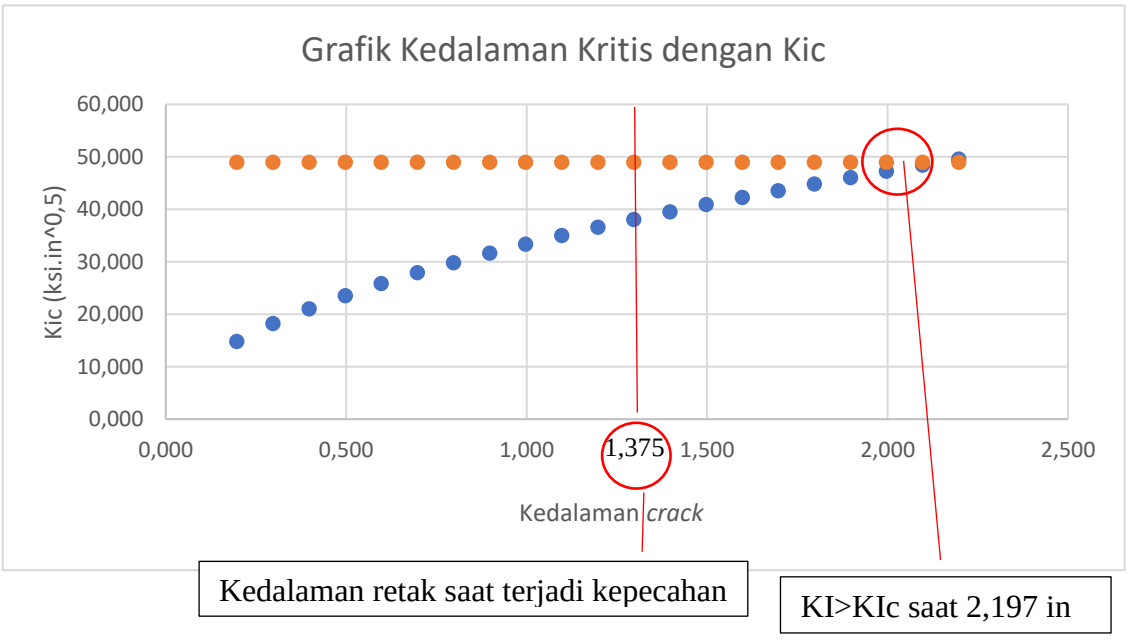
Dari hasil output software didapatkan nilai tegangan maksimum (σ_{maks}) sebesar 18764 psi dan tegangan minimum (σ_{min}) sebesar 15315 psi. Selisih tegangan $\Delta\sigma$ adalah 3449 psi.

4.10 Mencari Nilai Kedalaman Kritis

Sebelum memodelkan retak pada *software*, perlu diketahui terlebih dahulu kedalaman retak kritis. Nilai kritis didapatkan setelah mengetahui nilai K_{Ic} pada material. Nilai K_{Ic} material A36 adalah 49 $Ksi\sqrt{in}$ (Ashby, 2005). Lalu dapat dibuat grafik nilai K_{Ic} seperti **Gambar 4.11** agar didapatkan nilai K_I yang dapat dimiliki struktur. Perlu dipahami bahwa struktur dikatakan pecah ketika $K_I > K_{Ic}$. Persamaan yang digunakan dalam mencari nilai kedalaman retak kritis adalah sebagai berikut:

$$K_I = 1{,}12\sigma max\sqrt{\pi\frac{a}{Q}}Mk \qquad (4.1)$$

Dapat diketahui setelah melihat grafik **Gambar 4.11,** bahwa kedalaman retak kritis yang dapat menyebabkan kepecahan pada struktur ialah 2,197 inch. Namun dikarenakan ketebalan tubular hanya 1,375 inch, maka diasumsikan kepecahan terjadi saat kedalaman *crack* sudah melebihi dari ketebalan tubular tersebut.



Gambar 4. 11 Grafik Pengaruh Kedalaman dengan Nilai K_I

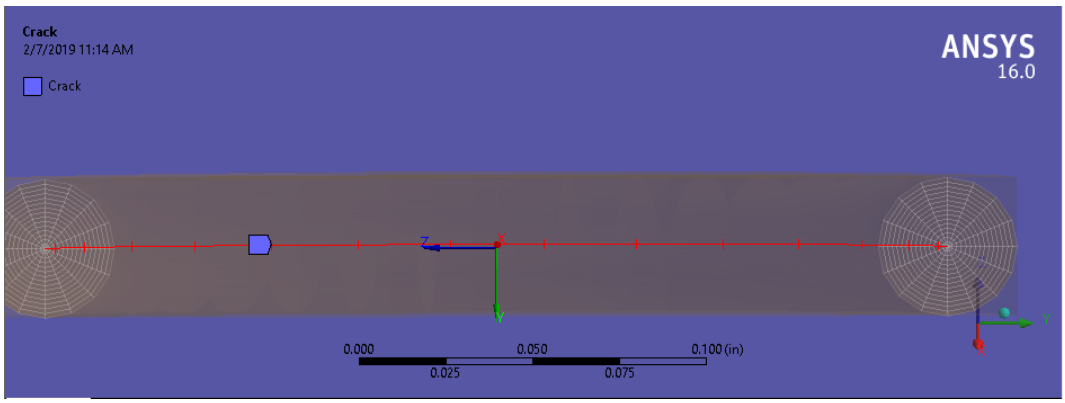
4.11 Pemodelan *Crack*

Setelah mendapatkan letak dari tegangan prinsipal tertinggi maka diasumsikan terjadi *crack* pada lokasi pada tegangan tersebut. Geometri kedalaman *initial crack* (a) pada struktur didapatkan dari DNV RP 203 yaitu 0,5 mm .Berdasarkan *ABS "Guide For Fatigue Assesment of Offshore Structures"* tahun 2003 perbandingan *crack depth* (a) dengan *crack length* (2c) diasumsikan 0,15. Sehingga geometri *initial crack* dapat ditunjukan dengan **Tabel 4. 14**

Tabel 4. 14 Geometri Initial Crack

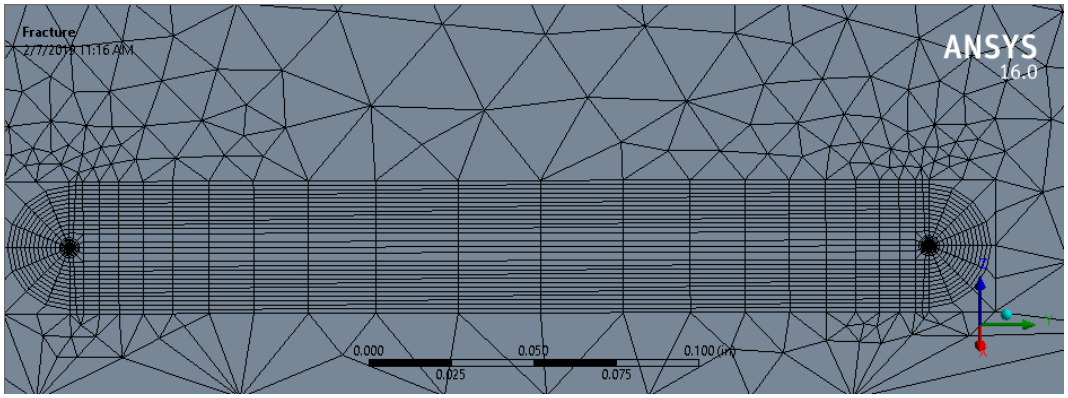
Nama	Ukuran	
	mm	in
Kedalaman *crack* (a)	0,50	0,02
Panjang *crack* (2c)	3,33	0,13
Ketebalan *chord* (t)	34,95	1,375

Setelah mengetahui geometri yang diberikan, selanjutnya melakukan pemodelan crack pada *software ANSYS* yang ditunjukan **Gambar 4.12**



Gambar 4. 12 Pemodelan Initial Crack dengan Software ANSYS

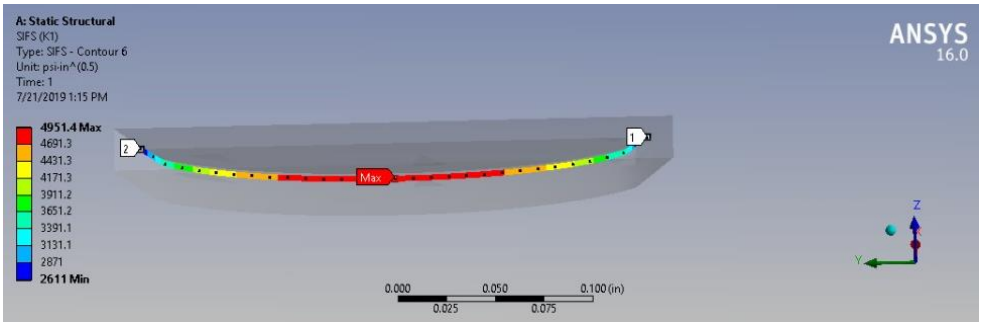
Kemudian, dilakukan *meshing* ulang pada struktur yang sudah dimodelkan untuk melihat apakah *crack* yang diberikan sudah benar. Berikut hasil pemodelan *crack* seperti **Gambar 4.13**



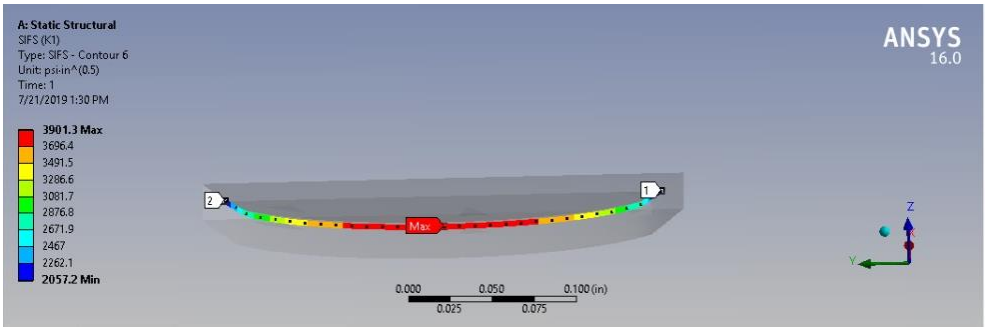
Gambar 4. 13 Re-Meshing Setelah Memodelkan Initial Crack

4.12 Perhitungan *Stress Intensity Factor*

Setelah melakukan pemodelan crack, selanjutnya bisa didapatkan *Stress Intensity Factor* dari perilaku tegangan terhadap retak tersebut. Mode yang digunakan dalam penentuan SIF adalah mode 1 yang terpengaruh oleh tegangan tarik aksial dalam reaksi *opening mode* pada retak. SIF maksimum yang terjadi adalah 4951,4 psi.in^{0,5}, sedangkan SIF minimum yang terjadi adalah 3901,3 psi.in$^{0.5}$ sebagaimana hasil *output* dari *software ANSYS* pada **Gambar 4.14** dan **Gambar 4.15**



Gambar 4. 14 Hasil SIF pada Ketinggian Air Maksimum



Gambar 4. 15 Hasil SIF pada Ketinggin Air Mimimum

4.13 Validasi Perhitungan *Stress Intensity Factor*

Validasi dilakukan untuk mengetahui nilai SIF pada *software* sudah sesuai perhitungan analitik. Berdasarkan geometri *crack* yang telah diketahui sebelumnya, akan dilakukan validasi perhitungan manual SIF dengan hasil output SIF dari *software ANSYS* dengan menggunakan persamaan *Stress Intensity Factor* (Barsom, 1999):

$$K_I = 1{,}12\sigma\sqrt{\pi\frac{a}{Q}}.M_k \qquad (4.1)$$

Dimana:

Mk = Faktor koreksi *back-free surface crack* (ketika $\frac{a}{t}$ < 0,5 maka Mk = 1)

Q = Faktor *front free surface crack*

4.13.1 Menghitunga Faktor Koreksi *Factor Free Surface Crack*

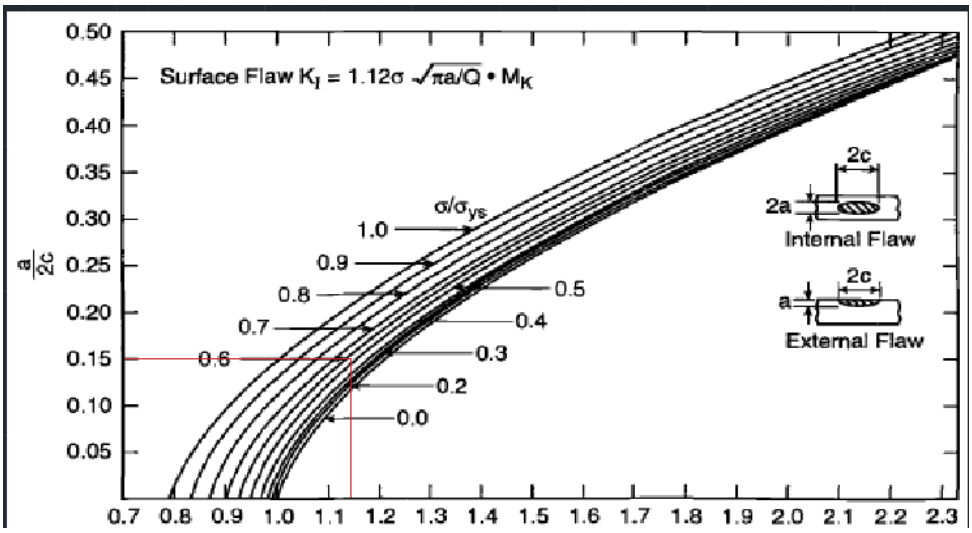
Faktor koreksi ini didapat dengan membandingkan nilai antara $\frac{\sigma_{max}}{\sigma_y}$, dan nilai dari a/2c pada grafik.Untuk itu, nilai tersebut harus ditentukan terlebih dahulu seperti berikut:

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_y} = \frac{18764\ psi}{36000\ psi} = 0{,}52$$

Sedangkan untuk perbandingan a/2c adalah sebagai berikut:

$$\frac{a}{2c} = \frac{0{,}02\ in}{0{,}13\ in} = 0{,}15$$

Setelah mendapatkan nilai-nilai tersebut selanjutnya dapat ditentukan harga faktor koreksi *front free surface (Q)* sebagaimana ditunjukan pada **Gambar 4.16**



Gambar 4. 16 Faktor Koreksi Front Free Surface (Q)

Berdasarkan **Gambar 4.16**, didapatkan harga faktor koreksi Q sebesar 1,15 yang akan di-*input*kan pada perhitungan *Stress Intensity Factor (SIF).*

4.13.2 Faktor Koreksi *Back Free Surface (Mk)*

Nilai ini didapatkan dengan membadingkan kedalaman retak (a) dengan ketebalan chord (t). Apabila nilai a/t < 0,5 maka Mk bernilai 1, sedangkan apabila a/t > 0,5 maka Mk ditentukan dengan persamaan $Mk = 1{,}0 + 1{,}2\,(\frac{a}{t} - 0{,}5)$. Perhitungan Mk dilakukan sebagai berikut:

$$\frac{a}{t} = \frac{0{,}02\ in}{1{,}375\ in} = 0{,}014$$

Karena a/t < 0,5 maka dapat ditentukan nilai Mk adalah **1.**

4.13.3 Perhitungan Validasi *Stress Intensity Factor*

Setelah menentukan masing-masing parameter yang diperlukan, maka perhitungan SIF dapat dilakukan. Detail perhitungan dapat dilihat dibawah ini:

$$K_I = 1{,}12\sigma\sqrt{\pi\frac{a}{Q}}.M_k$$

$$K_I = 1{,}12.18764psi\sqrt{\pi\frac{0{,}02in}{1{,}15}}.1$$

$$K_I = 4872{,}228\ psi.in^{0{,}5}$$

Maka didapat nilai SIF adalah sebesar $4872{,}228\ psi.in^{0{,}5}$. Nilai ini lalu dibandingkan dengan nilai SIF hasil *output* dari *ANSYS*. *Output* SIF

Perbadingan nilai SIF antara perhitungan manual dengan *output software* ditunjukan pada **Tabel 4.15**

Tabel 4. 15 Validasi Stress Intensity Factor

Validasi *Stress Intensity Factor*			
Load	**Analitis** $(psi.in^{0{,}5})$	**Numeris ANSYS** $(psi.in^{0{,}5})$	**Error (%)**
Max W.D	**4872,228**	**4951,4**	**0,016**
Min W.D	**3976,667**	**3901,3**	**0,019**

4.14 Perhitungan Perambatan Retak

Setelah melakukan perhitungan SIF terhadap retak awal, selanjutnya dilakukan perhitungan SIF terhadap perambatan retak dari dimulainya retak awal hingga mencapai kedalaman retak kritis. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Barsom, 1997):

$$\Delta K_I = 1{,}12\Delta\sigma\sqrt{\pi\frac{a_{avg}}{Q}}.M_k \quad (4.2)$$

Dimana:

ΔKi = Selisih *Stress Intensity Factor*

Δσ = Selisih tegangan maksimum dan minimum

a_{avg} = Rata-rata antara kedalaman retak a_0 dan a_1

Q = Faktor koreksi *front surface crack*

Mk = Faktor koreksi *back-free surface crack*

Setelah mendapatkan nilai ΔKi, selanjutnya melakukan perhitungan perambatan retak sesuai dengan persamaan *paris-erdogan* sebagai berikut:

$$N = \int_{a0}^{af}\frac{da}{C(\Delta K)^m} \quad (4.3)$$

Dengan:

$a0$ = Panjang retak awal *(initial crack)*

af = Panjang retak akhir *(final crack)*

N = Jumlah siklus

ΔK = Perubahan *Stress Intensity Factor*

C dan m = Konstanta material

Δσ = Selisih tegangan maksimum dan minimum

a_{avg} = Rata-rata antara kedalaman retak a_0 dan a_1

Q = Faktor koreksi *front surface crack*

Mk = Faktor koreksi *back-free surface crack*

Adapun perhitungan perambatan retak dengan *Stress Intensity Factor* hasil perhitungan analitis dapat dilihat pada **Tabel 4.16**

Tabel 4. 16 Hasil Perambatan Retak dengan Perhitungan Analitis

a (m)	a(in)	2c	acr	avg	SifMax	SifMin	Δk	Δa/ΔN	ΔN
0,0005	0,0197	0,1312	0,070	0,045	7,341	5,991	1,349	113076606	113076606
0,0018	0,0697	0,4646	0,120	0,095	10,686	8,722	1,964	36660131	149736737
0,0030	0,1197	0,7979	0,170	0,145	13,209	10,781	2,428	19407994	169144731
0,0043	0,1697	1,1312	0,220	0,195	15,322	12,506	2,816	12434182	181578914
0,0056	0,2197	1,4646	0,270	0,245	17,178	14,020	3,157	8824802	190403716
0,0068	0,2697	1,7979	0,320	0,295	18,851	15,386	3,465	6676963	197080679
0,0081	0,3197	2,1312	0,370	0,345	20,388	16,640	3,747	5278159	202358838
0,0094	0,3697	2,4646	0,420	0,395	21,816	17,806	4,010	4307647	206666485
0,0107	0,4197	2,7979	0,470	0,445	23,157	18,901	4,257	3601947	210268432
0,0119	0,4697	3,1312	0,520	0,495	24,424	19,935	4,489	3069891	213338323
0,0132	0,5197	3,4646	0,570	0,545	25,629	20,918	4,711	2657039	215995363
0,0145	0,5697	3,7979	0,620	0,595	26,780	21,857	4,922	2329086	218324449
0,0157	0,6197	4,1312	0,670	0,645	27,883	22,758	5,125	2063454	220387903
0,0170	0,6697	4,4646	0,720	0,695	28,944	23,624	5,320	1844736	222232639
0,0183	0,7197	4,7979	0,770	0,745	29,967	24,459	5,508	1662100	223894739
0,0195	0,7697	5,1312	0,820	0,795	30,957	25,267	5,690	1507730	225402469
0,0208	0,8197	5,4646	0,870	0,845	31,916	26,049	5,866	1375859	226778328
0,0221	0,8697	5,7979	0,920	0,895	32,847	26,809	6,038	1262150	228040477
0,0234	0,9197	6,1312	0,970	0,945	33,752	27,548	6,204	1163284	229203761
0,0246	0,9697	6,4646	1,020	0,995	34,634	28,268	6,366	1076683	230280444
0,0259	1,0197	6,7979	1,070	1,045	35,494	28,970	6,524	1000318	231280762
0,0272	1,0697	7,1312	1,120	1,095	36,333	29,655	6,678	932572	232213334
0,0284	1,1197	7,4646	1,170	1,145	37,154	30,325	6,829	872142	233085475
0,0297	1,1697	7,7979	1,220	1,195	37,956	30,980	6,977	817967	233903443
0,0310	1,2197	8,1312	1,270	1,245	38,743	31,621	7,121	769178	234672621
0,0322	1,2697	8,4646	1,320	1,295	39,513	32,250	7,263	725053	235397674
0,0335	1,3197	8,7979	1,370	1,345	40,269	32,867	7,402	684992	236082666
0,0348	1,3697	9,1312	1,420	1,395	41,011	33,473	7,538	648488	236731154

Adapun perhitungan perambatan retak dengan Stress Intensity Factor hasil numeris *ANSYS* dapat dilihat pada **Tabel 4.17**

Tabel 4. 17 Hasil Perambatan Retak dengan Perhitungan Numeris ANSYS

a (m)	a(in)	2c	acr	avg	Kimaxavg	Kiminavg	Δk	Δa/ΔN	ΔN
0,0005	0,0197	0,1312	0,070	0,045	7,194	5,692	1,502	81966900	81966900
0,0018	0,0697	0,4646	0,120	0,095	10,151	8,320	1,831	45249434	127216334
0,0030	0,1197	0,7979	0,170	0,145	12,549	10,242	2,307	22636529	149852863
0,0043	0,1697	1,1312	0,220	0,195	14,556	11,881	2,676	14502618	164355481
0,0056	0,2197	1,4646	0,270	0,245	16,319	13,319	3,000	10292815	174648296
0,0068	0,2697	1,7979	0,320	0,295	17,909	14,617	3,292	7787681	182435978
0,0081	0,3197	2,1312	0,370	0,345	19,368	15,808	3,560	6156185	188592162
0,0094	0,3697	2,4646	0,420	0,395	20,726	16,916	3,810	5024228	193616390
0,0107	0,4197	2,7979	0,470	0,445	21,999	17,956	4,044	4201134	197817524
0,0119	0,4697	3,1312	0,520	0,495	23,203	18,938	4,265	3580570	201398094
0,0132	0,5197	3,4646	0,570	0,545	24,348	19,872	4,475	3099040	204497133
0,0145	0,5697	3,7979	0,620	0,595	25,441	20,764	4,676	2716532	207213665
0,0157	0,6197	4,1312	0,670	0,645	26,488	21,620	4,869	2406711	209620376
0,0170	0,6697	4,4646	0,720	0,695	27,496	22,442	5,054	2151609	211771985
0,0183	0,7197	4,7979	0,770	0,745	28,469	23,236	5,233	1938592	213710577
0,0195	0,7697	5,1312	0,820	0,795	29,409	24,003	5,406	1758542	215469119
0,0208	0,8197	5,4646	0,870	0,845	30,320	24,747	5,573	1604734	217073853
0,0221	0,8697	5,7979	0,920	0,895	31,205	25,469	5,736	1472109	218545963
0,0234	0,9197	6,1312	0,970	0,945	32,065	26,171	5,894	1356797	219902759
0,0246	0,9697	6,4646	1,020	0,995	32,902	26,855	6,048	1255790	221158549
0,0259	1,0197	6,7979	1,070	1,045	33,719	27,521	6,198	1166722	222325271
0,0272	1,0697	7,1312	1,120	1,095	34,517	28,172	6,344	1087706	223412977
0,0284	1,1197	7,4646	1,170	1,145	35,296	28,808	6,488	1017223	224430200
0,0297	1,1697	7,7979	1,220	1,195	36,059	29,431	6,628	954037	225384237
0,0310	1,2197	8,1312	1,270	1,245	36,805	30,040	6,765	897132	226281368
0,0322	1,2697	8,4646	1,320	1,295	37,537	30,638	6,900	845666	227127035
0,0335	1,3197	8,7979	1,370	1,345	38,255	31,224	7,032	798941	227925975
0,0348	1,3697	9,1312	1,420	1,395	38,960	31,799	7,161	756364	228682340

Dari tabel diatas, didapatkan jumlah *cycle* yang dapat diterima struktur hingga struktur mengalami kepecahan, yaitu 236731154 *cycle* dengan *SIF* perhitungan analitis dan 228682340 *cycle* dengan perhitungan *SIF* numeris *ANSYS.*

4.15 Perhitungan Umur Kelelahan

Selanjutnya, dapat dilakukan analisis prediksi umur kelelahan struktur dengan mengalikan jumlah cycle yang bisa diterima struktur dengan periode gelombang. Periode gelombang yang digunakan dalam analisis adalah periode gelombang operasi yang ditunjukan pada **Tabel 4.4**

N_{year} = $\sum N \; x \; 3,7098e^{-8} \; x \; Periode$ (4.4)

N_{year} = 236731154 x 3 ,7098e^{-8} x 7,3 untuk perhitungan *SIF* analitis

N_{year} = 228682340 x 3 ,7098e^{-8} x 7,3 untuk perhitungan *SIF* numeris *ANSYS*

Dapat ditarik informasi berdasarkan perhitungan diatas bahwa umur kelelahan struktur dengan pendekatan mekanika kepecahan adalah 54,8 tahun untuk perhitungan *SIF* analitis dan 52,9 tahun untuk perhitungan *SIF* numeris *ANSYS* Maka selanjutnya digunakan umur prediksi hasil dari perhitungan umur kelelahan dengan *SIF* perhitungan numeris *ANSYS* sebagai pertimbangan dalam melakukan analisis *Probability of Failure.*

4.16 Analisis Risiko

4.16.1 Moda Kegagalan

Penentuan moda kegagalan merupakan unsur penting dalam analisis keandalan suatu struktur. Pada penelitian tugas akhir ini, moda kegagalan yang terjadi adalah umur struktur akibat *crack* telah melewati kedalaman kritis pada struktur. Pada **Gambar 4.11** diketahui bahwa kedalaman kritis yang terjadi ialah 1,375 in. Untuk penentuan moda kegagalan, merujuk kepada *DNV: Guideline for Offshore Structural Reliability Analysis* sebagai berikut:

$MK = B - K$ (4.5)

Dimana:

B = Variabel Beban

K = Variabel Kekuatan

Dari persamaan diatas apabila menyesuaikan dengan permasalahan dalam moda kegagalan berbasis kegagalan, maka persamaan menjadi seperti berikut

$Pf = Pr[g(x)] < 0$, dengan $g(x) = a_{cr} - a$ (4.16)

Dimana:

a_{cr} = ukuran retak kritis pada struktur

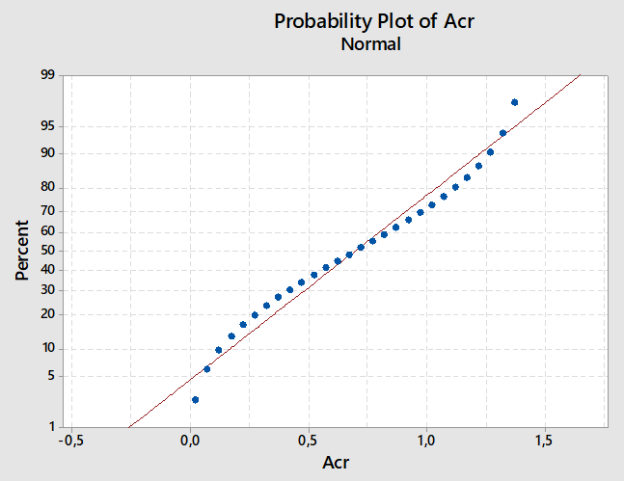
a = ukuran retak yang terjadi pada struktur

4.16.2 Variabel Acak

Setelah menentukan moda kegagalan, berikutnya adalah menentukan variabel acak. Variabel acak ini berasalan dari variabel persamaan moda kegagalan yang memiliki nilai ketidak pastian/ tidak konstan. Variabel acak digunakan dalam melakukan simulasi *Monte-Carlo*. Berdasarakan persamaan moda kegagalan, dapat ditentukan variabel acak dan distribusi menggunakan bantuan *software minitab* seperti **Tabel 4.18** dan *plot* grafik distribusi terdapat pada **Gambar 4.17**

Tabel 4. 18 Variabel Acak Untuk Simulasi Minitab

Variabel acak	Mean	Standar Deviasi	Distribusi
ac_r	0,797	0,389	Normal



Gambar 4. 17 Grafik Distribusi Normal dengan Data Geometri Crack

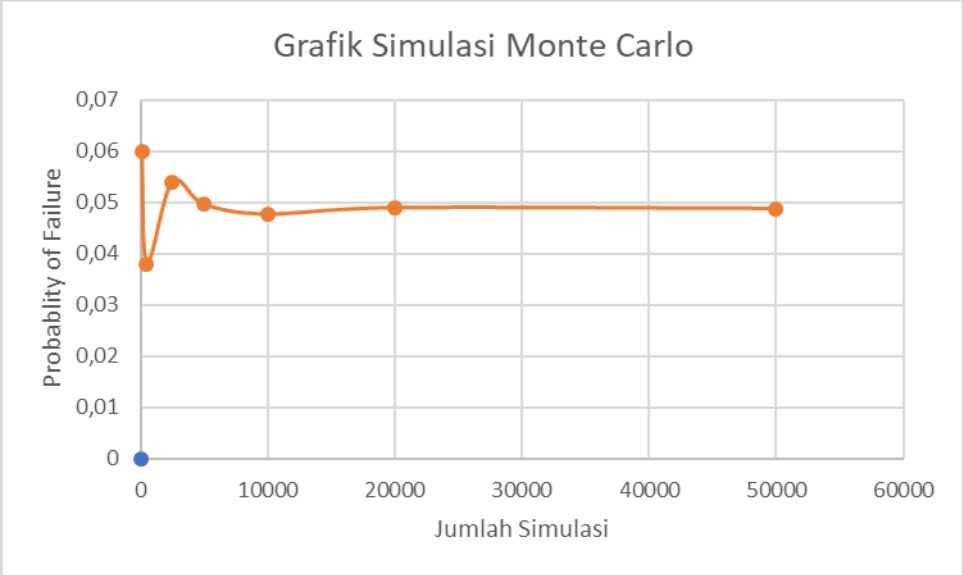
4.16.3 Probabilitas Kegagalan

Peluang kegagalan *(Probability of Failure)* bisa didapatkan dari hasil simulasi *monte-carlo* yang meninjau *Stress Intensity Factor* dengan menggunakan variabel acak pada **Tabel 4.19.** Kemudian membuat *Random Generate Number* menggunakan bantuan *software minitab* sesuai dengan mean, standar deviasi dan jenis distribusi variabel acak. Pengerjaan simulasi monte-carlo dilakukan dengan membuat variasi acak dari 500 sampai 50000 nilai *Random Generate Number* dan

didapatkan hasil peluang kegagalan *(Probability of Failure)* seperti tertera pada **Tabel 4.19** dan **Gambar 4.18**

Tabel 4. 19 Hasil Peluang Kegagalan Menggunakan Simulasi Monte-Carlo

Simulasi	Berhasil	Gagal	Reliability	Probability
100	94	6	0,940	0,060
500	481	19	0,962	0,038
2500	2365	135	0,946	0,054
5000	4752	248	0,950	0,050
10000	9523	477	0,952	0,048
20000	19021	979	0,951	0,049
50000	47560	2440	0,951	0,049



Gambar 4. 18 Pengaruh Variasi Random Generate Number dengan POF

Dari hasil simulasi *Monte-Carlo*, didapatkan nilai peluang kegagalan 0,049 dan peluang gagal per tahun adalah **9,24 x 10^{-4}** dengan mengasumsikan kegagalan dibagi 52,9 tahun seperti prediksi umur operasi untuk mendapat nilai PoF/tahun. Selanjutnya probabilitas digunakan pada matriks risiko merujuk DNV RP G-101 sesuai **Tabel 4.21**

Selanjutnya probabilitas digunakan pada matriks risiko merujuk DNV RP G-101 sesuai **Tabel 4.20**

Tabel 4. 20 Peluang Kegagalan dengan DNV RP-101

Pof Rank.	***Annual Failure Probability***		***Description***
	Quantitative	***Qualitative***	
5	*$>10^{-2}$*	*Failure Expected*	*1. In a small population*, one or more failures can be expected annualy.*
			2. Failure has occurred several times a year in location.
4	*$>10^{-3}$ to 10^{-2}*	*High*	*1. In a large population**, one or more failures can be expected annually.*
			2. Failure has occurred several times a year in operating company.
3	***10^{-4} to 10^{-3}***	***Medium***	***1. Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a small number of components.***
			2. Failure has occurred in operating company.
2	*10^{-5} to 10^{-4}*	*Low*	*1. Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a large number of components.*
			2. Failure has occurred in industry.
1	*$<10^{-5}$*	*Negligible*	*1. Failure is not expected.*
			2. Failure has not occurred in industry

Notes: Small population : 20 to 50 components*
Large population : More than 50 components*

4.16.4 Konsekuensi Kegagalan Dengan Simulasi Runtuhnya *Platform* Akibat Beban *Fatigue* Yang Disebabkan oleh *Crack*

Konsekuensi kegagalan pada platform ini dilakukan dengan cara pengaruh yang terjadi apabila kegagalan *(fatigue)* terjadi pada struktur dan menimbulkan beberapa konsekuensi pada 3 bidang yaitu: segi keamanan, lingkungan dan bisnis. Apabila *crack* untuk struktur mengalami *fatigue* maka wajib dilakukan inspeksi

untuk menghitung kelayakan dari operabilitas struktur. Sehingga masa pertumbuhan dari *crack* masih dapat direduksi dengan melakukan modifikasi berdasarkan hasil inspeksi terhadap *crack.*

Hasil analisis diklasifikan dalam beberapa zona menurut DNV RP G-101, yang diantaranya sebagai berikut;

a) Keamanan

Kondisi keamanan struktur dan kru ketika *fatigue* yang disebabkan *crack* pada salah satu *jacket leg* maka kemungkinan korban jiwa yang timbul sangatlah kecil. Hal tersebut dikarenakan *XMA Platform* yang bersifat *unmanned* atau tanpa kru yang tinggal diatas *Platform*. Namun akibat pertimbangan lokasi *field* yang masih dekat dengan pinggir pantai ± 30 km dari Indramayu, dikhawatirkan terdapat nelayan yang sedang berada disekitar platform sehingga berpotensi menimbulkan luka pada manusia.

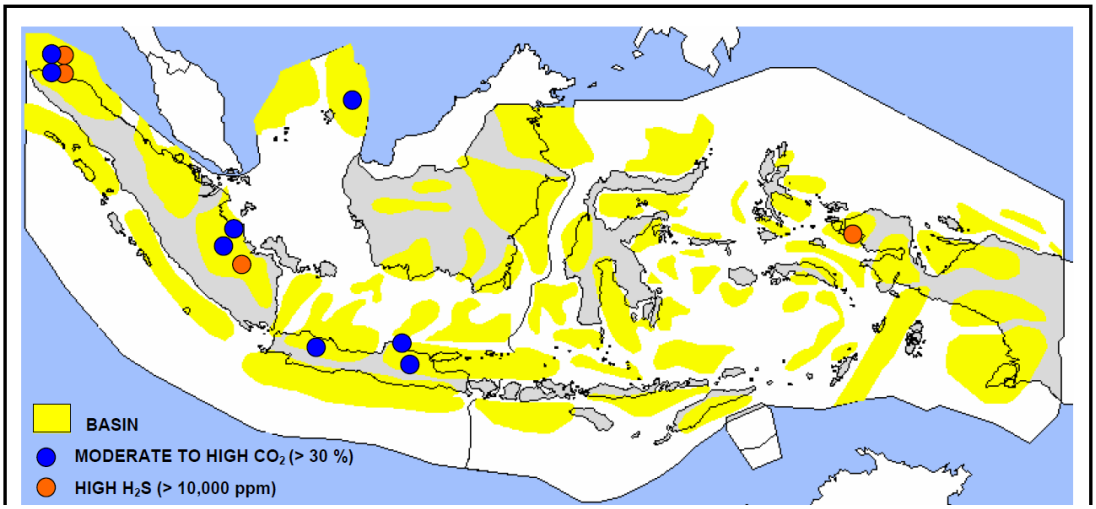
Dari hasil analisis yang telah dilakukan dan pertimbangan yang telah dilakukan, maka dalam hal keamanan dengan menggunakan DNV RP G-101 dipilih ranking 2, yaitu *Minor Injury Absence < 2 days* seperti **Tabel 4.21**

Tabel 4. 21 Konsekuensi Kegagalan Pada Kategori Keamanan

CoF Types	***Safety***	*No injury*	*Minor Injury Absence < 2 days*	*Major Injury Absence > 2 days*	*Single Fatality*	*Multiple Fatalities*
	Environment	*No Pollution*	*Minor local effect, can be cleaned up easily*	*Significant local effect, will take more 1 week to remove*	*Pollution has significant effect to surrounding ecosystem*	*Pollution that can cause massive and irreperable damage to ecosystem*
	Business	*No downtime or asset damage*	*<€10.000 damage or downtime < one shift*	*<€100.000 damage or downtime < 4 shifts*	*<€1.000.000 damage or downtime < 1 month*	*<€10.000.000 damage or downtime one year*
CoF Ranking		***1***	***2***	***3***	***4***	***5***

b) Lingkungan

XMA Platform terletak di laut lepas pantai Jawa Barat *(West Java-Offshore)* dan menurut Suprapto (2007), CO_2 dan H_2S dalam laut Jawa Barat termasuk dalam kategori *medium* untuk CO_2 dan *low* untuk H_2S. Hal ini juga didukung peta kandungan CO_2 dan H_2S (Satyana et.al, 2007) seperti **Gambar 4.19**



Gambar 4. 19 Peta Persebaran Kandungan CO_2 dan H_2S Indonesia Basin (Satyana,2007)

Dari gambar dan pernyataan diatas, didapatkan informasi bahwa apabila struktur terjadi keruntuhan maka polusi yang ditimbulkan akan cepat ditangani karena kandungan yang selama ini dinilai paling berbahaya yaitu H_2S sangat rendah yaitu 0.06 mol% (Wibowo, 2012), Namun mengingat bahwa *platform* digunakan untuk mengeksploitasi minyak, maka apabila terjadi kegagalan, penanganan minyak yang bocor ke-permukaan akan sangat sulit dibandingkan gas. Sehingga akan berdampak besar pada lingkungan termasuk ekosistem dibawahnya.

Maka dapat dikategorikan kedalam matriks konsekuensi sisi lingkungan DNV RP G-101 yaitu pada rangking 5 yaitu *Pollution that can cause massive and irreparable damage to ecosystem*, seperti pada **Tabel 4.22**

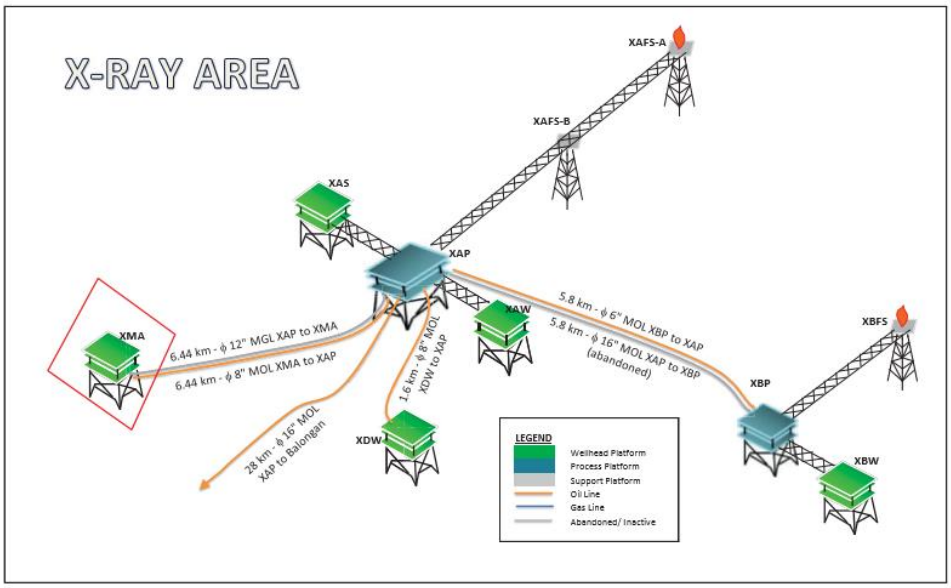
Tabel 4. 22 Konsekuensi Kegagalan Pada Kategori Lingkungan

CoF Types	***Safety***	*No injury*	*Minor Injury Absence < 2 days*	*Major Injury Absence > 2 days*	*Single Fatality*	*Multiple Fatalities*
	Environment	*No Pollution*	*Minor local effect, can be cleaned up easily*	*Significant local effect, will take more 1 week to remove*	*Pollution has significant effect to surrounding ecosystem*	*Pollution that can cause massive and irreparable damage to ecosystem*
	Business	*No downtime or asset damage*	*<€10.000 damage or downtime < one shift*	*<€100.000 damage or downtime < 4 shifts*	*<€1.000.000 damage or downtime < 1 month*	*<€10.000.000 damage or downtime one year*
CoF Ranking		***1***	***2***	***3***	***4***	***5***

c) Business

XMA Platform merupakan salah satu *wellhead platform* dari 20 sumur aktif dalam area *X-Ray Field.* Kapasitas produksi minyak yang dihasilkan satu *field* ialah 5700 bbl/d dengan rata-rata setiap sumur menghasilkan +- 300 bbl/d (Priambodo, 2014). Dari lokasi sumur seperti **Gambar 4.20**, dapat diasumsikan apabila terjadi kegagalan pada struktur yang menyebabkan runtuhnya *platform.* Maka tidak mempengaruhi hasil produksi sumur lainya dalam satu *field*, karena letak *wellhead platform* satu dengan yang lainya tidak berdekatan dan tidak dalam satu jalur *pipeline.* Namun biaya kerugian yang ditimbulkan akibat runtuhnya *platform* menjadi tinggi dikarenakan *platform* harus diganti dengan *platform* baru dan terdapat komponen biaya *penalty* yang harus diberikan kepada pihak terkait akibat adanya keruntuhan *platform.* Dari konsekuensi yang ditimbulkan di atas, maka

Business Consequence Category pada *XMA Platform* akan dimasukan dalam rangking 5, *<€10.000.000 damage or downtime one-year* seperti **Tabel 4.23**



Gambar 4. 20 Lokasi XMA Platform (Synergy Engineering, 2017)

Tabel 4. 23 Konsekuensi Kegagalan Pada Kategori Business

CoF Types	***Safety***	*No injury*	*Minor Injury Absence < 2 days*	*Major Injury Absence > 2 days*	*Single Fatality*	*Multiple Fatalities*
	Environment	*No Pollution*	*Minor local effect, can be cleaned up easily*	*Significant local effect, will take more 1 week to remove*	*Pollution has significant effect to surrounding ecosystem*	*Pollution that can cause massive and irreperable damage to ecosystem*
	Business	*No downtime or asset damage*	*<€10.000 damage or downtime < one shift*	*<€100.000 damage or downtime < 4 shifts*	*<€1.000.000 damage or downtime < 1 month*	*<€10.000.000 damage or downtime one year*
CoF Ranking		***1***	***2***	***3***	***4***	***5***

4.16.5 Penentuan Interval Inspeksi Berdasarkan Matriks Risiko

Setelah mendapatkan matriks risiko pada tiap kategori, selanjutnya menentukan waktu inspeksi yang sesuai dengan matriks risiko sesuai dengan rekomendasi DNV RP G-101 seperti **Tabel 4.24**

Tabel 4. 24 Penentuan Interval Waktu Inspeksi

Pof Rank.	***PoF Description***	**Time to Inspect (years)**				
5	*In a small population*, one or more failures can be expected annualy.* *Failure has occurred several times a year in location.*	***Corrective Maintenance***	**4**	**2**	**1**	**1**
4	*In a large population**, one or more failures can be expected annually.* *Failure has occurred several times a year in operating company.*	***Corrective Maintenance***	**4**	**2**	**1**	**1**
3	*Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a small number of components.* *Failure has occurred in operating company.*	***Corrective Maintenance***	***Corrective Maintenance***	**4**	**2**	**2**
2	*Several failures may occur during the life of the installation for a system comprising a large number of components.* *Failure has occurred in industry.*	***Corrective Maintenance***	***Corrective Maintenance***	**8**	**4**	**4**
1	*Failure is not expected.* *Failure has not occurred in industry*	***Corrective Maintenance***	***Corrective Maintenance***	**8**	**8**	**8**
CoF Types	***Safety***	*No injury*	*Minor Injury Absence < 2 days*	*Major Injury Absence > 2 days*	*Single Fatality*	*Multiple Fatalities*
	Environment	*No Pollution*	*Minor local effect, can be cleaned up easily*	*Significant local effect, will take more 1 week to remove*	*Pollution has significant effect to surrounding ecosystem*	*Pollution that can cause massive and irreperable damage to ecosystem*
	Business	*No downtime or asset damage*	*<€10.000 damage or downtime < one shift*	*<€100.000 damage or downtime < 4 shifts*	*<€1.000.000 damage or downtime < 1 month*	*<€10.000.000 damage or downtime one year*
CoF Ranking		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

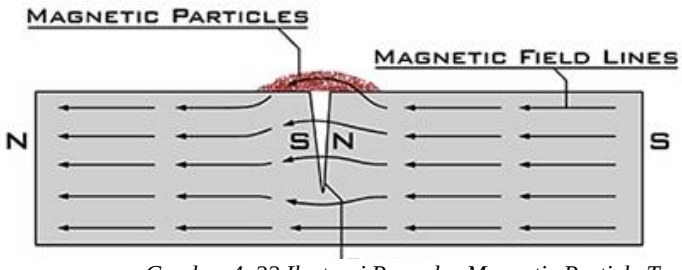
Setelah memasukan kedalam matriks interval inspeksi, dapat ditarik kesimpulan bahwa inspeksi dilakukan dengan interval 2 tahun sekali sesuai DNV RP G-101.

4.17 Penentuan Metode Inspeksi

Setelah mendapatkan interval inspeksi yang direkomendasikan seperti pembahasan sebelumnya, dapat ditentukan metode yang tepat untuk melakukan inspeksi pada struktur yang mempunyai risiko kegagalan *fatigue* akibat adanya *crack* pada struktur. Dalam tugas akhir ini penulis merekomendasikan untuk melakukan *Underwater Visual Inspection* dan *Magnetic Particle Test* seperti **Gambar 4.21** pada struktur dalam interval waktu inspeksi 2 tahun sekali dan dilakukan secara menyeluruh pada setiap titik yang dianggap kritis di setiap elevasi *jacket. Underwater Visual Inspection* dilakukan untuk menentukan daerah-daerah yang akan diinspeksi lebih lanjut dengan melihat secara langsung titik-titik kritis pada *platform.* Selanjutnya dilakukan inspeksi tingkat lanjut yaitu *Magnetic Particle Test* untuk melihat adanya *crack* pada struktur.

Gambar 4. 21 Magnetic Particle – Underwater Inspection

Metode *Magnetic Particle Test* ini dilakukan menyebarkan serbuk magnetik pada permukaan benda yang ingin di uji atau material. Pada saat kerusakan atau keretakan terdapat di permukaan benda uji, maka akan ada kebocoran medan magnet di sekitar posisi kerusakan tersebut, sehingga dengan mudah bisa di deteksi dengan mata. Setelah diuji dengan metode ini, maka benda uji akan bersifat magnet karena pengaruh serbuk-serbuk magnet seperti **Gambar 4.22**



Gambar 4. 22 Ilustrasi Prosedur Magnetic Particle Test

[Halaman Sengaja Dikosongkan]

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan penelitian, penulis mendapatkan kesimpulan yang dapat menjawab semua rumusan masalah dalam tugas akhir ini. Adapun kesimpulan penelitian ini ialah:

1. *XMA Platform* masih layak beroperasi untuk 20 tahun kedepan setelah penulis memprediksi umur kelelahan *platform* menggunakan metode *fracture mechanics* setelah mengasumsikan adanya *initial crack* pada kaki *jacket*. Umur kelelahan *XMA Platform* diprediksi mencapai 52,9 tahun dari inspeksi terakhir hingga *platform* mengalami kegagalan.
2. Setelah mendapat moda kegagalan yaitu runtuhnya *platform* akibat kelelahan, penulis melakukan analisis risiko dimana didapatkan nilai *probability of failure* 9,24 x 10^{-4} per-tahunya, dimana dalam tingkatan risiko, masuk dalam rangking 3 yaitu *medium.* Penulis juga mengelompokan tingkatan risiko terhadap aspek konsekuensi dalam 3 kategori utama sesuai DNV RP-G101 yaitu kategori *safety, environment* dan *Business* dengan ranking masing-masing 2, 5 dan 5.
3. Setelah menganalisis tingkatan risiko, dapat direncanakan *Risk Based Inspection*, dimana dalam analisis ini penulis memberikan rekomendasi berupa interval inspeksi setiap 2 tahun sekali merujuk kepada DNV RP-G101. Metode yang dipakai dalam inspeksi tersebut ialah *Underwater Visual Inspection* serta *Magnetic Particle Test.*

Untuk pengembangan penelitian tugas akhir, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Memberikan variasi tegangan yang terjadi pada struktur, sehingga hasil analisis dapat mendekati kenyataan yang sebenarnya di lapangan.
2. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan pengaruh variasi bentuk geometri *crack* dengan hasil prediksi umur kelelahan struktur.

[Halaman Sengaja Dikosongkan]

DAFTAR PUSTAKA

API RP 2A WSD. 2000. *Recommended Practice for Planning, Designing & Constructing Fixed Offshore Platforms – Working Stress Design", 21th Edition.* Washington: American Petroleum Institute.

API RP 580. 2002. *Risk Based Inspection- 1st Edition.* Whasington: American Petroleum Institute

Ashby. 2005. *Material Selection in Mechanical Design.* Oxford: Elsevier.

Barsom, J. M., dan Rolfe, S.T. 1987. *Fracture and Fatigue Control in Structures*, Third Edition. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Broek, D. 1984. *Elementary Engineering Fracture Mechanics*. Netherlands: Martinus Nijhoff Publisher.

Chakrabarti, dkk. 2005. *An Overview Of The Reassessment Studies Of Fixed Offshore Platforms In The Bay Of Campeche, Mexico***.** Proceedings of OMAE 2005. 24th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering (OMAE 2005). June 12-16, 2005, Halkidiki, Greece

DNV RP G-101. 2009. *Risk Based Inspection of Offshore Topside Static Mechanical Equipment*. Oslo: Det Norske Veritas.

DNV. 1996. *Guideline for Offshore Structural Reliability: Application to Jacket Platform.* Oslo: Det Norske Veritas.

Drillingformulas.com. 2017. Piled *Offshore Platform Structure-Offshore Platform Series.*http://www.drillingformulas.com/piled-offshore-platform-structures-offshore-structure-series/. Diakses 3 Januari 2019

Fanany, A.A. 2016. *Analisa Kelelahan Menggunakan Pendekatan Mekanika Kepecahan Berbasis Resiko Pada Struktur Bl Platform Untuk Perpanjangan Umur Operasi Dan Penentuan Interval Waktu Inspeksi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Irfan, M. 2011. *Analisa Kelelahan Berbasis Resiko Pada ETB Jacket Platform Untuk Perpanjangan Umur Operasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Maddox, S. J. 1999. *Fatigue Strength of Welded Structures*. England: Abington Publishing.

Rahadrianto, P.N. 2017. *Analisis Risiko Fatigue Life Struktur Tripod Well Support Salawati Field Menggunakan Pendekatan Mekanika Kepecahan Terhadap Variasi Geometri Crack Pada Multiplanar Tubular Joint.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Rosyid, D.M. 2007. *Pengantar Rekayasa Keandalan*. Airlangga University Press: Surabaya

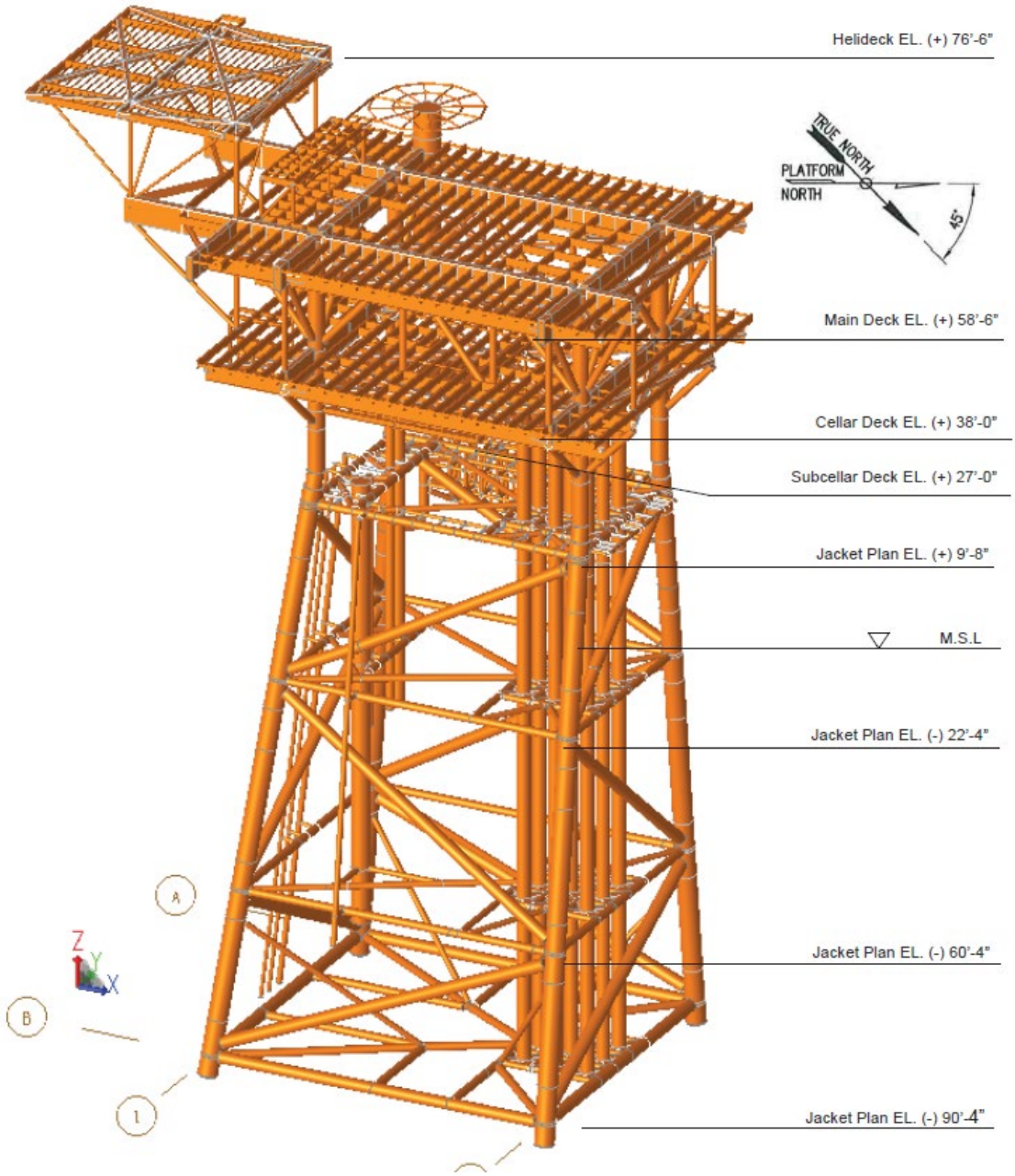
Satyana, Awang. 2007. *Regional Gas Geochemistry Of Indonesia: Genetic Characterization And Habitat Of Natural Gases*. Proceeding Indonesian Petroleum Association. IPA07-G50

Vinnem, J.E. 2015. *Offshore Risk Assesment Vol. 1.* Springer: London

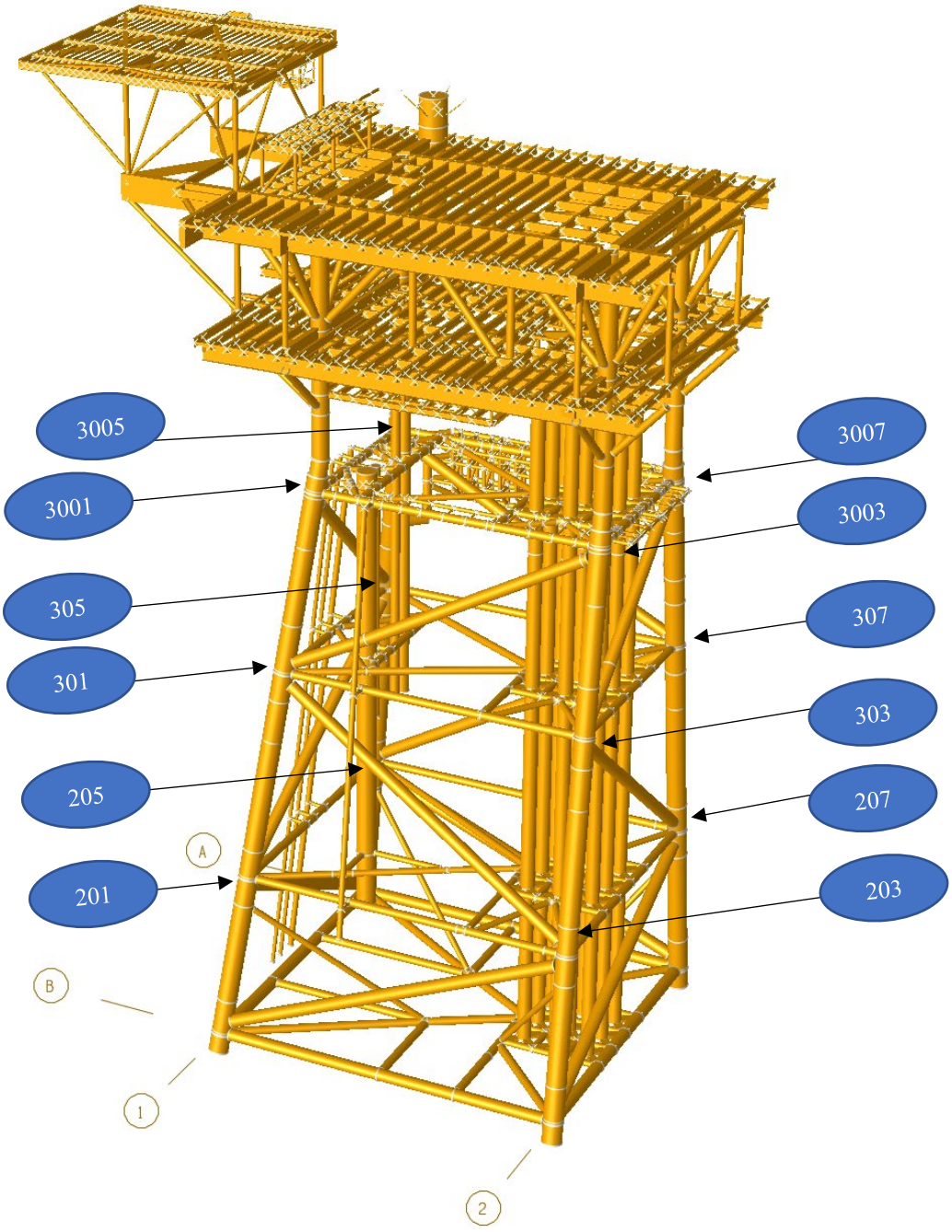
Zaidun, Yasin. 2010. *Analisa Perbandingan Metode Assessment Berbasis Resiko dengan Metode Assessment Berbasis Waktu pada Stasiun Pengolahan Gas*. Jakarta : UI.

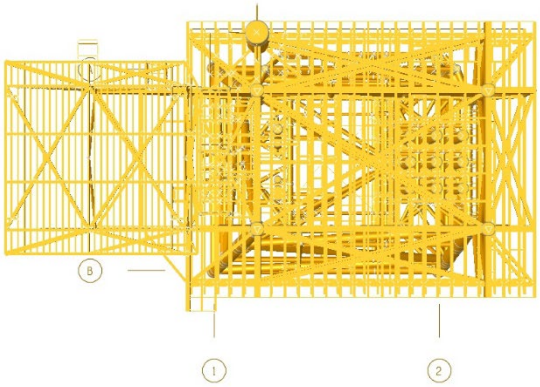
LAMPIRAN

Lampiran A
Model *XMA Platform*



Lampiran Gambar. Tampak Isometris Platform


3005
3001
305
301
205
201
3007
3003
307
303
207
203
A
B
1
2



Lampiran Gambar. Tampak Atas Platform

Lampiran Gambar. Tampak Samping Platform

Lampiran B
Load Combination
Report FEED PT Pertamina EP

Basic Load Case

Load Case	Description
101	Selfweight < Operating Maximum Water Depth
102	Selfweight < Operating Minimum Water Depth
103	Selfweight < Storm Maximum Water Depth
104	Selfweight < Storm Minimum Water Depth
111	Jacket Appurtenance Load
121	Deck Appurtenance Load
201	Live Load - Main Deck
202	Live Load - Cellar Deck
205	Live Load - Helideck
208	Live Load < Jacket Walkway
301	Equipment Load at Main Deck
302	Equipment Load at Cellar Deck
303	Helicopter load
304	Lateral Helicopter Load < X Direction
305	Lateral Helicopter Load < Y Direction
311	Piping Load at Main Deck
312	Piping Load at Cellar Deck
400	Pedestal Crane Dead Load
410	Operating Crane Load
411	Crane - Moment X Direction
412	Crane - Moment Y Direction
500	Work Ove Rig Load
601	Operating Env.Load at 0 Deg. Dir Max W.O
602	Operating Env.Load at 45 Deg. Dir Max W.O
603	Operating Env.Load at 90 Deg. Dir Max W.O
604	Operating Env.Load at 135 Deg. Dir Max W.O
605	Operating Env.Load at 180 Deg. Dir Max W.O
606	Operating Env.Load at 225 Deg. Dir Max W.O
607	Operating Env.Load at 270 Deg. Dir Max W.O
608	Operating Env.Load at 315 Deg. Dir Max W.O
651	Operating Env.Load at 0 Deg. Dir Max W.O
652	Operating Env.Load at 45 Deg. Dir Min W.O
653	Operating Env.Load at 90 Deg. Dir Min W.O
654	Operating Env.Load at 135 Deg. Dir Min W.O
655	Operating Env.Load at 180 Deg. Dir Min W.O
656	Operating Env.Load at 225 Deg. Dir Min W.O
657	Operating Env.Load at 270 Deg. Dir Min W.O
658	Operating Env.Load at 315 Deg. Dir Min W.O
701	Storm Env.Load at 0 Deg. Dir Max W.O
702	Storm Env.Load at 45 Deg. Dir Max W.O

Load Case	Description
705	Storm Env.Load at 180 Deg. Dir Max W.O
706	Storm Env.Load at 225 Deg. Dir Max W.O
707	Storm Env.Load at 270 Deg. Dir Max W.O
708	Storm Env.Load at 315 Deg. Dir Max W.O
751	Storm Env.Load at 0 Deg. Dir Min W.O
752	Storm Env.Load at 45 Deg. Dir Min W.O
753	Storm Env.Load at 90 Deg. Dir Min W.O
754	Storm Env.Load at 135 Deg. Dir Min W.O
755	Storm Env.Load at 180 Deg. Dir Min W.O
756	Storm Env.Load at 225 Deg. Dir Min W.O
757	Storm Env.Load at 270 Deg. Dir Min W.O
758	Storm Env.Load at 315 Deg. Dir Min W.O
801	Operating Wind Load X Dir. at Deck Area
802	Operating Wind Load Y Dir. at Deck Area
811	Operating Wind Load X Dir. at Helideck Area
812	Operating Wind Load Y Dir. at Helideck Area
851	Storm Wind Load X Dir. at Deck Area
852	Storm Wind Load Y Dir. at Deck Area
851	Storm Wind Load X Dir. at Helideck Area
852	Storm Wind Load Y Dir. at Helideck Area

Load Combination

The load combination used in the in-place analyses are as follow:

Load Combination for In-Place Analysis

Load Combinations	Description
1001 to 1008	**1 - Year Operating Condition (Maximum Water Depth)** Structural selfweight + Jacket Appurtenances + Deck Appurtenances + Equipment load + Helicopter Load (selfweight & Lateral Load) + Piping load + Live load + Crane Load + Crane Moment Load + Work Over Rig + 1-year (1-minute) wind, wave and current load
1501 to 1508	**1 - Year Operating Condition (Minimum Water Depth)** Structural selfweight + Jacket Appurtenances + Deck Appurtenances + Equipment load + Helicopter Load (selfweight & Lateral Load) + Piping load + Live load + Crane Load + Crane Moment Load + Work Over Rig + 1-year (1-minute) wind, wave and current load
2001 to 2008	**100 - Years Storm Condition (Maximum Water Depth)** Structural selfweight + Jacket Appurtenances + Deck Appurtenances + Equipment load + Helicopter Load (selfweight) + Piping load + Live load + Crane Load + Work Over Rig + 1-year (1-minute) wind, wave and current load
2501 to 2508	**100 - Years Storm Condition (Minimum Water Depth)** Structural selfweight + Jacket Appurtenances + Deck Appurtenances + Equipment load + Helicopter Load (selfweight) + Piping load + Live load + Crane Load + Work Over Rig + 1-year (1-minute) wind, wave and current load

Load Combination for Operating Condition with Maximum Water Depth

LC	Basic Load Case	Load Combination							
		1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008
101	Selfweight < Operating Maximum W.O	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
111	Jacket Appurtenance Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
121	Deck Appurtenance Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
201	Live Load - Main Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
202	Live Load - Cellar Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
205	Live Load - Helideck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
208	Live Load < Jacket Walkway	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
301	Equipment Load at Main Deck	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
302	Equipment Load at Cellar Deck	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
303	Helicopter Load	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
304	Lateral Helicopter Load < X Dir.	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71	1.00	0.71
305	Lateral Helicopter Load < Y Dir.	1.00	0.71	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71
311	Piping Load at Main Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
312	Piping Load at Cellar Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
400	Pedestal Crane Oead Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
411	Crane Moment Load on X Dir.	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71	1.00	0.71
412	Crane Moment Load on Y Dir.	1.00	0.71	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71
500	Work Over Rig Load	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
651	Operating Env.Load at 0 Deg. Dir Max W.O	1.00	-	-	-	-	-	-	-
652	Operating Env.Load at 45 Deg. Dir Min W.O	-	1.00	-	-	-	-	-	-
653	Operating Env.Load at 90 Deg. Dir Min W.O	-	-	1.00	-	-	-	-	-
654	Operating Env.Load at 135 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	1.00	-	-	-	-
655	Operating Env.Load at 180 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	1.00	-	-	-
656	Operating Env.Load at 225 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	1.00	-	-
657	Operating Env.Load at 270 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	-	1.00	-
658	Operating Env.Load at 315 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	-	-	1.00
801	Operating Wind Load X Dir. at Deck Area	1.00	1.01	-	-1.01	-1.00	-1.01	-	1.01
802	Operating Wind Load Y Dir. at Deck Area	-	0.99	1.00	0.99	-	-0.99	-1.00	-0.99
811	Operating Wind Load X Dir. at Helideck Area	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71	1.00	0.71
812	Operating Wind Load Y Dir. at Helideck Area	1.00	0.71	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71

Table Load Combination for Operating Condition with Minimum Water Depth

LC	Basic Load Case	Load Combination							
		1501	1502	1503	1504	1505	1506	1507	1508
102	Selfweight < Operating Minimum W.O	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
111	Jacket Appurtenance Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
121	Deck Appurtenance Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
201	Live Load - Main Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
202	Live Load - Cellar Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
205	Live Load - Helideck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
208	Live Load < Jacket Walkway	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
301	Equipment Load at Main Deck	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
302	Equipment Load at Cellar Deck	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
303	Helicopter Load	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
304	Lateral Helicopter Load < X Dir.	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71	1.00	0.71
305	Lateral Helicopter Load < Y Dir.	1.00	0.71	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71
311	Piping Load at Main Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
312	Piping Load at Cellar Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
400	Pedestal Crane Oead Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
411	Crane Moment Load on X Dir.	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71	1.00	0.71
412	Crane Moment Load on Y Dir.	1.00	0.71	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71
500	Work Over Rig Load	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
651	Operating Env.Load at 0 Deg. Dir Max W.O	1.00	-	-	-	-	-	-	-
652	Operating Env.Load at 45 Deg. Dir Min W.O	-	1.00	-	-	-	-	-	-

LC	Basic Load Case	Load Combination							
		1501	1502	1503	1504	1505	1506	1507	1508
653	Operating Env.Load at 90 Deg. Dir Min W.O	-	-	1.00	-	-	-	-	-
654	Operating Env.Load at 135 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	1.00	-	-	-	-
655	Operating Env.Load at 180 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	1.00	-	-	-
656	Operating Env.Load at 225 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	1.00	-	-
657	Operating Env.Load at 270 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	-	1.00	-
658	Operating Env.Load at 315 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	-	-	1.00
801	Operating Wind Load X Dir. at Deck Area	1.00	1.01	-	-1.01	-1.00	-1.01	-	1.01
802	Operating Wind Load Y Dir. at Deck Area	-	0.99	1.00	0.99	-	-0.99	-1.00	-0.99
811	Operating Wind Load X Dir. at Helideck Area	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71	1.00	0.71
812	Operating Wind Load Y Dir. at Helideck Area	1.00	0.71	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71

Load Combination for Storm Condition with Maximum Water Depth

LC	Basic Load Case	Load Combination							
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
103	Selfweight < Storm Maximum W.O	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
111	Jacket Appurtenance Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
121	Deck Appurtenance Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
201	Live Load - Main Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
202	Live Load - Cellar Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
205	Live Load - Helideck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
208	Live Load < Jacket Walkway	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
301	Equipment Load at Main Deck	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
302	Equipment Load at Cellar Deck	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
311	Piping Load at Main Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
312	Piping Load at Cellar Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
400	Pedestal Crane Oead Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
500	Work Over Rig Load	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
651	Storm Env.Load at 0 Deg. Dir Max W.O	0.85	-	-	-	-	-	-	-
652	Storm Env.Load at 45 Deg. Dir Min W.O	-	0.85	-	-	-	-	-	-
653	Storm Env.Load at 90 Deg. Dir Min W.O	-	-	0.85	-	-	-	-	-
654	Storm Env.Load at 135 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	0.85	-	-	-	-
655	Storm Env.Load at 180 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	0.85	-	-	-
656	Storm Env.Load at 225 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	0.85	-	-
657	Storm Env.Load at 270 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	-	0.85	-
658	Storm Env.Load at 315 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	-	-	0.85
801	Storm Wind Load X Dir. at Deck Area	1.00	1.01	-	-1.01	-1.00	-1.01	-	1.01
802	Storm Wind Load Y Dir. at Deck Area	-	0.99	1.00	0.99	-	-0.99	-1.00	-0.99
851	Storm Wind Load X Dir. at Helideck Area	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71	1.00	0.71
852	Storm Wind Load Y Dir. at Helideck Area	1.00	0.71	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71

Load Combination for Storm Condition with Minimum Water Depth

LC	Basic Load Case	Load Combination							
		2501	2502	2503	2504	2505	2506	2507	2508
104	Selfweight < Storm Minimum W.O	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
111	Jacket Appurtenance Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
121	Deck Appurtenance Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
201	Live Load - Main Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
202	Live Load - Cellar Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
205	Live Load - Helideck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
208	Live Load < Jacket Walkway	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
301	Equipment Load at Main Deck	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
302	Equipment Load at Cellar Deck	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
311	Piping Load at Main Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
312	Piping Load at Cellar Deck	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
400	Pedestal Crane Oead Load	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

LC	Basic Load Case	Load Combination							
		2501	2502	2503	2504	2505	2506	2507	2508
500	Work Over Rig Load	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
651	Storm Env.Load at 0 Deg. Dir Max W.O	0.85	-	-	-	-	-	-	-
652	Storm Env.Load at 45 Deg. Dir Min W.O	-	0.85	-	-	-	-	-	-
653	Storm Env.Load at 90 Deg. Dir Min W.O	-	-	0.85	-	-	-	-	-
654	Storm Env.Load at 135 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	0.85	-	-	-	-
655	Storm Env.Load at 180 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	0.85	-	-	-
656	Storm Env.Load at 225 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	0.85	-	-
657	Storm Env.Load at 270 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	-	0.85	-
658	Storm Env.Load at 315 Deg. Dir Min W.O	-	-	-	-	-	-	-	0.85
801	Storm Wind Load X Dir. at Deck Area	1.00	1.01	-	-1.01	-1.00	-1.01	-	1.01
802	Storm Wind Load Y Dir. at Deck Area	-	0.99	1.00	0.99	-	-0.99	-1.00	-0.99
851	Storm Wind Load X Dir. at Helideck Area	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71	1.00	0.71
852	Storm Wind Load Y Dir. at Helideck Area	1.00	0.71	-	-0.71	-1.00	-0.71	-	0.71

Lampiran C
SACS Input List

MEMBER NUMBER	MEMBER END	GROUP ID	LOAD CASE	FORCE(X) KIPS	FORCE(Y) KIPS	FORCE(Z) KIPS	MOMENT(X) IN-KIPS	MOMENT(Y) IN-KIPS	MOMENT(Z) IN-KIPS
3071-3007	3071	JW3	1001	-56.81	1.40	-20.78	748.29	-924.51	85.15
			1002	-79.26	0.20	-20.74	767.01	-951.71	68.52
			1003	-92.82	-0.11	-21.46	764.32	-1017.55	47.98
			1004	-82.95	0.94	-22.85	787.15	-1072.35	49.72
			1005	-62.72	2.62	-22.87	779.99	-1049.28	71.58
			1006	-38.90	3.68	-22.68	781.96	-1010.07	94.31
			1007	-27.74	3.88	-21.51	763.71	-940.11	109.96
			1008	-38.13	2.96	-20.30	770.51	-897.42	110.62
			1501	-56.53	1.55	-20.76	751.03	-922.87	90.10
			1502	-78.97	0.35	-20.72	769.76	-950.07	73.46
			1503	-92.54	0.04	-21.44	767.07	-1015.94	52.92
			1504	-82.69	1.08	-22.83	789.92	-1070.79	54.66
			1505	-62.46	2.77	-22.85	782.76	-1047.75	76.50
			1506	-38.65	3.82	-22.66	784.73	-1008.52	99.23
			1507	-27.49	4.02	-21.49	766.47	-938.54	114.90
			1508	-37.86	3.11	-20.28	773.26	-895.82	115.54
	3007		1001	-56.81	1.40	-21.00	748.29	-1281.65	109.10
			1002	-79.26	0.20	-20.95	767.01	-1308.10	72.01
			1003	-92.82	-0.11	-21.65	764.32	-1386.08	46.14
			1004	-82.95	1.01	-23.08	787.15	-1464.90	66.34
			1005	-62.72	2.74	-23.12	779.99	-1442.37	117.44
			1006	-38.90	3.73	-22.95	781.96	-1400.15	157.66
			1007	-27.74	3.88	-21.76	763.71	-1310.01	176.27
			1008	-38.13	2.88	-20.48	770.51	-1246.03	160.57
			1501	-56.53	1.55	-20.98	751.03	-1279.64	116.55
			1502	-78.97	0.35	-20.93	769.76	-1306.10	79.49
			1503	-92.54	0.04	-21.63	767.07	-1384.11	53.60
			1504	-82.69	1.15	-23.06	789.92	-1463.00	73.78
			1505	-62.46	2.89	-23.10	782.76	-1440.50	124.86
			1506	-38.65	3.88	-22.93	784.73	-1398.25	165.09
			1507	-27.49	4.02	-21.74	766.47	-1308.08	183.70
			1508	-37.86	3.03	-20.46	773.26	-1244.07	168.03
3143-3007	3143	JW7	1001	-14.49	1.84	-6.86	-14.44	-371.50	-3.23
			1002	-20.48	2.29	-6.81	-21.60	-375.16	-7.46
			1003	-21.70	2.49	-6.77	-29.87	-373.70	-11.71
			1004	-16.79	2.25	-7.20	-29.28	-388.60	-11.45
			1005	-10.72	1.93	-7.30	-23.87	-387.80	-8.01
			1006	-5.62	1.51	-7.38	-19.37	-387.88	-2.84
			1007	-4.21	1.32	-7.17	-13.45	-378.05	0.96
			1008	-9.16	1.59	-7.00	-11.27	-376.48	0.68

			1501	-14.65	1.87	-6.87	-14.23	-372.42	-3.04
			1502	-20.63	2.32	-6.82	-21.38	-376.08	-7.27
			1503	-21.86	2.52	-6.78	-29.66	-374.62	-11.52
			1504	-16.95	2.28	-7.21	-29.06	-389.54	-11.26
			1505	-10.89	1.97	-7.31	-23.66	-388.73	-7.82
			1506	-5.78	1.54	-7.39	-19.15	-388.81	-2.66
			1507	-4.37	1.35	-7.18	-13.24	-378.98	1.15
			1508	-9.31	1.63	-7.01	-11.06	-377.41	0.86
	3007		1001	-14.49	1.84	-7.07	-14.44	-638.15	67.17
			1002	-20.48	2.29	-7.01	-21.60	-639.69	80.16
			1003	-21.70	2.61	-6.94	-29.87	-636.14	85.99
			1004	-16.79	2.43	-7.42	-29.28	-668.42	78.16
			1005	-10.72	2.00	-7.54	-23.87	-672.00	67.26
			1006	-5.62	1.51	-7.63	-19.37	-675.21	54.96
			1007	-4.21	1.20	-7.41	-13.45	-657.17	49.30
			1008	-9.16	1.42	-7.18	-11.27	-648.04	58.33
			1501	-14.65	1.87	-7.08	-14.23	-639.48	68.59
			1502	-20.63	2.32	-7.02	-21.38	-641.02	81.58
			1503	-21.86	2.65	-6.95	-29.66	-637.48	87.42
			1504	-16.95	2.46	-7.43	-29.06	-669.77	79.60
			1505	-10.89	2.03	-7.55	-23.66	-673.36	68.70
			1506	-5.78	1.54	-7.64	-19.15	-676.56	56.40
			1507	-4.37	1.24	-7.42	-13.24	-658.51	50.74
			1508	-9.31	1.45	-7.19	-11.06	-649.38	59.77
3141-3007	3141	JW9	1001	10.20	7.30	-15.06	-311.34	-1243.78	86.26
			1002	3.29	8.92	-14.46	-334.68	-1193.02	98.17
			1003	-8.51	9.47	-13.57	-351.12	-1126.72	94.38
			1004	-20.07	8.25	-15.06	-354.85	-1201.42	79.96
			1005	-22.33	6.76	-15.83	-338.69	-1248.35	71.19
			1006	-14.62	5.29	-16.31	-328.99	-1280.49	64.32
			1007	-0.29	4.77	-15.98	-310.33	-1281.54	65.75
			1008	10.42	6.10	-15.58	-308.77	-1281.42	81.74
			1501	9.28	7.43	-15.09	-311.77	-1248.29	88.91
			1502	2.36	9.06	-14.50	-335.11	-1197.53	100.83
			1503	-9.42	9.61	-13.60	-351.55	-1131.24	97.04
			1504	-20.98	8.38	-15.09	-355.28	-1205.98	82.63
			1505	-23.23	6.89	-15.87	-339.12	-1252.92	73.87
			1506	-15.52	5.42	-16.34	-329.42	-1285.06	67.01
			1507	-1.20	4.90	-16.02	-310.76	-1286.10	68.43
			1508	9.51	6.23	-15.61	-309.20	-1285.96	84.41
	3007		1001	10.20	7.30	-15.81	-311.34	-1660.44	283.30
			1002	3.29	8.92	-15.21	-334.68	-1593.59	339.08
			1003	-8.51	9.68	-14.04	-351.12	-1499.43	352.90
			1004	-20.07	8.36	-15.77	-354.85	-1617.52	304.17
			1005	-22.33	6.76	-16.64	-338.69	-1686.65	253.60
			1006	-14.62	5.20	-17.16	-328.99	-1732.31	205.82
			1007	-0.29	4.56	-16.73	-310.33	-1723.20	191.72

1008	10.42	5.98	-16.21	-308.77	-1710.58	244.79
1501	9.28	7.43	-15.84	-311.77	-1665.86	289.54
1502	2.36	9.06	-15.24	-335.11	-1599.00	345.31
1503	-9.42	9.81	-14.07	-351.55	-1504.87	359.17
1504	-20.98	8.49	-15.80	-355.28	-1623.01	310.49
1505	-23.23	6.89	-16.67	-339.12	-1692.15	259.94
1506	-15.52	5.33	-17.20	-329.42	-1737.81	212.17
1507	-1.20	4.70	-16.77	-310.76	-1728.70	198.06
1508	9.51	6.12	-16.24	-309.20	-1716.05	251.09

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.50 AND LESS THAN 1.00

MEMBER	GROUP ID	MAXIMUM COMBINED UNITY CK	DIST FROM END	AXIAL STRESS KSI	BENDING STRESS Y KSI	BENDING STRESS Z KSI	SHEAR FORCE FY KIPS	SHEAR FORCE FZ KIPS
7019-5002	BR4	0.591	25.7	-7.91	-1.39	-1.56	-0.06	-0.53
7020-5006	BR4	0.599	25.7	-8.04	-1.48	1.70	0.11	-0.55
215- 207	J23	0.563	13.7	-1.89	-11.94	-0.79	-1.29	-10.77
216- 203	J28	0.597	15.4	-2.34	-11.77	0.43	0.34	-3.44
217- 207	J28	0.589	15.4	-2.31	-11.62	-0.54	-0.32	-3.46
3001-3110	JW1	0.513	0.0	-1.86	-10.57	-0.34	3.72	28.27
3138-3003	JW2	0.546	2.2	-2.11	-10.88	-1.89	-7.62	-17.74
3071-3007	JW3	0.526	1.4	-2.43	-10.23	0.46	1.01	-23.08
3142-3003	JW7	0.661	3.2	-2.07	-14.50	-1.25	-1.63	-6.93

3143-3007	JW7	0.646	3.2	-1.16	-15.29	1.82	2.46	-7.43
9325-3090	RSC	0.531	1.9	-0.08	-13.83	-0.11	-0.08	-8.60
5170-5172	WC5	0.765	0.0	-0.79	-8.39	0.00	0.00	8.55
5185-5006	WC5	0.561	6.0	0.15	-12.82	-0.31	0.00	-11.89
7002-7006	WM5	0.590	30.0	-0.75	-4.12	0.06	0.00	-4.03
7038-7162	WM5	0.559	0.0	-0.14	-11.36	-1.95	0.39	15.12
7096-7210	WM5	0.540	0.0	-0.03	-12.40	0.41	-0.05	11.72
7154-7156	WM5	0.534	30.0	0.09	-12.58	0.00	0.00	-12.07
7169-7042	WM5	0.510	3.3	0.08	-11.09	-1.06	-0.26	-10.17
7198-7197	WM5	0.543	3.0	-0.06	-12.63	-0.22	-0.06	-11.55
7204-7190	WM5	0.592	6.0	-0.13	-13.37	0.58	0.09	-10.82
7213-7112	WM5	0.542	6.0	-0.03	-12.67	0.15	0.02	-11.79

```
SOIL INVESTIGATION XMA (ADOPTED FROM BORING XA - SOILMAKLELAN MAY 29, 1973)
PSIOPT +ZENG    CE    SM                999                                  490.0
PLTRQ SD                                          UCE
PLGRUP
PLGRUP P11         36.0002.000 29.00011.60036.000  83.500           1.200
PLGRUP P11         36.0001.500 29.00011.60036.000  35.000           1.200
PLGRUP P11         36.0001.000 29.00011.60036.000 101.500           1.200
PLGRUP P11         36.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.2007.0686
PLGRUP P31         36.0002.000 29.00011.60036.000  83.500           1.200
PLGRUP P31         36.0001.500 29.00011.60036.000  35.000           1.200
PLGRUP P31         36.0001.000 29.00011.60036.000 101.500           1.200
PLGRUP P31         36.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.2007.0686
PLGRUP P51         36.0002.000 29.00011.60036.000  83.500           1.200
PLGRUP P51         36.0001.500 29.00011.60036.000  35.000           1.200
PLGRUP P51         36.0001.000 29.00011.60036.000 101.500           1.200
PLGRUP P51         36.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.2007.0686
PLGRUP P71         36.0002.000 29.00011.60036.000  83.500           1.200
PLGRUP P71         36.0001.500 29.00011.60036.000  35.000           1.200
PLGRUP P71         36.0001.000 29.00011.60036.000 101.500           1.200
PLGRUP P71         36.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.2007.0686
PLGRUP DC1         30.0001.000 29.00011.60036.000 145.000           1.000
PLGRUP DC1         30.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.0004.9087
PLGRUP DC2         30.0001.000 29.00011.60036.000 145.000           1.000
PLGRUP DC2         30.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.0004.9087
PLGRUP DC3         30.0001.000 29.00011.60036.000 145.000           1.000
PLGRUP DC3         30.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.0004.9087
```

```
PLGRUP DC4         30.0001.000 29.00011.60036.000 145.000           1.000
PLGRUP DC4         30.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.0004.9087
PLGRUP DC5         30.0001.000 29.00011.60036.000 145.000           1.000
PLGRUP DC5         30.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.0004.9087
PLGRUP DC6         30.0001.000 29.00011.60036.000 145.000           1.000
PLGRUP DC6         30.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.0004.9087
PLGRUP DC7         30.0001.000 29.00011.60036.000 145.000           1.000
PLGRUP DC7         30.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.0004.9087
PLGRUP DC8         30.0001.000 29.00011.60036.000 145.000           1.000
PLGRUP DC8         30.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.0004.9087
PLGRUP DC9         30.0001.000 29.00011.60036.000 145.000           1.000
PLGRUP DC9         30.0001.500 29.00011.60036.000   5.000           1.0004.9087
PILE
PILE   002 202 P11                                                  SOL1
PILE   004 204 P31                                                  SOL1
PILE   006 206 P51                                                  SOL1
PILE   008 208 P71                                                  SOL1
PILE  90119021 DC1                                                  SOL1
PILE  90129022 DC2                                                  SOL1
PILE  90139023 DC3                                                  SOL1
PILE  90149024 DC4                                                  SOL1
PILE  90159025 DC5                                                  SOL1
PILE  90169026 DC6                                                  SOL1
PILE  90179027 DC7                                                  SOL1
PILE  90189028 DC8                                                  SOL1
PILE  90199029 DC9                                                  SOL1
```

```
SOIL
************************************************************************
*  Original Soil Input is based on 36 in diameter
*  Original [Z] unit is [in], so [Z] factor is 1.0
*  Original [T] unit is [psi], and SACS [T] unit is [ksi]
*  ---> [T] factor is 0.001
*  consider 3' scour
************************************************************************
SOIL TZAXIAL HEAD  8  8                SOL1
SOIL T-Z     SLOCSM   8        10.00   0.001
SOIL         T-Z   0.00  0.00  0.09  0.03  0.17  0.07  0.28  0.11  0.31  0.14
SOIL         T-Z   0.34  0.16  0.35  0.19  0.35  9.00
SOIL T-Z     SLOCSM   8  10.0  34.00   0.001
SOIL         T-Z   0.00  0.00  0.52  0.03  1.04  0.07  1.67  0.11  1.87  0.14
SOIL         T-Z   2.04  0.16  2.08  0.19  2.08  9.00
SOIL T-Z     SLOCSM   8  34.01 56.0    0.001
SOIL         T-Z   0.00  0.00  1.56  0.03  3.13  0.07  5.00  0.11  5.63  0.14
SOIL         T-Z   6.13  0.16  6.25  0.19  6.25  9.00
SOIL T-Z     SLOCSM   8  56.00 87.0    0.001
SOIL         T-Z   0.00  0.00  1.39  0.03  2.78  0.07  4.44  0.11  5.00  0.14
SOIL         T-Z   5.44  0.16  5.56  0.19  5.56  9.00
SOIL T-Z     SLOCSM   8  87.0          0.001
SOIL         T-Z   0.00  0.00  1.56  0.03  3.13  0.07  5.00  0.11  5.63  0.14
SOIL         T-Z   6.13  0.16  6.25  0.19  6.25  9.00
SOIL T-Z     SLOCSM   8 87.08          0.001
SOIL         T-Z   0.00  0.00  2.17  0.03  4.34  0.07  6.94  0.11  7.81  0.14
```

```
SOIL         T-Z   8.51  0.16  8.68  0.19  8.68  9.00
SOIL T-Z     SLOC     8 140.00         0.001
SOIL         T-Z   0.00  0.00  3.56  0.03  7.12  0.07 11.39  0.11 12.81  0.14
SOIL         T-Z  13.95  0.16 14.24  0.19 14.24  9.00
SOIL T-Z     SLOC     8 251.00         0.001
SOIL         T-Z   0.00  0.00  5.03  0.03 10.07  0.07 16.11  0.11 18.13  0.14
SOIL         T-Z  19.74  0.16 20.14  0.19 20.14  9.00
SOIL BEARING HEAD  3               1.0030IN
* Original Soil Input Data for Q-Z data, [z] is [in] unit, so [z] factor = 1.0
* [Q] in original unit is kip, but in SACS unit is [ksi]
* Ø 36 IN, GROSS AREA = 1017.876 IN².
* T FACTOR = 1/1017.876 = 9.8E-4.
SOIL T-Z     SLOCSM   8   0.00 56.00  9.8E-4
SOIL         T-Z   0.00  0.00 22.00  0.14 32.00 0.29  51.00  0.72 72.00  1.44
SOIL         T-Z  88.00  2.16 114.0  3.60 114.0 7.20
SOIL T-Z     SLOCSM   8  56.00140.00  9.8E-4
SOIL         T-Z   0.00  0.00 54.00  0.14 77.00 0.29 122.00  0.72 173.0  1.44
SOIL         T-Z 211.00  2.16 273.0  3.60 273.0 7.20
SOIL T-Z     SLOCSM   8 251.0         9.8E-4
SOIL         T-Z   0.00  0.00 54.00  0.14 77.00 0.29 122.00  0.72 173.0  1.44
SOIL         T-Z 211.00  2.16 273.0  3.6 273.00 7.20
SOIL TORSION HEAD                1000.0SOL1
*
SOIL LATERAL HEAD  9   YEXP36.000   1.00SOL1
*
************************************************************************
```

```
*  scour of 3.0 ft is considered
*
*   Original soil report, P-Y data is refer to 36 in pipe
*   [Y] input unit is [in] and it is the same as SACS [Y] unit
*   Original [P] unit is lb/in, and SACS [P] unit is kip/in -->  so the
*   [P] factor is 0.001
*************************************************************************
SOIL P-Y     SLOCSM  17  0.00   3.00.001
SOIL         P-Y     0.  0.00    9.  0.05   11.  0.09   14.  0.18   18.  0.36
SOIL         P-Y    22.  0.72   28.  1.44   30.  1.80   33.  2.25   35.  2.70
SOIL         P-Y    36.  3.15   38.  3.60   41.  4.50   44.  5.40   31. 14.40
SOIL         P-Y    13. 27.00   13. 36.00
SOIL P-Y     SLOCSM  17   6.00      .001
SOIL         P-Y     0.  0.00   12.  0.05   15.  0.09   19.  0.18   24.  0.36
SOIL         P-Y    31.  0.72   39.  1.44   42.  1.80   45.  2.25   48.  2.70
SOIL         P-Y    50.  3.15   53.  3.60   57.  4.50   60.  5.40   51. 14.40
SOIL         P-Y    37. 27.00   37. 36.00
SOIL P-Y     SLOCSM  17  10.00      .001
SOIL         P-Y     0.  0.00   16.  0.05   21.  0.09   26.  0.18   33.  0.36
SOIL         P-Y    41.  0.72   52.  1.44   56.  1.80   61.  2.25   64.  2.70
SOIL         P-Y    68.  3.15   71.  3.60   76.  4.50   81.  5.40   81. 14.40
SOIL         P-Y    81. 27.00   81. 36.00
SOIL P-Y     SLOCSM  17  14.00      .001
SOIL         P-Y     0.  0.00   30.  0.05   37.  0.09   47.  0.18   59.  0.36
SOIL         P-Y    74.  0.72   94.  1.44  101.  1.80  109.  2.25  116.  2.70
SOIL         P-Y   122.  3.15  127.  3.60  137.  4.5   146.  5.40  144. 14.40
```

```
SOIL         P-Y   141. 27.00  141. 36.00
SOIL P-Y     SLOCSM  17  18.0       .001
SOIL         P-Y     0.  0.00   44.  0.05   55.  0.09   70.  0.18   88.  0.36
SOIL         P-Y   111.  0.72  139.  1.44  150.  1.80  162.  2.25  172.  2.70
SOIL         P-Y   181.  3.15  189.  3.60  204.  4.5   216.  5.40  216. 14.40
SOIL         P-Y   216. 27.00  216. 36.00
SOIL P-Y     SLOCSM  17  34.00      .001
SOIL         P-Y     0.  0.00   99.  0.05  124.  0.09  157.  0.18  197.  0.36
SOIL         P-Y   249.  0.72  313.  1.44  337.  1.80  364.  2.25  386.  2.70
SOIL         P-Y   407.  3.15  425.  3.60  458.  4.50  487.  5.40  487. 14.40
SOIL         P-Y   487. 27.00  487. 36.00
SOIL P-Y     SLOCSM  17  34.01      .001
SOIL         P-Y     0.  0.00  592.  0.01  746.  0.03  940.  0.06 1184.  0.12
SOIL         P-Y  1492.  0.23 1880.  0.47 2025.  0.58 2181.  0.73 2318.  0.88
SOIL         P-Y  2440.  1.02 2551.  1.17 2748.  1.46 2921.  1.75 2921. 4.680
SOIL         P-Y  2921. 8.770 2921. 11.69
SOIL P-Y     SLOCSM  17  56.0       .001
SOIL         P-Y     0.  0.00  592.  0.01  746.  0.02  940.  0.05 1184.  0.09
SOIL         P-Y  1492.  0.18 1880.  0.36 2025.  0.45 2181.  0.56 2318.  0.68
SOIL         P-Y  2440.  0.79 2551.  0.90 2748.  1.13 2921.  1.35 2921.  3.60
SOIL         P-Y  2921.  6.75 2921.  9.00
SOIL P-Y     SLOCSM  17 140.0       .001
SOIL         P-Y     0.  0.00 1414.  0.01 1782.  0.02 2245.  0.05 2829.  0.09
SOIL         P-Y  3564.  0.18 4491.  0.36 4838.  0.45 5211.  0.56 5538.  0.68
SOIL         P-Y  5830.  0.79 6095.  0.90 6565.  1.13 6977.  1.35 6977.  3.60
SOIL         P-Y  6977.  6.75 6977. 9.00
```

Lampiran D
Output Listing SACS

* * J O I N T C A N S U M M A R Y * *

(UNITY CHECK ORDER)

JOINT	ORIGINAL DIAMETER (IN)	ORIGINAL THICKNESS (IN)	ORIGINAL YLD STRS (KSI)	ORIGINAL UC	DESIGN DIAMETER (IN)	DESIGN THICKNESS (IN)	DESIGN YLD STRS (KSI)	DESIGN UC
3007	42.000	1.375	36.000	0.572	42.000	1.500	36.000	0.572
3001	42.000	1.500	36.000	0.470	42.000	1.500	36.000	0.470
3003	42.000	1.500	36.000	0.314	42.000	1.500	36.000	0.314
203	42.000	1.500	36.000	0.289	42.000	1.500	36.000	0.289
205	42.000	1.500	36.000	0.288	42.000	1.500	36.000	0.288
207	42.000	1.500	36.000	0.287	42.000	1.500	36.000	0.287
3005	42.000	1.500	36.000	0.242	42.000	1.500	36.000	0.242
307	42.000	1.500	36.000	0.225	42.000	1.500	36.000	0.225
301	42.000	1.500	36.000	0.189	42.000	1.500	36.000	0.189
201	42.000	1.500	36.000	0.173	42.000	1.500	36.000	0.173
303	42.000	1.500	36.000	0.141	42.000	1.500	36.000	0.141
305	42.000	1.500	36.000	0.106	42.000	1.500	36.000	0.106

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *

(JOINT ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	****** CHORD O.D. (IN)	CHORD WT (IN)	**** FY (KSI)	EFFT. CHORD LNGTH (FT)	JNT TYP	GAP	*** CHORD BRACE ** O.D. (IN)	WT (IN)	BRACE ANGLE (DEG)	LOAD CASE	* ACTING STRESSES *CHORD** STRESS (KSI)	FA (KSI)	BRACE OPB (KSI)	IPB (KSI)	* *** PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES * FA (KSI)	OPB (KSI)	IPB (KSI)	*** UNITY CHECK
201	301	232	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.93	1501	-0.59	-0.34	1.24	0.07	9.30	25.86	41.87	0.084
201	301	233	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.93	1501	-0.59	-1.56	0.13	0.76	9.30	25.86	41.87	0.173
201	301	234	42.00	1.500	36.0	3.2	T		14.00	0.375	80.29	1502	-0.67	0.86	1.01	3.67	13.71	39.25	53.23	0.093
201	151	105	42.00	1.500	36.0	4.5	K	17.57	28.00	1.000	69.85	1507	0.40	1.45	0.30	1.91	12.42	13.80	24.89	0.145
201	301	305	42.00	1.500	36.0	5.1	K	24.18	26.00	0.625	43.39	1507	0.40	-2.22	0.06	0.67	27.30	28.59	51.77	0.084
203	153	209	42.00	1.500	36.0	3.5	K	3.00	18.00	0.625	90.00	1508	1.96	-1.48	0.13	5.12	19.53	21.23	34.37	0.104
203	303	214	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.88	1004	0.90	-1.06	0.43	10.59	9.39	26.02	42.13	0.193
203	303	216	42.00	1.500	36.0	3.0	T		12.75	0.375	83.81	1508	1.96	-2.34	1.16	11.72	11.03	42.30	52.92	0.289
203	153	101	42.00	1.500	36.0	4.5	K	18.33	28.00	1.000	66.93	1501	1.81	2.86	0.06	3.39	12.69	14.17	25.56	0.247
203	303	301	42.00	1.500	36.0	4.6	K	24.01	26.00	0.625	56.65	1501	1.81	-3.70	0.26	1.58	22.55	23.66	42.83	0.176
205	305	210	42.00	1.500	36.0	3.5	K	3.01	18.00	0.500	82.93	1501	-0.58	1.41	0.16	0.13	24.17	25.83	41.82	0.065
205	305	230	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.93	1507	-0.63	-1.11	0.79	0.40	9.28	25.82	41.81	0.150
205	305	211	42.00	1.500	36.0	3.2	T		14.00	0.375	80.31	1508	-0.67	0.95	0.27	2.94	13.68	39.19	53.16	0.079
205	155	107	42.00	1.500	36.0	4.4	K	20.87	28.00	1.000	72.76	1501	-0.58	-3.16	0.04	2.55	11.52	13.48	24.31	0.288
205	305	307	42.00	1.500	36.0	4.7	K	24.16	26.00	0.625	51.71	1501	-0.58	4.43	0.06	2.41	23.79	24.87	45.02	0.191
207	157	210	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.625	90.00	1501	1.51	0.83	0.62	4.73	8.94	21.19	34.32	0.141
207	307	215	42.00	1.500	36.0	3.5	K	3.01	18.00	0.500	82.88	1003	1.60	-1.89	0.79	11.94	22.52	26.15	42.35	0.194
207	307	217	42.00	1.500	36.0	3.0	T		12.75	0.375	83.81	1002	1.70	-2.31	1.25	11.56	11.03	42.28	52.90	0.287
207	157	103	42.00	1.500	36.0	4.4	K	22.33	28.00	1.000	70.11	1507	0.77	-1.62	0.50	0.66	11.25	13.79	24.87	0.181
207	307	303	42.00	1.500	36.0	5.1	K	24.17	26.00	0.625	43.58	1507	0.77	2.37	0.28	1.26	27.19	28.52	51.64	0.097
301	2001	362	42.00	1.500	36.0	3.5	K	2.00	18.00	0.500	82.93	1502	-1.54	0.58	0.96	1.46	24.56	25.69	41.61	0.062

301	2001	331	42.00	1.500	36.0	3.3	T		16.00	0.375	80.40	1001	-1.28	1.29	0.63	2.85	14.14	35.91	53.96	0.112
301	2001	361	42.00	1.500	36.0	3.3	T		16.00	0.500	82.93	1506	0.87	0.51	0.63	0.18	10.78	27.71	41.63	0.070
301	201	203	42.00	1.500	36.0	4.4	K	19.51	26.00	0.625	63.72	1501	-1.30	-3.73	0.06	1.82	20.16	21.71	39.31	0.189
301	2001	2104	42.00	1.500	36.0	4.6	K	22.13	26.00	1.125	55.83	1502	-1.54	1.72	0.45	0.81	12.76	13.82	25.02	0.169

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(JOINT ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. (IN)	CHORD WT (IN)	CHORD FY (KSI)	EFFT. CHORD LNGTH (FT)	JNT TYP	GAP (IN)	BRACE O.D. (IN)	BRACE WT (IN)	BRACE ANGLE (DEG)	LOAD CASE	ACTING STRESSES CHORD STRESS (KSI)	ACTING STRESSES BRACE FA (KSI)	ACTING STRESSES BRACE OPB (KSI)	ACTING STRESSES BRACE IPB (KSI)	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA (KSI)	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB (KSI)	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB (KSI)	UNITY CHECK
303	203	309	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	90.00	1501	2.29	0.56	0.41	4.77	11.18	26.09	42.24	0.079
303	2003	329	42.00	1.500	36.0	3.0	T		12.75	0.375	84.52	1508	2.46	-0.81	0.11	10.64	11.10	42.48	53.16	0.115
303	2003	315	42.00	1.500	36.0	3.3	K	3.01	16.00	0.500	82.88	1507	2.17	-1.37	0.73	10.11	24.18	27.98	42.04	0.141
303	203	207	42.00	1.500	36.0	4.5	K	14.04	26.00	0.625	57.83	1507	2.17	2.34	0.49	0.80	20.83	23.48	42.51	0.134
303	2003	2111	42.00	1.500	36.0	5.1	K	22.13	26.00	1.125	43.40	1007	2.14	-0.80	0.34	0.77	15.71	17.04	30.84	0.072
305	2105	310	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.93	1504	0.35	0.80	0.40	1.74	11.11	25.98	42.08	0.089
305	2105	332	42.00	1.500	36.0	3.3	T		16.00	0.375	80.40	1504	0.35	-0.59	0.98	3.06	11.86	36.23	54.43	0.080
305	2105	360	42.00	1.500	36.0	3.3	K	3.01	16.00	0.500	82.93	1507	-1.38	0.99	0.35	0.69	23.55	27.29	41.00	0.055
305	205	201	42.00	1.500	36.0	4.5	K	17.12	26.00	0.625	57.53	1507	-1.38	-2.24	0.01	1.08	21.32	22.98	41.60	0.106
305	2105	2110	42.00	1.500	36.0	5.1	K	22.13	26.00	1.125	43.19	1507	-1.38	1.06	0.56	0.04	15.37	16.68	30.20	0.103
307	207	310	42.00	1.500	36.0	3.5	K	2.00	18.00	0.500	90.00	1504	1.34	0.85	0.30	4.46	24.78	26.00	42.10	0.057
307	2106	330	42.00	1.500	36.0	3.0	T		12.75	0.375	84.52	1006	0.51	0.84	0.38	11.00	13.40	42.02	52.57	0.115
307	2106	316	42.00	1.500	36.0	3.3	T		16.00	0.500	82.88	1506	0.49	-0.59	2.01	9.64	8.92	27.70	41.62	0.192
307	207	205	42.00	1.500	36.0	4.5	K	22.01	26.00	0.625	58.78	1501	1.66	4.40	0.06	1.45	21.86	23.21	42.02	0.205
307	2106	2109	42.00	1.500	36.0	4.4	K	21.39	26.00	1.125	61.16	1508	1.19	-2.29	0.19	3.66	12.23	13.30	24.08	0.225
3001	2101	2110	42.00	1.500	36.0		K	3.00	26.00	1.125	56.04	1007	1.49	1.13	0.07	0.15	14.13	13.97	25.30	0.085
3001	3301	3032	42.00	1.500	36.0		K	3.00	18.00	1.000	82.94	1007	1.49	-2.76	0.96	9.03	11.59	14.17	22.94	0.461
3001	3301	3110	42.00	1.500	36.0		T		18.00	1.000	82.94	1502	-2.27	-1.86	0.97	10.53	10.17	13.95	22.59	0.470
3003	2103	2104	42.00	1.500	36.0		K	3.00	26.00	1.125	60.87	1503	1.75	1.36	0.88	1.18	13.29	13.31	24.09	0.171

3003	2103	3138	42.00	1.500	36.0		K	3.00	18.00	0.750	90.00	1502	2.49	-2.44	0.51	10.87	16.49	18.12	29.34	0.314
3003	3303	3070	42.00	1.500	36.0		T		18.00	0.625	82.88	1504	1.61	-1.85	0.41	9.76	16.35	21.32	34.52	0.212
3003	2103	3142	42.00	1.500	36.0		T		12.75	0.375	94.18	1508	3.56	-2.20	0.69	13.99	26.51	42.55	53.24	0.168
3007	2107	2109	42.00	1.500	36.0		T		26.00	1.125	66.06	1508	-3.21	-2.24	0.76	0.53	10.75	12.44	22.53	0.270
3007	3305	3113	42.00	1.500	36.0		K	3.00	18.00	1.000	82.94	1508	-3.21	0.23	1.04	9.76	12.18	13.90	22.51	0.282
3007	3305	3033	42.00	1.500	36.0		T		18.00	1.000	82.93	1508	-3.21	-1.98	2.64	9.73	10.11	13.90	22.51	0.572

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(JOINT ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. (IN)	CHORD WT (IN)	CHORD FY (KSI)	EFFT. CHORD LNGTH (FT)	JNT TYP	GAP (IN)	BRACE O.D. (IN)	BRACE WT (IN)	BRACE ANGLE (DEG)	LOAD CASE	ACTING STRESSES CHORD STRESS (KSI)	ACTING STRESSES BRACE FA (KSI)	ACTING STRESSES BRACE OPB (KSI)	ACTING STRESSES BRACE IPB (KSI)	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA (KSI)	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB (KSI)	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB (KSI)	UNITY CHECK
3005	2108	2111	42.00	1.500	36.0		T		26.00	1.125	56.34	1007	2.23	-0.77	0.59	0.60	12.11	14.00	25.34	0.106
3005	3307	3071	42.00	1.500	36.0		K	0.00	18.00	0.625	82.88	1504	2.86	-2.42	0.52	10.21	18.35	21.49	34.80	0.242
3005	2108	3143	42.00	1.500	36.0		T		12.75	0.375	94.19	1503	3.55	-1.50	0.52	14.68	26.48	42.52	53.20	0.145
3005	2108	3141	42.00	1.500	36.0		T		18.00	0.623	90.00	1504	2.86	-0.62	0.75	11.55	16.45	21.39	34.63	0.184

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES *CHORD** FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
3007	3305	3033	42.00	1.500	36.0		T		18.00	1.000	82.93	1001	-2.84	-1.79	2.52	9.82	10.17	13.96	22.60	0.546
							T					1002	-2.08	-1.65	1.77	9.84	10.28	14.06	22.76	0.473
							T					1003	1.94	-1.70	0.69	9.46	10.38	14.14	22.90	0.384
							T					1004	1.88	-1.89	0.13	9.16	10.40	14.16	22.93	0.350
							T					1005	1.50	-2.09	0.21	9.15	10.35	14.11	22.85	0.377
							T					1006	-2.12	-2.23	0.64	8.81	10.25	14.02	22.70	0.414
							T					1007	-2.98	-2.22	1.76	9.04	10.12	13.91	22.53	0.507
							T					1008	-3.27	-2.01	2.50	9.45	10.10	13.89	22.49	0.556
							T					1501	-2.77	-1.76	2.66	10.09	10.19	13.97	22.62	0.563
							T					1502	-2.01	-1.62	1.91	10.11	10.29	14.06	22.77	0.490
							T					1503	2.00	-1.67	0.83	9.74	10.39	14.15	22.91	0.400
							T					1504	1.95	-1.86	0.27	9.43	10.41	14.17	22.94	0.367
							T					1505	1.57	-2.06	0.35	9.43	10.35	14.12	22.86	0.394
							T					1506	-2.07	-2.20	0.78	9.08	10.26	14.03	22.72	0.430
							T					1507	-2.92	-2.19	1.90	9.31	10.13	13.92	22.54	0.523
							T					1508	-3.21	-1.98	2.64	9.73	10.11	13.90	22.51	0.572
3001	3301	3110	42.00	1.500	36.0		T		18.00	1.000	82.94	1001	-1.98	-1.90	0.87	10.06	10.21	13.99	22.65	0.446
							T					1002	-2.28	-1.85	0.97	10.40	10.16	13.95	22.58	0.463
							T					1003	-1.91	-1.78	0.73	10.41	10.21	13.99	22.65	0.437
							T					1004	-1.08	-1.70	0.30	10.34	10.33	14.09	22.82	0.392
							T					1005	1.35	-1.79	0.06	10.05	10.41	14.16	22.93	0.368
							T					1006	1.63	-1.82	0.03	9.85	10.44	14.19	22.99	0.360
							T					1007	1.49	-1.87	0.10	9.03	10.41	14.17	22.94	0.341
							T					1008	-1.34	-1.95	0.50	9.52	10.31	14.07	22.79	0.400
							T					1501	-1.98	-1.91	0.87	10.19	10.21	13.99	22.65	0.452
							T					1502	-2.27	-1.86	0.97	10.53	10.17	13.95	22.59	0.470
							T					1503	-1.91	-1.79	0.73	10.53	10.22	13.99	22.66	0.444
							T					1504	-1.07	-1.71	0.31	10.46	10.33	14.09	22.82	0.398
							T					1505	1.38	-1.80	0.07	10.18	10.41	14.16	22.94	0.375
							T					1506	1.66	-1.83	0.04	9.98	10.44	14.20	22.99	0.366
							T					1507	1.52	-1.88	0.10	9.15	10.41	14.17	22.94	0.347
							T					1508	-1.34	-1.96	0.51	9.64	10.31	14.07	22.79	0.406
3001	3301	3032	42.00	1.500	36.0		T		18.00	1.000	82.94	1001	-1.98	-1.83	0.44	9.02	10.51	13.99	22.65	0.364
							T					1002	-2.28	-1.35	0.19	8.74	10.16	13.95	22.58	0.296
							T					1003	-1.91	-1.21	0.05	8.50	10.21	13.99	22.65	0.263

T		1004	-1.08	-1.58	0.22	8.33	10.39	14.09	22.82	0.301
T		1005	1.35	-2.10	0.38	8.93	11.19	14.16	22.93	0.366
K	3.00	1006	1.63	-2.54	0.75	9.02	11.54	14.19	22.99	0.427
K	3.00	1007	1.49	-2.76	0.96	9.03	11.59	14.17	22.94	0.461
T		1008	-1.34	-2.38	0.74	9.15	11.23	14.07	22.79	0.426
T		1501	-1.98	-1.80	0.43	9.07	10.49	13.99	22.65	0.363
T		1502	-2.27	-1.32	0.18	8.80	10.17	13.95	22.59	0.295
T		1503	-1.91	-1.19	0.04	8.55	10.22	13.99	22.66	0.262
T		1504	-1.07	-1.56	0.21	8.38	10.37	14.09	22.82	0.300
T		1505	1.38	-2.07	0.37	8.98	11.18	14.16	22.94	0.365
K	3.00	1506	1.66	-2.52	0.74	9.07	11.54	14.20	22.99	0.426
K	3.00	1507	1.52	-2.73	0.96	9.08	11.59	14.17	22.94	0.460
T		1508	-1.34	-2.35	0.73	9.20	11.22	14.07	22.79	0.425

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
3003	2103	3138	42.00	1.500	36.0		K	3.00	18.00	0.750	90.00	1001	3.13	-2.48	0.33	10.37	16.56	18.19	29.46	0.292
							K	3.00				1002	2.45	-2.43	0.47	10.90	16.48	18.11	29.33	0.311
							K	3.00				1003	1.71	-2.11	0.53	11.03	16.38	18.02	29.18	0.301
							K	3.00				1004	1.58	-1.68	0.21	11.04	16.36	18.00	29.15	0.258
							K	3.00				1005	1.96	-1.61	0.10	10.63	16.42	18.06	29.24	0.236
							K	3.00				1006	2.64	-1.62	0.30	10.07	16.50	18.15	29.38	0.232
							K	3.00				1007	3.38	-1.90	0.21	9.28	16.59	18.22	29.50	0.225
							K	3.00				1008	3.52	-2.32	0.03	10.02	16.61	18.23	29.52	0.256
							K	3.00				1501	3.17	-2.50	0.37	10.34	16.57	18.19	29.46	0.294
							K	3.00				1502	2.49	-2.44	0.51	10.87	16.49	18.12	29.34	0.314
							K	3.00				1503	1.75	-2.12	0.57	11.00	16.39	18.02	29.19	0.303
							K	3.00				1504	1.61	-1.70	0.26	11.01	16.36	18.00	29.16	0.261
							K	3.00				1505	2.00	-1.63	0.06	10.60	16.42	18.06	29.25	0.233
							K	3.00				1506	2.67	-1.63	0.25	10.04	16.51	18.15	29.39	0.230
							K	3.00				1507	3.42	-1.91	0.17	9.25	16.59	18.22	29.50	0.223
							K	3.00				1508	3.56	-2.34	0.07	9.98	16.61	18.23	29.52	0.259
203	303	216	42.00	1.500	36.0	3.0	T		12.75	0.375	83.81	1001	1.80	-2.27	0.98	11.51	11.02	42.25	52.86	0.276
							T					1002	1.47	-1.76	0.70	11.27	10.98	42.16	52.75	0.223
							T					1003	1.06	-0.99	0.34	10.98	10.95	42.06	52.62	0.142
							T					1004	0.90	-0.59	0.27	10.95	10.94	42.03	52.59	0.104
							T					1005	1.04	-0.68	0.38	11.07	10.96	42.08	52.65	0.115
							T					1006	1.35	-1.16	0.70	11.38	10.99	42.17	52.77	0.168
							T					1007	1.77	-1.88	1.07	11.66	11.02	42.27	52.89	0.244
							T					1008	1.94	-2.33	1.15	11.71	11.03	42.29	52.92	0.287
							T					1501	1.81	-2.28	0.98	11.52	11.02	42.25	52.86	0.278
							T					1502	1.48	-1.78	0.71	11.28	10.98	42.16	52.75	0.224
							T					1503	1.07	-1.00	0.34	10.99	10.95	42.06	52.63	0.143
							T					1504	0.91	-0.60	0.27	10.96	10.94	42.04	52.60	0.105
							T					1505	1.04	-0.69	0.38	11.08	10.96	42.08	52.66	0.117
							T					1506	1.36	-1.17	0.71	11.39	10.99	42.17	52.77	0.170
							T					1507	1.78	-1.89	1.08	11.67	11.02	42.27	52.89	0.246
							T					1508	1.96	-2.34	1.16	11.72	11.03	42.30	52.92	0.289
205	155	107	42.00	1.500	36.0	4.4	K	20.31	28.00	1.000	72.76	1001	-0.57	-3.13	0.03	2.52	11.52	13.48	24.32	0.285
							K	20.36				1002	-0.29	-2.67	0.15	2.03	11.57	13.51	24.38	0.248
							K	21.31				1003	0.17	-1.59	0.26	0.88	11.57	13.55	24.44	0.158

K	24.16	1004	0.31	-0.55	0.20	0.19	11.43	13.56	24.46	0.063
K	24.16	1005	0.23	-0.19	0.07	0.52	11.46	13.55	24.44	0.023
K	24.16	1006	-0.38	-0.60	0.09	0.04	11.56	13.52	24.38	0.059
K	22.58	1007	-0.62	-1.71	0.19	1.13	11.47	13.47	24.31	0.165
K	20.87	1008	-0.65	-2.81	0.15	2.23	11.48	13.46	24.28	0.264
K	20.32	1501	-0.58	-3.16	0.04	2.55	11.52	13.48	24.31	0.288
K	20.37	1502	-0.30	-2.70	0.13	2.06	11.57	13.51	24.37	0.250
K	21.32	1503	0.15	-1.62	0.25	0.91	11.58	13.55	24.44	0.159
K	24.16	1504	0.28	-0.58	0.18	0.16	11.47	13.56	24.46	0.064
K	24.16	1505	0.21	-0.22	0.06	0.49	11.57	13.55	24.43	0.024
K	24.16	1506	-0.38	-0.62	0.11	0.02	11.59	13.51	24.38	0.062
K	22.56	1507	-0.63	-1.74	0.20	1.16	11.48	13.47	24.30	0.169
K	20.87	1508	-0.67	-2.84	0.16	2.26	11.48	13.46	24.28	0.268

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
207	307	217	42.00	1.500	36.0	3.0	T		12.75	0.375	83.81	1001	1.52	-2.10	1.37	11.11	11.01	42.23	52.84	0.267
							T					1002	1.70	-2.31	1.25	11.56	11.03	42.28	52.90	0.287
							T					1003	1.60	-1.92	0.98	11.71	11.02	42.25	52.86	0.246
							T					1004	1.23	-1.10	0.68	11.46	10.98	42.15	52.74	0.163
							T					1005	0.90	-0.53	0.60	11.00	10.95	42.06	52.62	0.106
							T					1006	0.71	-0.31	0.71	10.64	10.93	42.00	52.56	0.086
							T					1007	0.78	-0.62	1.02	10.44	10.94	42.03	52.60	0.120
							T					1008	1.17	-1.44	1.33	10.70	10.98	42.14	52.73	0.204
							T					1501	1.51	-2.09	1.38	11.10	11.01	42.23	52.84	0.266
							T					1502	1.69	-2.30	1.26	11.56	11.03	42.27	52.90	0.286
							T					1503	1.59	-1.91	0.98	11.70	11.02	42.25	52.86	0.245
							T					1504	1.22	-1.09	0.68	11.45	10.98	42.15	52.74	0.162
							T					1505	0.89	-0.51	0.61	11.00	10.95	42.06	52.62	0.105
							T					1506	0.70	-0.30	0.71	10.63	10.93	42.00	52.56	0.085
							T					1507	0.77	-0.61	1.02	10.43	10.94	42.03	52.59	0.119
							T					1508	1.16	-1.43	1.33	10.69	10.98	42.14	52.73	0.203
3007	3305	3113	42.00	1.500	36.0		K	3.00	18.00	1.000	82.94	1001	-2.84	0.16	0.92	9.61	12.22	13.96	22.60	0.260
							T					1002	-2.08	-0.14	0.56	9.20	10.28	14.06	22.76	0.217
							T					1003	1.94	-0.59	0.23	8.67	10.38	14.14	22.90	0.217
							T					1004	1.88	-0.92	0.05	9.32	10.40	14.16	22.93	0.257
							T					1005	1.50	-0.86	0.02	9.57	10.35	14.11	22.85	0.260
							T					1006	-2.12	-0.54	0.31	9.64	10.25	14.02	22.70	0.255
							T					1007	-2.98	-0.05	0.75	9.70	10.12	13.91	22.53	0.244
							K	3.00				1008	-3.27	0.26	0.92	9.74	12.17	13.89	22.49	0.275
							K	3.00				1501	-2.77	0.13	1.05	9.62	12.23	13.97	22.62	0.266
							T					1502	-2.01	-0.18	0.69	9.22	10.29	14.06	22.77	0.230
							T					1503	2.00	-0.62	0.36	8.69	10.39	14.15	22.91	0.229
							T					1504	1.95	-0.95	0.18	9.33	10.41	14.16	22.94	0.270
							T					1505	1.57	-0.89	0.15	9.58	10.35	14.12	22.86	0.272
							T					1506	-2.07	-0.57	0.43	9.65	10.26	14.03	22.72	0.267
							T					1507	-2.92	-0.08	0.88	9.71	10.13	13.92	22.54	0.257
							K	3.00				1508	-3.21	0.23	1.04	9.76	12.18	13.90	22.51	0.282
3007	2107	2109	42.00	1.500	36.0		T		26.00	1.125	66.06	1001	-2.84	-2.31	0.26	1.08	10.78	12.50	22.62	0.237
							T					1002	-2.08	-2.03	0.16	1.00	10.81	12.58	22.78	0.203
							T					1003	1.94	-1.45	0.32	0.72	10.92	12.66	22.92	0.159

T	1004	1.88	-0.95	0.07	0.42	10.93	12.67	22.94	0.093
T	1005	1.50	-0.88	0.51	0.44	10.88	12.63	22.86	0.122
T	1006	-2.12	-1.12	0.81	0.53	10.77	12.55	22.72	0.169
T	1007	-2.98	-1.73	1.07	0.87	10.64	12.45	22.54	0.249
T	1008	-3.27	-2.24	0.70	1.09	10.76	12.43	22.51	0.267
T	1501	-2.77	-2.30	0.32	0.52	10.78	12.50	22.64	0.240
T	1502	-2.01	-2.03	0.10	0.44	10.82	12.59	22.79	0.196
T	1503	2.00	-1.44	0.26	0.16	10.92	12.67	22.93	0.153
T	1504	1.95	-0.95	0.13	0.14	10.94	12.68	22.95	0.097
T	1505	1.57	-0.88	0.57	0.12	10.89	12.64	22.87	0.126
T	1506	-2.07	-1.12	0.87	0.03	10.78	12.56	22.73	0.173
T	1507	-2.92	-1.72	1.13	0.31	10.65	12.46	22.56	0.252
T	1508	-3.21	-2.24	0.76	0.53	10.75	12.44	22.53	0.270

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
203	153	101	42.00	1.500	36.0	4.5	K	18.74	28.00	1.000	66.93	1001	1.80	2.84	0.05	3.37	12.69	14.17	25.55	0.245
							K	19.13				1002	1.47	2.49	0.07	3.00	12.81	14.14	25.50	0.213
							K	19.23				1003	1.06	1.51	0.03	2.03	13.09	14.10	25.44	0.124
							K	17.50				1004	0.90	0.60	0.04	1.15	13.09	14.09	25.42	0.051
							K	13.83				1005	1.04	0.35	0.08	0.91	13.10	14.11	25.45	0.034
							K	15.54				1006	1.35	0.70	0.04	1.27	13.13	14.14	25.51	0.058
							K	17.51				1007	1.77	1.65	0.01	2.25	12.84	14.17	25.57	0.137
							K	18.33				1008	1.94	2.58	0.04	3.16	12.69	14.18	25.58	0.221
							K	18.74				1501	1.81	2.86	0.06	3.39	12.69	14.17	25.56	0.247
							K	19.13				1502	1.48	2.51	0.07	3.01	12.81	14.14	25.50	0.215
							K	19.24				1503	1.07	1.52	0.03	2.05	13.09	14.10	25.44	0.125
							K	17.58				1504	0.91	0.61	0.04	1.16	13.09	14.10	25.43	0.052
							K	14.09				1505	1.04	0.37	0.08	0.93	13.10	14.11	25.45	0.035
							K	15.64				1506	1.36	0.72	0.04	1.29	13.13	14.14	25.51	0.060
							K	17.53				1507	1.78	1.67	0.01	2.26	12.83	14.17	25.57	0.139
							K	18.33				1508	1.96	2.60	0.04	3.18	12.69	14.18	25.58	0.223
3005	3307	3071	42.00	1.500	36.0		T		18.00	0.625	82.88	1001	3.48	-1.67	0.76	8.95	16.58	21.56	34.91	0.201
							K	3.00				1002	3.67	-2.32	0.50	9.13	18.24	21.59	34.96	0.219
							K	3.00				1003	3.43	-2.72	0.32	9.68	18.74	21.56	34.92	0.237
							K	3.00				1004	2.75	-2.43	0.46	10.23	18.26	21.48	34.79	0.241
							T					1005	2.17	-1.84	0.82	10.07	16.74	21.40	34.65	0.233
							T					1006	1.93	-1.14	1.10	9.77	16.38	21.35	34.58	0.201
							T					1007	2.23	-0.81	1.23	9.15	16.42	21.39	34.64	0.177
							T					1008	3.00	-1.12	1.12	8.70	16.52	21.49	34.80	0.182
							T					1501	3.62	-1.66	0.81	8.93	16.65	21.57	34.93	0.203
							K	3.00				1502	3.80	-2.31	0.55	9.12	18.33	21.60	34.97	0.220
							K	3.00				1503	3.55	-2.71	0.37	9.66	18.81	21.57	34.93	0.238
							K	3.00				1504	2.86	-2.42	0.52	10.21	18.35	21.49	34.80	0.242
							T					1505	2.29	-1.83	0.87	10.06	16.86	21.41	34.67	0.233
							T					1506	2.06	-1.13	1.15	9.76	16.39	21.36	34.60	0.203
							T					1507	2.37	-0.81	1.28	9.13	16.43	21.40	34.65	0.178
							T					1508	3.14	-1.11	1.17	8.69	16.53	21.50	34.81	0.184
307	2106	2109	42.00	1.500	36.0	4.4	K	22.01	26.00	1.125	61.16	1001	1.68	-2.33	0.08	3.30	12.28	13.34	24.16	0.215
							K	21.67				1002	1.95	-2.06	0.42	2.87	12.30	13.37	24.20	0.213
							K	19.91				1003	1.85	-1.48	0.61	2.25	12.14	13.36	24.18	0.176

K	15.29	1004	1.34	-0.98	0.43	1.88	11.45	13.31	24.10	0.124
K	11.85	1005	0.82	-0.91	0.23	1.86	10.91	13.26	24.01	0.106
K	15.66	1006	0.51	-1.15	0.01	2.25	11.31	13.23	23.95	0.111
K	19.83	1007	0.62	-1.75	0.29	2.91	11.83	13.24	23.97	0.185
K	21.55	1008	1.21	-2.27	0.16	3.37	12.22	13.30	24.08	0.218
K	21.93	1501	1.66	-2.36	0.05	3.59	12.28	13.34	24.16	0.218
K	21.49	1502	1.91	-2.08	0.39	3.17	12.31	13.37	24.20	0.215
K	19.71	1503	1.83	-1.50	0.58	2.55	12.23	13.36	24.18	0.177
K	15.19	1504	1.34	-1.00	0.40	2.18	11.60	13.31	24.10	0.125
K	11.94	1505	0.81	-0.93	0.20	2.16	11.09	13.26	24.01	0.107
K	15.56	1506	0.49	-1.17	0.04	2.55	11.45	13.23	23.95	0.117
K	19.65	1507	0.58	-1.78	0.33	3.20	11.91	13.24	23.97	0.192
K	21.39	1508	1.19	-2.29	0.19	3.66	12.23	13.30	24.08	0.225

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
3003	3303	3070	42.00	1.500	36.0		T		18.00	0.625	82.88	1001	3.13	-1.40	0.77	9.28	16.57	21.54	34.88	0.191
							T					1002	2.45	-1.63	0.30	9.03	16.48	21.45	34.73	0.180
							T					1003	1.71	-1.82	0.38	9.35	16.36	21.34	34.55	0.202
							T					1004	1.58	-1.84	0.39	9.73	16.34	21.31	34.51	0.211
							T					1005	1.96	-1.73	0.03	9.74	16.41	21.38	34.63	0.186
							T					1006	2.64	-1.48	0.64	9.83	16.52	21.49	34.79	0.199
							T					1007	3.38	-1.32	1.23	9.44	16.59	21.57	34.93	0.210
							T					1008	3.52	-1.30	1.16	9.29	16.61	21.58	34.95	0.203
							T					1501	3.17	-1.41	0.75	9.30	16.57	21.54	34.88	0.191
							T					1502	2.49	-1.63	0.28	9.06	16.48	21.45	34.74	0.180
							T					1503	1.75	-1.82	0.40	9.37	16.37	21.34	34.56	0.204
							T					1504	1.61	-1.85	0.41	9.76	16.35	21.32	34.52	0.212
							T					1505	2.00	-1.73	0.00	9.76	16.42	21.39	34.64	0.185
							T					1506	2.67	-1.49	0.61	9.86	16.52	21.49	34.80	0.199
							T					1507	3.42	-1.33	1.20	9.47	16.60	21.57	34.93	0.209
							T					1508	3.56	-1.31	1.13	9.31	16.61	21.59	34.96	0.202
307	207	205	42.00	1.500	36.0	4.5	K	21.92	26.00	0.625	58.78	1001	1.68	4.35	0.05	1.44	21.94	23.21	42.02	0.202
							K	22.01				1002	1.95	3.73	0.22	1.16	22.07	23.25	42.09	0.179
							K	22.01				1003	1.85	2.32	0.47	0.37	22.22	23.23	42.06	0.125
							K	22.01				1004	1.34	1.02	0.33	0.31	22.14	23.15	41.91	0.060
							K	22.01				1005	0.82	0.62	0.01	0.48	22.05	23.06	41.75	0.029
							K	22.01				1006	0.51	1.20	0.24	0.11	22.00	23.01	41.66	0.065
							K	22.01				1007	0.62	2.65	0.39	0.63	22.01	23.03	41.70	0.138
							K	22.01				1008	1.21	4.01	0.20	1.31	22.10	23.13	41.88	0.191
							K	22.01				1501	1.66	4.40	0.06	1.45	21.86	23.21	42.02	0.205
							K	22.01				1502	1.91	3.77	0.21	1.18	21.97	23.25	42.09	0.182
							K	22.01				1503	1.83	2.37	0.47	0.38	22.23	23.23	42.06	0.127
							K	22.01				1504	1.34	1.06	0.32	0.30	22.15	23.15	41.91	0.062
							K	22.01				1505	0.81	0.67	0.00	0.47	22.06	23.06	41.75	0.031
							K	22.01				1506	0.49	1.25	0.25	0.10	22.00	23.01	41.66	0.068
							K	22.01				1507	0.58	2.70	0.40	0.65	22.02	23.03	41.70	0.140
							K	22.01				1508	1.19	4.05	0.21	1.32	22.03	23.13	41.88	0.194
207	307	215	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.88	1001	1.52	-0.61	1.12	10.91	11.05	26.14	42.33	0.164
							K	3.01				1002	1.70	-1.47	1.12	11.62	21.98	26.17	42.38	0.185
							K	3.01				1003	1.60	-1.89	0.79	11.94	22.52	26.15	42.35	0.194

K	3.01	1004	1.23	-1.47	0.30	11.61	18.34	26.09	42.25	0.167
T		1005	0.90	-0.84	0.07	10.98	9.40	26.03	42.16	0.160
T		1006	0.71	-0.08	0.07	10.37	9.38	26.00	42.11	0.072
K	3.01	1007	0.78	0.49	0.43	10.01	24.27	26.02	42.14	0.093
K	3.01	1008	1.17	0.19	0.90	10.32	24.33	26.09	42.24	0.102
T		1501	1.51	-0.57	1.13	10.90	9.99	26.14	42.33	0.167
K	3.01	1502	1.69	-1.44	1.12	11.60	21.80	26.17	42.38	0.184
K	3.01	1503	1.59	-1.87	0.79	11.92	22.39	26.15	42.35	0.193
K	3.01	1504	1.22	-1.44	0.30	11.60	18.09	26.09	42.25	0.166
T		1505	0.89	-0.82	0.07	10.96	9.40	26.03	42.16	0.158
T		1506	0.70	-0.05	0.07	10.35	9.38	26.00	42.10	0.068
K	3.01	1507	0.77	0.52	0.43	9.99	24.27	26.02	42.13	0.094
K	3.01	1508	1.16	0.22	0.91	10.30	24.33	26.09	42.24	0.103

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
203	303	214	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.88	1001	1.80	-0.52	0.47	10.62	9.46	26.15	42.35	0.135
							T					1002	1.47	-0.88	0.10	10.31	9.43	26.10	42.26	0.156
							T					1003	1.06	-1.13	0.34	10.24	9.40	26.03	42.16	0.192
							T					1004	0.90	-1.06	0.43	10.59	9.39	26.02	42.13	0.193
							T					1005	1.04	-0.88	0.25	10.97	9.40	26.05	42.18	0.171
							T					1006	1.35	-0.55	0.18	11.35	9.43	26.10	42.27	0.138
							T					1007	1.77	-0.24	0.64	11.43	9.46	26.16	42.37	0.123
							T					1008	1.94	-0.26	0.72	11.09	9.47	26.18	42.39	0.123
							T					1501	1.81	-0.50	0.48	10.63	9.46	26.15	42.35	0.134
							T					1502	1.48	-0.86	0.11	10.33	9.43	26.10	42.26	0.155
							T					1503	1.07	-1.12	0.34	10.25	9.40	26.04	42.16	0.191
							T					1504	0.91	-1.05	0.43	10.60	9.39	26.02	42.14	0.192
							T					1505	1.04	-0.87	0.25	10.98	9.40	26.05	42.18	0.170
							T					1506	1.36	-0.54	0.19	11.36	9.43	26.11	42.27	0.137
							T					1507	1.78	-0.23	0.65	11.45	9.46	26.17	42.37	0.122
							T					1508	1.96	-0.24	0.73	11.11	9.47	26.18	42.40	0.122
307	2106	316	42.00	1.500	36.0	3.3	T		16.00	0.500	82.88	1001	1.68	0.12	0.37	8.80	10.91	27.94	41.98	0.068
							T					1002	1.95	0.36	0.00	9.36	10.93	27.99	42.06	0.083
							T					1003	1.85	0.39	0.04	9.85	10.92	27.97	42.02	0.092
							T					1004	1.34	0.09	0.82	10.19	10.87	27.87	41.87	0.097
							T					1005	0.82	-0.29	1.66	9.94	8.95	27.77	41.72	0.149
							T					1006	0.51	-0.48	1.96	9.68	8.92	27.70	41.62	0.179
							T					1007	0.62	-0.53	1.90	9.14	8.93	27.73	41.66	0.176
							T					1008	1.21	-0.25	1.12	8.86	8.99	27.85	41.84	0.112
							T					1501	1.66	0.02	0.41	8.77	10.91	27.94	41.98	0.060
							T					1502	1.91	0.26	0.04	9.33	10.93	27.99	42.06	0.074
							T					1503	1.83	0.29	0.08	9.82	10.92	27.97	42.02	0.084
							T					1504	1.34	-0.02	0.86	10.15	9.00	27.87	41.87	0.092
							T					1505	0.81	-0.39	1.70	9.91	8.95	27.77	41.72	0.162
							T					1506	0.49	-0.59	2.01	9.64	8.92	27.70	41.62	0.192
							T					1507	0.58	-0.64	1.94	9.11	8.93	27.73	41.67	0.189
							T					1508	1.19	-0.35	1.16	8.82	8.99	27.85	41.84	0.125
205	305	307	42.00	1.500	36.0	4.7	K	24.16	26.00	0.625	51.71	1001	-0.57	4.38	0.06	2.39	23.79	24.87	45.03	0.189
							K	24.16				1002	-0.29	3.76	0.43	2.06	23.85	24.93	45.14	0.177
							K	24.16				1003	0.17	2.35	0.72	1.53	23.91	25.00	45.26	0.128

K	21.59	1004	0.31	1.05	0.57	0.99	23.92	25.02	45.30	0.067
K	13.46	1005	0.23	0.65	0.17	0.81	23.89	24.99	45.25	0.034
K	20.59	1006	-0.38	1.23	0.23	0.96	23.82	24.94	45.14	0.061
K	24.16	1007	-0.62	2.68	0.46	1.57	23.75	24.86	45.01	0.133
K	24.16	1008	-0.65	4.04	0.25	2.19	23.75	24.84	44.96	0.182
K	24.16	1501	-0.58	4.43	0.06	2.41	23.79	24.87	45.02	0.191
K	24.16	1502	-0.30	3.80	0.43	2.08	23.85	24.93	45.13	0.179
K	24.16	1503	0.15	2.40	0.72	1.55	23.90	25.00	45.26	0.130
K	21.80	1504	0.28	1.09	0.57	1.01	23.91	25.02	45.29	0.069
K	14.30	1505	0.21	0.70	0.17	0.83	23.88	24.99	45.24	0.036
K	20.82	1506	-0.38	1.28	0.23	0.98	23.82	24.93	45.14	0.063
K	24.16	1507	-0.63	2.73	0.46	1.59	23.75	24.86	45.00	0.135
K	24.16	1508	-0.67	4.08	0.25	2.21	23.75	24.83	44.96	0.184

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
301	201	203	42.00	1.500	36.0	4.4	K	19.21	26.00	0.625	63.72	1001	-1.28	-3.70	0.06	1.79	20.16	21.71	39.30	0.189
							K	19.92				1002	-1.53	-3.42	0.04	1.59	19.92	21.66	39.20	0.175
							K	21.73				1003	-1.25	-2.28	0.09	1.04	20.24	21.70	39.28	0.117
							K	22.13				1004	-0.63	-1.05	0.01	0.43	20.90	21.81	39.49	0.051
							K	22.13				1005	0.56	-0.65	0.00	0.25	20.99	21.91	39.66	0.031
							K	22.13				1006	0.84	-0.94	0.05	0.41	21.04	21.95	39.74	0.047
							K	20.45				1007	0.76	-2.05	0.13	1.04	21.02	21.93	39.69	0.104
							K	19.54				1008	-0.76	-3.27	0.08	1.68	20.90	21.82	39.49	0.162
							K	19.18				1501	-1.30	-3.73	0.06	1.82	20.16	21.71	39.31	0.189
							K	19.89				1502	-1.54	-3.44	0.04	1.62	19.92	21.66	39.21	0.176
							K	21.66				1503	-1.26	-2.30	0.08	1.07	20.25	21.70	39.28	0.118
							K	22.13				1504	-0.64	-1.08	0.00	0.46	20.91	21.82	39.49	0.052
							K	22.13				1505	0.59	-0.67	0.01	0.28	20.99	21.91	39.66	0.032
							K	22.13				1506	0.87	-0.96	0.06	0.44	21.04	21.95	39.75	0.048
							K	20.39				1507	0.79	-2.07	0.14	1.07	21.02	21.93	39.70	0.105
							K	19.51				1508	-0.77	-3.29	0.08	1.71	20.90	21.82	39.50	0.163
3005	2108	3141	42.00	1.500	36.0		T		18.00	0.623	90.00	1001	3.48	0.30	0.53	11.78	19.58	21.46	34.74	0.155
							T					1002	3.67	0.10	0.97	11.37	19.60	21.49	34.79	0.157
							T					1003	3.43	-0.25	1.15	10.72	16.51	21.46	34.75	0.164
							T					1004	2.75	-0.59	0.71	11.50	16.44	21.38	34.62	0.179
							T					1005	2.17	-0.66	0.30	11.94	16.35	21.30	34.48	0.174
							T					1006	1.93	-0.43	0.08	12.21	16.30	21.25	34.41	0.156
							T					1007	2.23	-0.01	0.17	12.14	16.34	21.29	34.47	0.132
							T					1008	3.00	0.31	0.21	12.10	19.50	21.39	34.63	0.148
							T					1501	3.62	0.27	0.56	11.83	19.58	21.46	34.76	0.156
							T					1502	3.80	0.07	1.01	11.41	19.61	21.49	34.80	0.158
							T					1503	3.55	-0.28	1.19	10.77	16.52	21.47	34.76	0.168
							T					1504	2.86	-0.62	0.75	11.55	16.45	21.39	34.63	0.184
							T					1505	2.29	-0.68	0.34	11.98	16.37	21.31	34.50	0.178
							T					1506	2.06	-0.46	0.04	12.26	16.32	21.26	34.43	0.156
							T					1507	2.37	-0.04	0.13	12.18	16.35	21.30	34.49	0.133
							T					1508	3.14	0.28	0.25	12.14	19.51	21.40	34.65	0.149
207	157	103	42.00	1.500	36.0	4.4	T		28.00	1.000	70.11	1001	1.52	-0.24	0.65	0.72	8.29	13.85	24.99	0.077
							K	9.97				1002	1.70	0.75	0.58	1.65	12.96	13.87	25.02	0.104
							K	13.22				1003	1.60	1.25	0.39	2.07	12.86	13.86	25.00	0.132

```
K  10.58                1004   1.23   0.78   0.22   1.57  12.90  13.83  24.94    0.081
T                       1005   0.90  -0.07   0.21   0.74   6.86  13.80  24.89    0.027
K  24.17                1006   0.71  -1.01   0.29   0.14  10.48  13.78  24.86    0.117
K  21.15                1007   0.78  -1.59   0.50   0.63  11.24  13.79  24.87    0.178
K  22.55                1008   1.17  -1.17   0.64   0.19  11.19  13.83  24.94    0.150
T                       1501   1.51  -0.27   0.65   0.69   8.71  13.85  24.99    0.079
K   9.66                1502   1.69   0.72   0.58   1.63  12.98  13.87  25.02    0.101
K  13.12                1503   1.59   1.22   0.39   2.05  12.87  13.86  25.00    0.130
K  10.30                1504   1.22   0.75   0.23   1.55  12.91  13.83  24.94    0.078
T                       1505   0.89  -0.10   0.21   0.72   6.86  13.80  24.89    0.031
K  24.17                1506   0.70  -1.04   0.30   0.16  10.52  13.78  24.86    0.120
K  21.02                1507   0.77  -1.62   0.50   0.66  11.25  13.79  24.87    0.181
K  22.33                1508   1.16  -1.20   0.64   0.22  11.21  13.83  24.94    0.153
```

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
203	303	301	42.00	1.500	36.0	4.6	K	24.01	26.00	0.625	56.65	1001	1.80	-3.67	0.26	1.56	22.55	23.66	42.83	0.175
							K	24.01				1002	1.47	-3.39	0.08	1.46	22.50	23.61	42.74	0.155
							K	24.01				1003	1.06	-2.25	0.35	0.87	22.14	23.55	42.64	0.117
							K	24.01				1004	0.90	-1.02	0.14	0.27	19.91	23.54	42.61	0.057
							K	24.01				1005	1.04	-0.62	0.22	0.04	17.90	23.56	42.66	0.044
							K	24.01				1006	1.35	-0.91	0.65	0.22	21.13	23.62	42.75	0.070
							K	24.01				1007	1.77	-2.02	0.92	0.71	22.57	23.67	42.85	0.129
							K	24.01				1008	1.94	-3.24	0.71	1.28	22.58	23.68	42.88	0.174
							K	24.01				1501	1.81	-3.70	0.26	1.58	22.55	23.66	42.83	0.176
							K	24.01				1502	1.48	-3.41	0.09	1.49	22.50	23.61	42.74	0.157
							K	24.01				1503	1.07	-2.27	0.35	0.89	22.15	23.55	42.64	0.118
							K	24.01				1504	0.91	-1.05	0.14	0.29	19.98	23.54	42.61	0.058
							K	24.01				1505	1.04	-0.64	0.22	0.06	18.06	23.57	42.66	0.045
							K	24.01				1506	1.36	-0.93	0.64	0.24	21.18	23.62	42.76	0.071
							K	24.01				1507	1.78	-2.04	0.92	0.73	22.57	23.67	42.85	0.130
							K	24.01				1508	1.96	-3.26	0.71	1.31	22.58	23.69	42.88	0.175
201	301	233	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.93	1001	-0.59	-1.55	0.13	0.76	9.30	25.85	41.87	0.172
							T					1002	-0.67	-1.36	0.20	0.98	9.28	25.83	41.82	0.155
							T					1003	-0.55	-0.93	0.29	1.38	9.30	25.86	41.87	0.112
							T					1004	-0.27	-0.54	0.21	1.72	9.34	25.93	41.99	0.067
							T					1005	0.42	-0.47	0.10	1.73	9.37	25.99	42.09	0.056
							T					1006	0.52	-0.68	0.04	1.51	9.39	26.02	42.13	0.075
							T					1007	0.40	-1.10	0.02	1.08	9.37	25.99	42.09	0.119
							T					1008	-0.30	-1.48	0.04	0.78	9.33	25.92	41.97	0.160
							T					1501	-0.59	-1.56	0.13	0.76	9.30	25.86	41.87	0.173
							T					1502	-0.67	-1.37	0.20	0.97	9.29	25.83	41.82	0.155
							T					1503	-0.54	-0.93	0.29	1.38	9.30	25.86	41.87	0.112
							T					1504	-0.26	-0.54	0.21	1.72	9.34	25.93	41.99	0.068
							T					1505	0.42	-0.48	0.09	1.73	9.37	25.99	42.09	0.056
							T					1506	0.52	-0.68	0.03	1.51	9.39	26.02	42.13	0.075
							T					1507	0.40	-1.11	0.02	1.08	9.37	25.99	42.09	0.119
							T					1508	-0.30	-1.48	0.03	0.78	9.33	25.92	41.97	0.161
3003	2103	2104	42.00	1.500	36.0		K	3.00	26.00	1.125	60.87	1001	3.13	1.85	0.05	0.77	13.30	13.43	24.31	0.143
							K	3.00				1002	2.45	1.74	0.35	0.80	13.27	13.37	24.21	0.158
							K	3.00				1003	1.71	1.33	0.80	0.52	13.30	13.30	24.09	0.160

K	3.00		1004	1.58	0.94	0.58	0.22	13.40	13.29	24.06	0.114
K	3.00		1005	1.96	0.90	0.17	0.06	13.45	13.33	24.14	0.080
K	3.00		1006	2.64	1.01	0.38	0.05	13.41	13.40	24.25	0.103
K	3.00		1007	3.38	1.39	0.68	0.31	13.34	13.45	24.35	0.155
K	3.00		1008	3.52	1.78	0.44	0.69	13.32	13.46	24.37	0.167
K	3.00		1501	3.17	1.88	0.03	1.43	13.30	13.43	24.32	0.147
K	3.00		1502	2.49	1.77	0.43	1.46	13.26	13.38	24.22	0.169
K	3.00		1503	1.75	1.36	0.88	1.18	13.29	13.31	24.09	0.171
K	3.00		1504	1.61	0.97	0.66	0.87	13.38	13.29	24.07	0.123
K	3.00		1505	2.00	0.93	0.25	0.72	13.43	13.34	24.14	0.089
K	3.00		1506	2.67	1.04	0.30	0.70	13.40	13.40	24.26	0.101
K	3.00		1507	3.42	1.42	0.60	0.97	13.33	13.45	24.35	0.153
K	3.00		1508	3.56	1.81	0.36	1.35	13.31	13.46	24.37	0.166

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
301	2001	2104	42.00	1.500	36.0	4.6	K	22.13	26.00	1.125	55.83	1001	-1.28	1.82	0.17	1.25	12.79	13.86	25.08	0.157
							K	22.13				1002	-1.53	1.71	0.41	1.08	12.75	13.82	25.02	0.165
							K	22.13				1003	-1.25	1.30	0.59	0.76	12.77	13.85	25.07	0.145
							K	19.25				1004	-0.63	0.91	0.36	0.46	11.93	13.92	25.20	0.102
							K	16.09				1005	0.56	0.87	0.03	0.59	11.00	13.98	25.31	0.082
							K	19.88				1006	0.84	0.98	0.29	0.68	11.09	14.01	25.36	0.110
							K	22.13				1007	0.76	1.36	0.38	0.97	12.09	13.99	25.33	0.141
							K	22.13				1008	-0.76	1.75	0.11	1.18	12.85	13.92	25.20	0.146
							K	22.13				1501	-1.30	1.82	0.22	0.98	12.79	13.86	25.08	0.160
							K	22.13				1502	-1.54	1.72	0.45	0.81	12.76	13.82	25.02	0.169
							K	22.13				1503	-1.26	1.31	0.64	0.49	12.77	13.85	25.07	0.149
							K	19.41				1504	-0.64	0.92	0.41	0.19	11.94	13.92	25.21	0.106
							K	16.35				1505	0.59	0.88	0.08	0.31	11.02	13.98	25.31	0.086
							K	20.06				1506	0.87	0.98	0.25	0.41	11.11	14.01	25.37	0.106
							K	22.13				1507	0.79	1.37	0.33	0.70	12.10	13.99	25.33	0.138
							K	22.13				1508	-0.77	1.75	0.07	0.91	12.85	13.92	25.21	0.143
3003	2103	3142	42.00	1.500	36.0		T		12.75	0.375	94.18	1001	3.13	-2.24	0.44	14.14	26.44	42.45	53.12	0.166
							T					1002	2.45	-2.04	0.24	14.57	26.30	42.27	52.89	0.159
							T					1003	1.71	-1.50	0.00	14.74	26.12	42.06	52.62	0.136
							T					1004	1.58	-1.05	0.16	15.00	26.08	42.01	52.57	0.126
							T					1005	1.96	-0.98	0.43	14.72	26.20	42.15	52.74	0.126
							T					1006	2.64	-1.21	0.73	14.48	26.36	42.35	52.99	0.138
							T					1007	3.38	-1.74	0.85	13.77	26.48	42.52	53.20	0.153
							T					1008	3.52	-2.18	0.72	14.00	26.50	42.54	53.23	0.168
							T					1501	3.17	-2.26	0.41	14.12	26.45	42.46	53.13	0.166
							T					1502	2.49	-2.07	0.21	14.55	26.31	42.28	52.91	0.159
							T					1503	1.75	-1.53	0.02	14.73	26.13	42.07	52.64	0.137
							T					1504	1.61	-1.07	0.13	14.99	26.09	42.02	52.58	0.126
							T					1505	2.00	-1.01	0.41	14.70	26.21	42.16	52.75	0.126
							T					1506	2.67	-1.24	0.70	14.46	26.37	42.36	53.00	0.138
							T					1507	3.42	-1.77	0.82	13.76	26.49	42.52	53.21	0.153
							T					1508	3.56	-2.20	0.69	13.99	26.51	42.55	53.24	0.168
205	305	230	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.93	1001	-0.57	-0.34	0.91	0.34	9.29	25.83	41.83	0.071
							T					1002	-0.29	0.09	0.84	0.64	11.05	25.90	41.93	0.041
							T					1003	0.17	0.27	0.58	0.72	11.10	25.97	42.05	0.047

T		1004	0.31	-0.06	0.05	0.39	9.37	25.99	42.08	0.009
T		1005	0.23	-0.49	0.08	0.05	9.36	25.96	42.03	0.056
T		1006	-0.38	-0.90	0.20	0.34	9.32	25.90	41.94	0.104
T		1007	-0.62	-1.10	0.79	0.40	9.28	25.82	41.81	0.150
T		1008	-0.65	-0.80	0.99	0.07	9.27	25.80	41.77	0.124
T		1501	-0.58	-0.34	0.91	0.34	9.28	25.83	41.82	0.072
T		1502	-0.30	0.09	0.83	0.64	11.05	25.89	41.93	0.040
T		1503	0.15	0.26	0.57	0.72	11.10	25.96	42.04	0.046
T		1504	0.28	-0.06	0.05	0.39	9.37	25.98	42.08	0.009
T		1505	0.21	-0.50	0.08	0.05	9.35	25.96	42.03	0.056
T		1506	-0.38	-0.90	0.19	0.34	9.32	25.89	41.93	0.104
T		1507	-0.63	-1.11	0.79	0.40	9.28	25.82	41.81	0.150
T		1508	-0.67	-0.80	0.99	0.07	9.26	25.79	41.76	0.124

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
3005	2108	3143	42.00	1.500	36.0		T		12.75	0.375	94.19	1001	3.48	-0.99	0.06	14.64	26.47	42.50	53.18	0.115
							T					1002	3.67	-1.40	0.35	14.71	26.51	42.56	53.25	0.138
							T					1003	3.43	-1.49	0.49	14.64	26.47	42.50	53.18	0.144
							T					1004	2.75	-1.15	0.24	15.36	26.36	42.34	52.98	0.133
							T					1005	2.17	-0.74	0.02	15.41	26.22	42.18	52.78	0.114
							T					1006	1.93	-0.39	0.30	15.46	26.14	42.09	52.66	0.108
							T					1007	2.23	-0.29	0.39	15.03	26.20	42.16	52.75	0.101
							T					1008	3.00	-0.63	0.16	14.85	26.36	42.36	53.00	0.106
							T					1501	3.62	-1.00	0.09	14.68	26.48	42.51	53.19	0.116
							T					1502	3.80	-1.42	0.38	14.74	26.51	42.57	53.27	0.139
							T					1503	3.55	-1.50	0.52	14.68	26.48	42.52	53.20	0.145
							T					1504	2.86	-1.16	0.27	15.39	26.37	42.36	53.01	0.135
							T					1505	2.29	-0.75	0.01	15.45	26.24	42.20	52.80	0.114
							T					1506	2.06	-0.40	0.27	15.49	26.16	42.11	52.69	0.108
							T					1507	2.37	-0.30	0.36	15.07	26.22	42.18	52.78	0.101
							T					1508	3.14	-0.64	0.13	14.88	26.38	42.38	53.02	0.106
201	151	105	42.00	1.500	36.0	4.5	T		28.00	1.000	69.85	1001	-0.59	-0.01	0.35	0.42	6.81	13.73	24.76	0.027
							K	22.40				1002	-0.67	-0.74	0.21	0.26	10.15	13.71	24.74	0.088
							K	21.05				1003	-0.55	-1.07	0.02	0.54	10.77	13.73	24.76	0.101
							K	24.18				1004	-0.27	-0.54	0.13	0.01	10.07	13.77	24.84	0.063
							K	12.20				1005	0.42	0.30	0.07	0.87	12.84	13.80	24.89	0.030
							K	17.56				1006	0.52	1.06	0.08	1.61	12.60	13.81	24.92	0.095
							K	17.92				1007	0.40	1.43	0.30	1.89	12.42	13.80	24.89	0.143
							K	17.43				1008	-0.30	0.87	0.40	1.28	12.79	13.76	24.82	0.100
							K	3.02				1501	-0.59	0.01	0.35	0.44	14.06	13.73	24.76	0.026
							K	22.35				1502	-0.67	-0.72	0.22	0.24	10.10	13.71	24.74	0.087
							K	20.98				1503	-0.54	-1.05	0.02	0.52	10.74	13.73	24.76	0.100
							K	24.18				1504	-0.26	-0.52	0.13	0.03	9.99	13.77	24.84	0.061
							K	12.96				1505	0.42	0.32	0.07	0.89	12.83	13.80	24.89	0.031
							K	17.66				1506	0.52	1.09	0.09	1.64	12.60	13.81	24.92	0.097
							K	18.00				1507	0.40	1.45	0.30	1.91	12.42	13.80	24.89	0.145
							K	17.57				1508	-0.30	0.89	0.41	1.30	12.79	13.76	24.82	0.102
207	157	210	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.625	90.00	1001	1.52	0.82	0.61	4.72	8.94	21.19	34.32	0.139
							T					1002	1.70	0.68	0.47	4.52	8.95	21.22	34.35	0.115
							T					1003	1.60	0.25	0.32	4.14	8.94	21.20	34.33	0.058

T		1004	1.23	-0.20	0.24	3.91	7.52	21.15	34.25	0.051
T		1005	0.90	-0.38	0.30	3.86	7.49	21.11	34.18	0.078
T		1006	0.71	-0.27	0.42	4.07	7.48	21.08	34.13	0.069
T		1007	0.78	0.12	0.64	4.41	8.88	21.09	34.16	0.061
T		1008	1.17	0.61	0.73	4.69	8.91	21.15	34.25	0.122
T		1501	1.51	0.83	0.62	4.73	8.94	21.19	34.32	0.141
T		1502	1.69	0.68	0.48	4.53	8.95	21.22	34.35	0.117
T		1503	1.59	0.26	0.33	4.15	8.94	21.20	34.33	0.059
T		1504	1.22	-0.19	0.25	3.92	7.52	21.15	34.25	0.051
T		1505	0.89	-0.38	0.31	3.87	7.49	21.11	34.18	0.078
T		1506	0.70	-0.26	0.42	4.08	7.48	21.08	34.13	0.069
T		1507	0.77	0.13	0.65	4.42	8.88	21.09	34.16	0.063
T		1508	1.16	0.62	0.74	4.70	8.91	21.15	34.25	0.123

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES * BRACE FA KSI	ACTING STRESSES * BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES * BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
303	2003	315	42.00	1.500	36.0	3.3	K	3.01	16.00	0.500	82.88	1001	2.26	-0.16	1.21	9.25	24.19	27.96	42.01	0.098
							T					1002	1.80	0.51	1.24	9.28	13.24	27.86	41.87	0.132
							K	3.01				1003	1.21	0.86	1.17	9.37	23.12	27.74	41.69	0.130
							K	3.01				1004	0.96	0.46	0.99	9.76	23.95	27.71	41.63	0.110
							K	3.00				1005	1.09	-0.29	0.69	9.95	22.76	27.77	41.72	0.095
							K	3.01				1006	1.54	-0.94	0.63	10.24	24.07	27.87	41.88	0.121
							K	3.01				1007	2.14	-1.28	0.68	10.11	24.17	27.98	42.04	0.135
							K	3.01				1008	2.43	-0.89	0.97	9.69	24.22	28.01	42.08	0.124
							K	3.01				1501	2.29	-0.24	1.26	9.26	24.19	27.96	42.02	0.104
							T					1502	1.82	0.43	1.29	9.29	11.58	27.87	41.87	0.132
							K	3.01				1503	1.23	0.77	1.22	9.37	23.34	27.75	41.69	0.128
							K	3.01				1504	0.99	0.37	1.04	9.77	23.96	27.71	41.63	0.108
							K	3.01				1505	1.11	-0.38	0.74	9.96	22.31	27.77	41.72	0.101
							K	3.01				1506	1.57	-1.03	0.68	10.25	24.08	27.88	41.89	0.127
							K	3.01				1507	2.17	-1.37	0.73	10.11	24.18	27.98	42.04	0.141
							K	3.01				1508	2.46	-0.98	1.02	9.70	24.22	28.01	42.09	0.130
303	203	207	42.00	1.500	36.0	4.5	T		26.00	0.625	57.83	1001	2.26	0.59	0.45	0.04	15.39	23.47	42.48	0.057
							K	14.98				1002	1.80	-0.79	0.44	0.53	22.43	23.38	42.33	0.054
							K	16.30				1003	1.21	-1.62	0.47	0.75	22.33	23.28	42.15	0.093
							K	17.55				1004	0.96	-1.14	0.41	0.49	21.83	23.25	42.09	0.070
							K	3.01				1005	1.09	0.08	0.47	0.00	24.61	23.30	42.18	0.023
							K	14.09				1006	1.54	1.47	0.44	0.55	21.19	23.39	42.35	0.088
							K	14.68				1007	2.14	2.30	0.49	0.81	20.76	23.48	42.51	0.132
							K	14.49				1008	2.43	1.79	0.54	0.60	19.80	23.50	42.55	0.113
							T					1501	2.29	0.62	0.45	0.03	16.08	23.47	42.49	0.058
							K	15.91				1502	1.82	-0.75	0.44	0.54	22.44	23.39	42.34	0.053
							K	16.77				1503	1.23	-1.58	0.47	0.76	22.34	23.29	42.16	0.091
							K	18.27				1504	0.99	-1.11	0.41	0.50	21.71	23.25	42.10	0.069
							K	3.01				1505	1.11	0.11	0.47	0.01	24.61	23.30	42.19	0.025
							K	13.65				1506	1.57	1.50	0.44	0.54	21.29	23.40	42.35	0.089
							K	14.36				1507	2.17	2.34	0.49	0.80	20.83	23.48	42.51	0.134
							K	14.04				1508	2.46	1.82	0.54	0.59	19.91	23.51	42.56	0.115
307	2106	330	42.00	1.500	36.0	3.0	T		12.75	0.375	84.52	1001	1.68	-0.24	0.67	10.77	11.07	42.38	53.03	0.079
							T					1002	1.95	-0.18	0.92	11.00	11.09	42.45	53.12	0.081
							T					1003	1.85	0.13	0.88	10.97	13.58	42.42	53.08	0.073

T		1004	1.34	0.56	0.34	11.16	13.51	42.27	52.89	0.094
T		1005	0.82	0.88	0.20	10.91	13.44	42.11	52.69	0.113
T		1006	0.51	0.84	0.38	11.00	13.40	42.02	52.57	0.115
T		1007	0.62	0.49	0.35	10.88	13.42	42.06	52.62	0.087
T		1008	1.21	0.02	0.20	10.88	13.50	42.24	52.85	0.049
T		1501	1.66	-0.26	0.62	10.76	11.07	42.38	53.03	0.079
T		1502	1.91	-0.20	0.87	10.98	11.09	42.45	53.12	0.081
T		1503	1.83	0.11	0.84	10.96	13.58	42.42	53.08	0.070
T		1504	1.34	0.54	0.29	11.14	13.51	42.27	52.89	0.092
T		1505	0.81	0.86	0.25	10.90	13.44	42.11	52.69	0.113
T		1506	0.49	0.82	0.43	10.99	13.40	42.02	52.57	0.115
T		1507	0.58	0.47	0.39	10.87	13.42	42.06	52.63	0.087
T		1508	1.19	0.00	0.15	10.87	13.50	42.24	52.85	0.046

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
303	2003	329	42.00	1.500	36.0	3.0	T		12.75	0.375	84.52	1001	2.26	-0.67	0.05	10.45	11.08	42.41	53.07	0.101
							T					1002	1.80	-0.20	0.18	10.68	11.02	42.26	52.88	0.063
							T					1003	1.21	0.44	0.33	10.75	13.43	42.08	52.65	0.082
							T					1004	0.96	0.74	0.41	11.02	13.40	42.02	52.58	0.109
							T					1005	1.09	0.60	0.42	10.89	13.44	42.11	52.69	0.097
							T					1006	1.54	0.10	0.24	11.02	13.52	42.28	52.90	0.056
							T					1007	2.14	-0.53	0.08	10.76	11.08	42.44	53.10	0.091
							T					1008	2.43	-0.81	0.06	10.62	11.10	42.48	53.15	0.114
							T					1501	2.29	-0.67	0.10	10.46	11.08	42.41	53.07	0.102
							T					1502	1.82	-0.19	0.13	10.70	11.03	42.27	52.89	0.062
							T					1503	1.23	0.44	0.29	10.77	13.43	42.08	52.66	0.081
							T					1504	0.99	0.75	0.37	11.04	13.40	42.03	52.59	0.108
							T					1505	1.11	0.60	0.37	10.91	13.45	42.12	52.70	0.097
							T					1506	1.57	0.10	0.19	11.04	13.52	42.28	52.90	0.055
							T					1507	2.17	-0.52	0.03	10.78	11.09	42.44	53.10	0.089
							T					1508	2.46	-0.81	0.11	10.64	11.10	42.48	53.16	0.115
301	2001	331	42.00	1.500	36.0	3.3	T		16.00	0.375	80.40	1001	-1.28	1.29	0.63	2.85	14.14	35.91	53.96	0.112
							T					1002	-1.53	1.41	0.07	2.99	14.08	35.82	53.82	0.105
							T					1003	-1.25	0.91	0.78	2.92	14.12	35.89	53.92	0.089
							T					1004	-0.63	0.13	0.70	2.85	14.24	36.08	54.22	0.031
							T					1005	0.56	-0.35	0.13	2.46	11.87	36.24	54.45	0.035
							T					1006	0.84	-0.43	0.65	2.59	11.90	36.31	54.56	0.056
							T					1007	0.76	0.03	1.35	2.52	14.35	36.27	54.50	0.041
							T					1008	-0.76	0.76	1.23	2.71	14.24	36.09	54.22	0.090
							T					1501	-1.30	1.28	0.63	2.83	14.14	35.91	53.96	0.111
							T					1502	-1.54	1.40	0.07	2.98	14.08	35.82	53.83	0.105
							T					1503	-1.26	0.90	0.78	2.90	14.12	35.89	53.92	0.089
							T					1504	-0.64	0.12	0.70	2.83	14.24	36.09	54.22	0.031
							T					1505	0.59	-0.36	0.12	2.44	11.87	36.24	54.45	0.036
							T					1506	0.87	-0.44	0.65	2.57	11.90	36.32	54.57	0.057
							T					1507	0.79	0.02	1.35	2.50	14.35	36.27	54.50	0.041
							T					1508	-0.77	0.75	1.23	2.69	14.24	36.09	54.22	0.089
305	205	201	42.00	1.500	36.0	4.5	K	21.64	26.00	0.625	57.53	1001	-1.13	-0.23	0.02	0.12	21.99	23.01	41.65	0.011
							K	15.12				1002	-0.69	0.86	0.14	0.36	19.52	23.13	41.87	0.050
							K	14.37				1003	0.20	1.39	0.30	0.57	19.03	23.25	42.08	0.086

T		1004	0.38	0.68	0.40	0.31	15.80	23.28	42.14	0.060
K	16.43	1005	-0.34	-0.54	0.46	0.29	22.24	23.23	42.05	0.044
K	16.96	1006	-0.85	-1.66	0.31	0.84	22.14	23.12	41.86	0.089
K	17.10	1007	-1.37	-2.20	0.03	1.03	21.71	22.98	41.60	0.103
K	17.40	1008	-1.45	-1.47	0.03	0.66	21.35	22.94	41.53	0.070
K	20.59	1501	-1.11	-0.27	0.03	0.18	18.79	23.00	41.64	0.016
K	15.84	1502	-0.68	0.82	0.13	0.31	20.36	23.12	41.86	0.046
K	14.90	1503	0.16	1.34	0.28	0.51	19.52	23.24	42.08	0.081
T		1504	0.35	0.64	0.39	0.26	16.22	23.27	42.14	0.056
K	16.55	1505	-0.34	-0.59	0.44	0.35	22.23	23.22	42.04	0.046
K	16.99	1506	-0.86	-1.70	0.30	0.89	22.13	23.12	41.85	0.090
K	16.92	1507	-1.38	-2.24	0.01	1.08	21.32	22.98	41.60	0.106
K	17.12	1508	-1.45	-1.51	0.04	0.71	20.78	22.93	41.52	0.075

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
3005	2108	2111	42.00	1.500	36.0		T		26.00	1.125	56.34	1001	3.48	-0.01	0.20	0.34	12.23	14.11	25.54	0.015
							K	3.00				1002	3.67	0.54	0.34	0.00	14.27	14.13	25.58	0.062
							K	3.00				1003	3.43	0.84	0.51	0.14	14.26	14.11	25.55	0.095
							K	3.00				1004	2.75	0.61	0.75	0.15	14.20	14.06	25.45	0.096
							K	3.00				1005	2.17	0.08	0.95	0.11	14.12	14.00	25.35	0.074
							T					1006	1.93	-0.49	0.81	0.41	12.08	13.97	25.30	0.099
							T					1007	2.23	-0.77	0.59	0.60	12.11	14.00	25.34	0.106
							T					1008	3.00	-0.50	0.30	0.58	12.18	14.06	25.46	0.063
							K	3.00				1501	3.62	0.02	0.20	0.02	14.24	14.11	25.55	0.015
							K	3.00				1502	3.80	0.57	0.34	0.33	14.27	14.13	25.59	0.064
							K	3.00				1503	3.55	0.86	0.51	0.46	14.26	14.12	25.56	0.097
							K	3.00				1504	2.86	0.63	0.75	0.48	14.20	14.07	25.46	0.099
							K	3.00				1505	2.29	0.11	0.95	0.22	14.13	14.01	25.37	0.076
							T					1506	2.06	-0.46	0.81	0.09	12.09	13.98	25.31	0.096
							T					1507	2.37	-0.75	0.59	0.28	12.12	14.00	25.35	0.104
							T					1508	3.14	-0.48	0.30	0.26	12.19	14.07	25.47	0.061
203	153	209	42.00	1.500	36.0	3.5	K	3.00	18.00	0.625	90.00	1001	1.80	-1.50	0.02	5.29	19.50	21.20	34.33	0.102
							K	3.00				1002	1.47	-1.25	0.07	5.13	19.46	21.16	34.26	0.090
							K	3.00				1003	1.06	-0.78	0.12	4.62	18.14	21.11	34.18	0.067
							T					1004	0.90	-0.42	0.08	4.14	10.76	21.09	34.16	0.058
							T					1005	1.04	-0.39	0.02	3.97	9.33	21.12	34.20	0.057
							K	3.00				1006	1.35	-0.65	0.15	4.13	16.72	21.16	34.27	0.060
							K	3.00				1007	1.77	-1.10	0.22	4.60	19.52	21.21	34.35	0.085
							K	3.00				1008	1.94	-1.47	0.13	5.11	19.53	21.22	34.37	0.103
							K	3.00				1501	1.81	-1.51	0.02	5.30	19.51	21.20	34.33	0.102
							K	3.00				1502	1.48	-1.26	0.07	5.14	19.46	21.16	34.26	0.090
							K	3.00				1503	1.07	-0.79	0.12	4.63	18.20	21.11	34.18	0.068
							T					1504	0.91	-0.43	0.08	4.15	10.90	21.10	34.16	0.058
							T					1505	1.04	-0.40	0.02	3.98	9.48	21.12	34.20	0.056
							K	3.00				1506	1.36	-0.65	0.15	4.13	16.80	21.16	34.27	0.060
							K	3.00				1507	1.78	-1.11	0.22	4.61	19.52	21.21	34.35	0.085
							K	3.00				1508	1.96	-1.48	0.13	5.12	19.53	21.23	34.37	0.104
305	2105	2110	42.00	1.500	36.0	5.1	K	22.13	26.00	1.125	43.19	1001	-1.13	0.16	0.68	0.77	15.38	16.70	30.24	0.051
							K	22.13				1002	-0.69	-0.28	0.44	1.07	15.46	16.79	30.39	0.046
							K	22.13				1003	0.20	-0.38	0.14	1.04	15.54	16.88	30.55	0.034

T		1004	0.38	0.00	0.07	0.66	9.91	16.90	30.59	0.005
T		1005	-0.34	0.54	0.01	0.29	12.67	16.86	30.53	0.043
K	22.13	1006	-0.85	0.94	0.20	0.04	14.86	16.79	30.39	0.075
K	22.13	1007	-1.37	1.10	0.48	0.07	15.37	16.68	30.20	0.101
K	22.13	1008	-1.45	0.73	0.65	0.32	15.34	16.65	30.15	0.086
K	22.13	1501	-1.11	0.12	0.76	0.87	15.37	16.70	30.23	0.054
K	22.13	1502	-0.68	-0.31	0.52	1.17	15.45	16.79	30.39	0.053
K	22.13	1503	0.16	-0.42	0.22	1.14	15.54	16.87	30.55	0.041
K	22.13	1504	0.35	-0.03	0.01	0.77	15.56	16.90	30.59	0.003
K	22.13	1505	-0.34	0.50	0.06	0.39	13.14	16.86	30.52	0.042
K	22.13	1506	-0.86	0.91	0.28	0.14	15.20	16.78	30.38	0.076
K	22.13	1507	-1.38	1.06	0.56	0.04	15.37	16.68	30.20	0.103
K	22.13	1508	-1.45	0.69	0.73	0.43	15.33	16.65	30.14	0.089

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
207	307	303	42.00	1.500	36.0	5.1	K	7.53	26.00	0.625	43.58	1001	1.52	0.61	0.79	0.53	27.99	28.66	51.88	0.050
							K	24.17				1002	1.70	-0.76	0.66	0.02	24.59	28.69	51.93	0.054
							K	24.17				1003	1.60	-1.59	0.28	0.40	26.01	28.67	51.90	0.071
							K	24.17				1004	1.23	-1.12	0.04	0.21	22.62	28.60	51.78	0.051
							K	3.02				1005	0.90	0.10	0.22	0.29	29.97	28.54	51.66	0.011
							K	23.28				1006	0.71	1.49	0.04	0.85	27.17	28.50	51.60	0.057
							K	24.17				1007	0.78	2.33	0.28	1.25	27.19	28.52	51.64	0.096
							K	24.17				1008	1.17	1.81	0.61	1.00	27.26	28.60	51.77	0.088
							K	9.30				1501	1.51	0.65	0.80	0.54	27.61	28.66	51.88	0.051
							K	24.17				1502	1.69	-0.73	0.66	0.02	24.29	28.69	51.93	0.053
							K	24.17				1503	1.59	-1.55	0.28	0.39	25.91	28.67	51.90	0.070
							K	24.17				1504	1.22	-1.08	0.04	0.21	22.35	28.60	51.78	0.050
							K	3.02				1505	0.89	0.14	0.22	0.29	29.97	28.54	51.66	0.012
							K	23.63				1506	0.70	1.53	0.04	0.86	27.17	28.50	51.60	0.058
							K	24.17				1507	0.77	2.37	0.28	1.26	27.19	28.52	51.64	0.097
							K	24.17				1508	1.16	1.85	0.61	1.01	27.26	28.60	51.77	0.090
201	301	234	42.00	1.500	36.0	3.2	T		14.00	0.375	80.29	1001	-0.59	0.85	0.45	3.72	13.73	39.29	53.29	0.078
							T					1002	-0.67	0.85	1.02	3.67	13.71	39.24	53.23	0.093
							T					1003	-0.55	0.46	1.78	3.73	13.73	39.29	53.29	0.083
							T					1004	-0.27	-0.03	1.69	3.94	11.28	39.40	53.45	0.051
							T					1005	0.42	-0.27	0.76	4.09	11.32	39.49	53.57	0.049
							T					1006	0.52	-0.26	0.34	4.23	11.33	39.53	53.62	0.038
							T					1007	0.40	0.01	0.86	4.11	13.84	39.50	53.57	0.028
							T					1008	-0.30	0.49	0.39	3.90	13.78	39.38	53.42	0.050
							T					1501	-0.59	0.86	0.44	3.73	13.73	39.29	53.29	0.079
							T					1502	-0.67	0.86	1.01	3.67	13.71	39.25	53.23	0.093
							T					1503	-0.54	0.47	1.77	3.73	13.73	39.29	53.30	0.084
							T					1504	-0.26	-0.02	1.68	3.94	11.28	39.41	53.45	0.049
							T					1505	0.42	-0.26	0.75	4.09	11.32	39.49	53.57	0.048
							T					1506	0.52	-0.25	0.35	4.23	11.34	39.53	53.62	0.037
							T					1507	0.40	0.02	0.87	4.11	13.84	39.50	53.57	0.029
							T					1508	-0.30	0.50	0.40	3.91	13.78	39.38	53.42	0.052
305	2105	310	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.93	1001	-1.13	0.06	0.07	1.46	10.91	25.68	41.59	0.009
							T					1002	-0.69	0.21	0.35	1.44	11.00	25.82	41.81	0.034
							T					1003	0.20	0.49	0.56	1.40	11.09	25.95	42.02	0.067

T		1004	0.38	0.74	0.36	1.73	11.11	25.99	42.08	0.082
T		1005	-0.34	0.83	0.06	1.85	11.08	25.93	41.99	0.079
T		1006	-0.85	0.68	0.24	1.93	11.00	25.81	41.80	0.073
T		1007	-1.37	0.36	0.47	1.79	10.90	25.66	41.55	0.053
T		1008	-1.45	0.13	0.17	1.62	10.86	25.61	41.47	0.020
T		1501	-1.11	0.11	0.11	1.46	10.91	25.68	41.58	0.016
T		1502	-0.68	0.26	0.39	1.45	11.00	25.81	41.80	0.040
T		1503	0.16	0.54	0.60	1.41	11.09	25.95	42.02	0.073
T		1504	0.35	0.80	0.40	1.74	11.11	25.98	42.08	0.089
T		1505	-0.34	0.89	0.10	1.86	11.07	25.93	41.98	0.086
T		1506	-0.86	0.73	0.19	1.94	11.00	25.81	41.79	0.076
T		1507	-1.38	0.42	0.42	1.80	10.89	25.65	41.54	0.057
T		1508	-1.45	0.19	0.13	1.63	10.86	25.60	41.46	0.024

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
3001	2101	2110	42.00	1.500	36.0		K	3.00	26.00	1.125	56.04	1001	-1.98	0.19	0.30	0.60	13.92	13.80	24.98	0.036
							T					1002	-2.28	-0.25	0.30	0.88	11.78	13.76	24.91	0.044
							T					1003	-1.91	-0.35	0.24	1.00	11.83	13.80	24.98	0.048
							K	3.00				1004	-1.08	0.03	0.02	0.87	14.04	13.90	25.16	0.005
							K	3.00				1005	1.35	0.57	0.11	0.56	14.13	13.97	25.29	0.049
							K	3.00				1006	1.63	0.97	0.12	0.23	14.17	14.00	25.35	0.077
							K	3.00				1007	1.49	1.13	0.07	0.15	14.13	13.97	25.30	0.085
							K	3.00				1008	-1.34	0.75	0.12	0.26	14.02	13.88	25.13	0.063
							K	3.00				1501	-1.98	0.17	0.31	0.29	13.92	13.80	24.98	0.035
							T					1502	-2.27	-0.26	0.31	0.58	11.78	13.76	24.91	0.045
							T					1503	-1.91	-0.36	0.25	0.70	11.84	13.80	24.98	0.049
							K	3.00				1504	-1.07	0.02	0.01	0.56	14.04	13.90	25.17	0.003
							K	3.00				1505	1.38	0.56	0.10	0.25	14.13	13.97	25.29	0.047
							K	3.00				1506	1.66	0.96	0.11	0.08	14.17	14.00	25.35	0.076
							K	3.00				1507	1.52	1.12	0.06	0.16	14.13	13.97	25.30	0.084
							K	3.00				1508	-1.34	0.74	0.13	0.04	14.02	13.88	25.13	0.062
201	301	232	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	82.93	1001	-0.59	-0.33	1.24	0.08	9.30	25.85	41.87	0.084
							K	3.02				1002	-0.67	0.10	1.27	0.53	24.13	25.83	41.82	0.054
							K	3.02				1003	-0.55	0.31	0.99	0.69	24.15	25.86	41.87	0.051
							T					1004	-0.27	-0.03	0.32	0.32	9.34	25.93	41.99	0.016
							T					1005	0.42	-0.49	0.02	0.21	16.16	25.99	42.09	0.032
							K	3.02				1006	0.52	-0.93	0.15	0.71	24.30	26.02	42.13	0.044
							K	3.02				1007	0.40	-1.14	0.72	0.91	24.28	25.99	42.09	0.075
							K	3.02				1008	-0.30	-0.81	1.13	0.49	22.86	25.92	41.97	0.079
							T					1501	-0.59	-0.34	1.24	0.07	9.30	25.86	41.87	0.084
							K	3.02				1502	-0.67	0.10	1.27	0.52	24.13	25.83	41.82	0.054
							K	3.02				1503	-0.54	0.31	0.99	0.68	24.16	25.86	41.87	0.051
							T					1504	-0.26	-0.03	0.32	0.31	9.34	25.93	41.99	0.016
							T					1505	0.42	-0.50	0.03	0.22	16.33	25.99	42.09	0.031
							K	3.02				1506	0.52	-0.93	0.15	0.71	24.31	26.02	42.13	0.045
							K	3.02				1507	0.40	-1.15	0.72	0.92	24.28	25.99	42.09	0.075
							K	3.02				1508	-0.30	-0.81	1.14	0.50	22.98	25.92	41.97	0.079
201	301	305	42.00	1.500	36.0	5.1	T		26.00	0.625	43.39	1001	-0.59	-0.21	0.45	0.11	16.06	28.44	51.49	0.029
							K	24.18				1002	-0.67	0.89	0.41	0.58	27.13	28.41	51.44	0.047
							K	24.18				1003	-0.55	1.41	0.25	0.83	27.16	28.45	51.50	0.061

K	23.40		1004	-0.27	0.71	0.06	0.51	27.24	28.53	51.65	0.028
K	24.18		1005	0.42	-0.52	0.28	0.10	22.68	28.59	51.76	0.033
K	24.18		1006	0.52	-1.63	0.31	0.33	27.33	28.62	51.81	0.070
K	24.18		1007	0.40	-2.17	0.06	0.63	27.30	28.59	51.77	0.082
K	24.18		1008	-0.30	-1.44	0.26	0.40	26.77	28.51	51.62	0.063
T			1501	-0.59	-0.25	0.45	0.07	16.06	28.44	51.49	0.031
K	24.18		1502	-0.67	0.84	0.41	0.54	27.13	28.41	51.44	0.046
K	24.18		1503	-0.54	1.37	0.25	0.79	27.16	28.45	51.50	0.060
K	23.32		1504	-0.26	0.66	0.06	0.47	27.24	28.53	51.65	0.027
K	24.18		1505	0.42	-0.56	0.28	0.06	23.13	28.59	51.76	0.034
K	24.18		1506	0.52	-1.67	0.31	0.37	27.33	28.62	51.81	0.072
K	24.18		1507	0.40	-2.22	0.06	0.67	27.30	28.59	51.77	0.084
K	24.18		1508	-0.30	-1.48	0.26	0.44	26.82	28.51	51.62	0.064

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	BRACE FA KSI	BRACE OPB KSI	BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	OPB KSI	IPB KSI	UNITY CHECK
305	2105	332	42.00	1.500	36.0	3.3	T		16.00	0.375	80.40	1001	-1.13	0.19	0.16	3.27	14.07	35.81	53.81	0.022
							T					1002	-0.69	-0.24	0.04	3.35	11.75	36.00	54.08	0.025
							T					1003	0.20	-0.59	0.32	3.10	11.84	36.18	54.36	0.062
							T					1004	0.38	-0.62	0.87	3.06	11.86	36.23	54.44	0.079
							T					1005	-0.34	-0.40	0.94	2.67	11.82	36.15	54.32	0.062
							T					1006	-0.85	-0.01	0.82	2.84	11.74	35.99	54.07	0.026
							T					1007	-1.37	0.37	0.40	2.98	14.05	35.77	53.75	0.040
							T					1008	-1.45	0.46	0.01	3.21	14.01	35.70	53.64	0.037
							T					1501	-1.11	0.22	0.05	3.27	14.07	35.80	53.80	0.021
							T					1502	-0.68	-0.21	0.07	3.35	11.74	35.99	54.08	0.024
							T					1503	0.16	-0.56	0.44	3.10	11.84	36.18	54.36	0.063
							T					1504	0.35	-0.59	0.98	3.06	11.86	36.23	54.43	0.080
							T					1505	-0.34	-0.38	1.05	2.67	11.82	36.15	54.31	0.063
							T					1506	-0.86	0.02	0.93	2.84	14.18	35.98	54.06	0.030
							T					1507	-1.38	0.39	0.51	2.98	14.05	35.76	53.74	0.045
							T					1508	-1.45	0.49	0.10	3.21	14.00	35.70	53.64	0.041
205	305	211	42.00	1.500	36.0	3.2	T		14.00	0.375	80.31	1001	-0.57	0.91	0.15	2.89	13.71	39.25	53.23	0.073
							T					1002	-0.29	0.46	0.14	3.14	13.76	39.34	53.37	0.040
							T					1003	0.17	-0.10	0.09	3.55	11.30	39.45	53.51	0.016
							T					1004	0.31	-0.48	0.08	3.96	11.31	39.48	53.55	0.049
							T					1005	0.23	-0.58	0.21	3.98	11.30	39.44	53.50	0.062
							T					1006	-0.38	-0.27	0.48	3.77	11.26	39.35	53.37	0.041
							T					1007	-0.62	0.41	0.46	3.33	13.70	39.23	53.21	0.045
							T					1008	-0.65	0.94	0.27	2.95	13.68	39.19	53.16	0.079
							T					1501	-0.58	0.92	0.15	2.88	13.70	39.24	53.23	0.074
							T					1502	-0.30	0.47	0.14	3.13	13.76	39.34	53.36	0.041
							T					1503	0.15	-0.09	0.09	3.54	11.30	39.45	53.51	0.015
							T					1504	0.28	-0.47	0.07	3.95	11.31	39.48	53.55	0.049
							T					1505	0.21	-0.57	0.21	3.97	11.30	39.44	53.49	0.062
							T					1506	-0.38	-0.26	0.48	3.76	11.26	39.34	53.37	0.040
							T					1507	-0.63	0.42	0.46	3.32	13.70	39.23	53.21	0.046
							T					1508	-0.67	0.95	0.27	2.94	13.68	39.19	53.16	0.079
303	203	309	42.00	1.500	36.0	3.5	T		18.00	0.500	90.00	1001	2.26	0.54	0.38	4.74	11.17	26.08	42.24	0.076
							T					1002	1.80	0.38	0.13	5.11	11.12	25.99	42.09	0.054
							T					1003	1.21	0.10	0.18	5.10	11.06	25.88	41.91	0.031

T		1004	0.96	-0.08	0.37	4.95	9.31	25.84	41.85	0.037
T		1005	1.09	-0.18	0.44	4.51	9.33	25.90	41.94	0.048
T		1006	1.54	-0.03	0.21	4.29	9.39	26.00	42.10	0.022
T		1007	2.14	0.25	0.11	4.08	11.18	26.10	42.26	0.036
T		1008	2.43	0.47	0.34	4.38	11.20	26.13	42.31	0.066
T		1501	2.29	0.56	0.41	4.77	11.18	26.09	42.24	0.079
T		1502	1.82	0.41	0.15	5.13	11.12	26.00	42.09	0.057
T		1503	1.23	0.12	0.15	5.13	11.06	25.88	41.91	0.032
T		1504	0.99	-0.06	0.34	4.98	9.31	25.85	41.86	0.033
T		1505	1.11	-0.16	0.42	4.54	9.34	25.90	41.95	0.045
T		1506	1.57	-0.01	0.19	4.32	9.39	26.00	42.11	0.019
T		1507	2.17	0.27	0.14	4.10	11.19	26.10	42.27	0.039
T		1508	2.46	0.49	0.37	4.41	11.20	26.13	42.31	0.069

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
303	2003	2111	42.00	1.500	36.0	5.1	K	22.13	26.00	1.125	43.40	1001	2.26	-0.04	0.54	0.26	15.72	17.02	30.82	0.034
							K	22.13				1002	1.80	0.51	0.41	0.04	13.79	16.97	30.71	0.061
							K	22.13				1003	1.21	0.81	0.23	0.25	15.43	16.89	30.58	0.066
							K	22.13				1004	0.96	0.58	0.08	0.01	15.57	16.87	30.54	0.042
							K	3.00				1005	1.09	0.05	0.01	0.32	17.18	16.91	30.61	0.004
							K	22.13				1006	1.54	-0.52	0.14	0.66	15.64	16.97	30.72	0.042
							K	22.13				1007	2.14	-0.80	0.34	0.77	15.71	17.04	30.84	0.072
							K	22.13				1008	2.43	-0.53	0.53	0.52	15.74	17.05	30.87	0.066
							K	22.13				1501	2.29	-0.04	0.53	0.38	15.72	17.03	30.82	0.034
							K	22.13				1502	1.82	0.52	0.40	0.08	13.88	16.97	30.72	0.061
							K	22.13				1503	1.23	0.81	0.22	0.13	15.49	16.89	30.58	0.066
							K	22.13				1504	0.99	0.58	0.07	0.11	15.57	16.87	30.54	0.041
							K	3.00				1505	1.11	0.06	0.00	0.44	17.19	16.91	30.61	0.003
							K	22.13				1506	1.57	-0.51	0.13	0.78	15.65	16.97	30.73	0.041
							K	22.13				1507	2.17	-0.80	0.33	0.89	15.71	17.04	30.84	0.071
							K	22.13				1508	2.46	-0.53	0.52	0.64	15.74	17.05	30.87	0.065
301	2001	361	42.00	1.500	36.0	3.3	T		16.00	0.500	82.93	1001	-1.28	0.00	0.43	0.65	10.60	27.40	41.17	0.016
							T					1002	-1.53	-0.08	0.55	0.39	8.74	27.33	41.07	0.030
							T					1003	-1.25	-0.11	0.51	0.00	8.76	27.38	41.14	0.031
							T					1004	-0.63	0.09	0.04	0.20	10.68	27.53	41.37	0.010
							T					1005	0.56	0.35	0.39	0.20	10.75	27.65	41.54	0.047
							T					1006	0.84	0.50	0.64	0.15	10.78	27.71	41.63	0.069
							T					1007	0.76	0.48	0.53	0.59	10.76	27.67	41.58	0.064
							T					1008	-0.76	0.25	0.03	0.75	10.68	27.53	41.37	0.025
							T					1501	-1.30	0.02	0.45	0.68	10.60	27.40	41.17	0.018
							T					1502	-1.54	-0.07	0.56	0.42	8.74	27.33	41.07	0.028
							T					1503	-1.26	-0.09	0.52	0.03	8.77	27.38	41.14	0.030
							T					1504	-0.64	0.11	0.05	0.17	10.68	27.53	41.37	0.012
							T					1505	0.59	0.37	0.38	0.17	10.75	27.65	41.54	0.048
							T					1506	0.87	0.51	0.63	0.18	10.78	27.71	41.63	0.070
							T					1507	0.79	0.50	0.52	0.62	10.76	27.67	41.58	0.065
							T					1508	-0.77	0.26	0.02	0.79	10.68	27.53	41.37	0.026
205	305	210	42.00	1.500	36.0	3.5	K	3.01	18.00	0.500	82.93	1001	-0.57	1.40	0.16	0.11	24.18	25.83	41.83	0.064
							K	3.01				1002	-0.29	1.18	0.08	0.21	24.24	25.90	41.93	0.052
							K	3.01				1003	0.17	0.52	0.00	0.86	24.29	25.97	42.05	0.022

T		1004	0.31	-0.18	0.02	1.49	9.37	25.99	42.08	0.021
K	3.01	1005	0.23	-0.47	0.01	1.65	20.77	25.96	42.03	0.025
T		1006	-0.38	-0.30	0.11	1.36	9.32	25.90	41.94	0.038
K	3.01	1007	-0.62	0.31	0.27	0.66	24.14	25.82	41.81	0.024
K	3.01	1008	-0.65	1.07	0.25	0.03	24.13	25.80	41.77	0.054
K	3.01	1501	-0.58	1.41	0.16	0.13	24.17	25.83	41.82	0.065
K	3.01	1502	-0.30	1.19	0.08	0.19	24.23	25.89	41.93	0.052
K	3.01	1503	0.15	0.53	0.00	0.84	24.29	25.96	42.04	0.023
T		1504	0.28	-0.17	0.02	1.47	9.37	25.98	42.08	0.021
K	3.01	1505	0.21	-0.47	0.01	1.63	20.66	25.96	42.03	0.025
T		1506	-0.38	-0.29	0.11	1.34	9.32	25.89	41.93	0.037
K	3.01	1507	-0.63	0.32	0.27	0.64	24.14	25.82	41.81	0.024
K	3.01	1508	-0.67	1.08	0.25	0.01	24.13	25.79	41.76	0.054

* * J O I N T C A N D E T A I L R E P O R T * *
(UNITY CHECK ORDER)

COMM JNT	CHRD JNT	BRCE JNT	CHORD O.D. IN	CHORD WT IN	CHORD FY KSI	EFFT. CHORD LNGTH FT	JNT TYP	GAP IN	BRACE O.D. IN	BRACE WT IN	BRACE ANGLE DEG	LOAD CASE	ACTING STRESSES *CHORD** STRESS KSI	ACTING STRESSES BRACE FA KSI	ACTING STRESSES BRACE OPB KSI	ACTING STRESSES BRACE IPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES FA KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES OPB KSI	PUNCHING SHEAR ALLOWABLE STRESSES IPB KSI	UNITY CHECK
301	2001	362	42.00	1.500	36.0	3.5	K	2.00	18.00	0.500	82.93	1001	-1.28	0.82	0.40	1.28	24.62	25.76	41.71	0.050
							K	2.00				1002	-1.53	0.56	0.96	1.49	24.55	25.69	41.60	0.062
							K	2.00				1003	-1.25	0.07	1.34	1.64	24.58	25.74	41.68	0.056
							K	2.00				1004	-0.63	-0.29	1.00	1.80	24.71	25.88	41.91	0.052
							K	2.00				1005	0.56	-0.45	0.36	1.63	24.81	25.99	42.09	0.033
							K	2.00				1006	0.84	-0.19	0.11	1.46	24.87	26.05	42.18	0.013
							T					1007	0.76	0.28	0.41	1.16	11.13	26.01	42.12	0.042
							K	2.00				1008	-0.76	0.69	0.26	1.17	24.73	25.88	41.91	0.039
							K	2.00				1501	-1.30	0.83	0.39	1.25	24.62	25.76	41.71	0.050
							K	2.00				1502	-1.54	0.58	0.96	1.46	24.56	25.69	41.61	0.062
							K	2.00				1503	-1.26	0.08	1.33	1.61	24.59	25.74	41.68	0.057
							K	2.00				1504	-0.64	-0.28	1.00	1.77	24.71	25.88	41.91	0.051
							K	2.00				1505	0.59	-0.44	0.35	1.60	24.82	25.99	42.09	0.033
							K	2.00				1506	0.87	-0.18	0.12	1.43	24.87	26.05	42.18	0.013
							T					1507	0.79	0.29	0.42	1.14	11.13	26.02	42.13	0.043
							K	2.00				1508	-0.77	0.70	0.27	1.14	24.74	25.88	41.91	0.039
307	207	310	42.00	1.500	36.0	3.5	K	2.01	18.00	0.500	90.00	1001	1.68	-0.03	0.30	5.27	24.84	26.06	42.21	0.028
							T					1002	1.95	0.10	0.49	4.96	11.19	26.11	42.28	0.041
							K	2.00				1003	1.85	0.42	0.55	4.47	24.86	26.09	42.25	0.049
							K	2.00				1004	1.34	0.79	0.33	4.45	24.77	26.00	42.10	0.056
							K	2.00				1005	0.82	1.00	0.02	4.44	24.67	25.90	41.94	0.053
							K	2.00				1006	0.51	0.87	0.12	4.80	24.61	25.84	41.84	0.053
							K	2.00				1007	0.62	0.50	0.18	5.17	24.63	25.87	41.89	0.043
							K	2.00				1008	1.21	0.14	0.05	5.40	24.73	25.98	42.06	0.024
							T					1501	1.66	0.03	0.27	5.28	11.17	26.06	42.21	0.028
							T					1502	1.91	0.15	0.46	4.97	11.19	26.11	42.28	0.045
							K	2.00				1503	1.83	0.48	0.51	4.48	24.87	26.09	42.25	0.050
							K	2.00				1504	1.34	0.85	0.30	4.46	24.78	26.00	42.10	0.057
							K	2.00				1505	0.81	1.05	0.01	4.45	24.68	25.90	41.94	0.054
							K	2.00				1506	0.49	0.92	0.16	4.81	24.62	25.84	41.84	0.057
							K	2.00				1507	0.58	0.56	0.21	5.18	24.63	25.87	41.89	0.046
							K	2.00				1508	1.19	0.20	0.02	5.41	20.97	25.98	42.06	0.027
305	2105	360	42.00	1.500	36.0	3.3	K	3.01	16.00	0.500	82.93	1001	-1.13	0.01	0.81	0.13	23.57	27.32	41.05	0.030
							K	3.01				1002	-0.69	-0.40	0.69	0.35	23.69	27.46	41.26	0.042
							K	3.01				1003	0.20	-0.65	0.40	0.27	23.82	27.60	41.48	0.042

K	3.01		1004	0.38	-0.31	0.11	0.18	23.86	27.64	41.54	0.017
T			1005	-0.34	0.28	0.06	0.63	10.71	27.58	41.44	0.029
K	3.01		1006	-0.85	0.78	0.00	0.75	19.48	27.46	41.25	0.040
K	3.01		1007	-1.37	0.98	0.28	0.63	23.56	27.29	41.01	0.052
K	3.01		1008	-1.45	0.59	0.63	0.24	23.51	27.24	40.93	0.048
K	3.01		1501	-1.11	0.03	0.88	0.07	23.56	27.32	41.05	0.033
K	3.01		1502	-0.68	-0.38	0.76	0.29	23.68	27.46	41.26	0.044
K	3.01		1503	0.16	-0.63	0.47	0.21	23.81	27.60	41.47	0.044
K	3.01		1504	0.35	-0.29	0.18	0.24	23.85	27.64	41.53	0.019
T			1505	-0.34	0.30	0.01	0.69	10.71	27.58	41.44	0.029
K	3.01		1506	-0.86	0.79	0.07	0.81	22.00	27.45	41.25	0.039
K	3.01		1507	-1.38	0.99	0.35	0.69	23.55	27.29	41.00	0.055
K	3.01		1508	-1.45	0.61	0.70	0.31	23.50	27.24	40.92	0.052

* * J O I N T C A N S U M M A R Y * *

(UNITY CHECK ORDER)

JOINT	ORIGINAL DIAMETER (IN)	ORIGINAL THICKNESS (IN)	ORIGINAL YLD STRS (KSI)	ORIGINAL UC	DESIGN DIAMETER (IN)	DESIGN THICKNESS (IN)	DESIGN YLD STRS (KSI)	DESIGN UC
3005	42.000	1.500	36.000	0.572	42.000	1.500	36.000	0.572
3001	42.000	1.500	36.000	0.470	42.000	1.500	36.000	0.470
3003	42.000	1.500	36.000	0.314	42.000	1.500	36.000	0.314
203	42.000	1.500	36.000	0.289	42.000	1.500	36.000	0.289
205	42.000	1.500	36.000	0.288	42.000	1.500	36.000	0.288
207	42.000	1.500	36.000	0.287	42.000	1.500	36.000	0.287
3005	42.000	1.500	36.000	0.242	42.000	1.500	36.000	0.242
307	42.000	1.500	36.000	0.225	42.000	1.500	36.000	0.225
301	42.000	1.500	36.000	0.189	42.000	1.500	36.000	0.189
201	42.000	1.500	36.000	0.173	42.000	1.500	36.000	0.173
303	42.000	1.500	36.000	0.141	42.000	1.500	36.000	0.141
305	42.000	1.500	36.000	0.106	42.000	1.500	36.000	0.106

BIODATA PENULIS

Rizal Hidayat Fadillah, lahir di kota Bontang pada tanggal 18 Juni 1997. Penulis menyelesaikan pendidikan SD, SMP dan SMA di Yayasan Pendidikan Vidya Dahana Patra, Bontang. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan studi ke tahap S1 di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi maupun akademik. Penulis aktif dalam organisasi *Society of Petroleum Engineers (SPE ITS SC).* Dalam organisasi ini penulis memberikan kontribusi aktif pada *Event Department,* dengan menjadi *Director of Event* pada tahun 2019 dan menjadi *Project Officer Petroleum Integrated Days (Petrolida) 2018.* Penulis juga pernah menjadi perwakilan organisasi untuk mengikuti *APSC (Asia Pasific SPE Student Conference)* di UTM Malaysia tahun 2017. Dalam bidang akademik penulis juga pernah menjuarai *International Oil Rig Design Competition*, *Petroweek 2016* di Universitas Trisakti serta mewakili ITS dalam Program *Laboratory Visit*, *Sakura Exchange* di Kumamoto University, Japan tahun 2017. Aktif pada organisasi diluar departemen tidak menjadi hambatan untuk penulis dalam memberikan kontribusi didalam departemen. Penulis juga menjadi *tutor* untuk *software SACS* khususnya untuk membantu mata kuliah TRB 2. Pada tahun 2019, penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Analisis Kelelahan Pada *XMA Platform* Dengan Metode *Fracture Mechanics* Untuk Perencanaan *RBI* (*Risk Based Inspection)*" selama 1 semester sebagai syarat kelulusan. Permasalahan yang penulis angkat merupakan salah satu bidang keahlian Departemen Teknik Kelautan yaitu Struktur Bangunan Lepas Pantai (*Offshore Structure*)

Email : rizalhidayatf@gmail.com