



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA TEGANGAN PADA SISTEM PEMIPAAN
AMMONIA UNITIZED CHILLER**

SKRIPSI

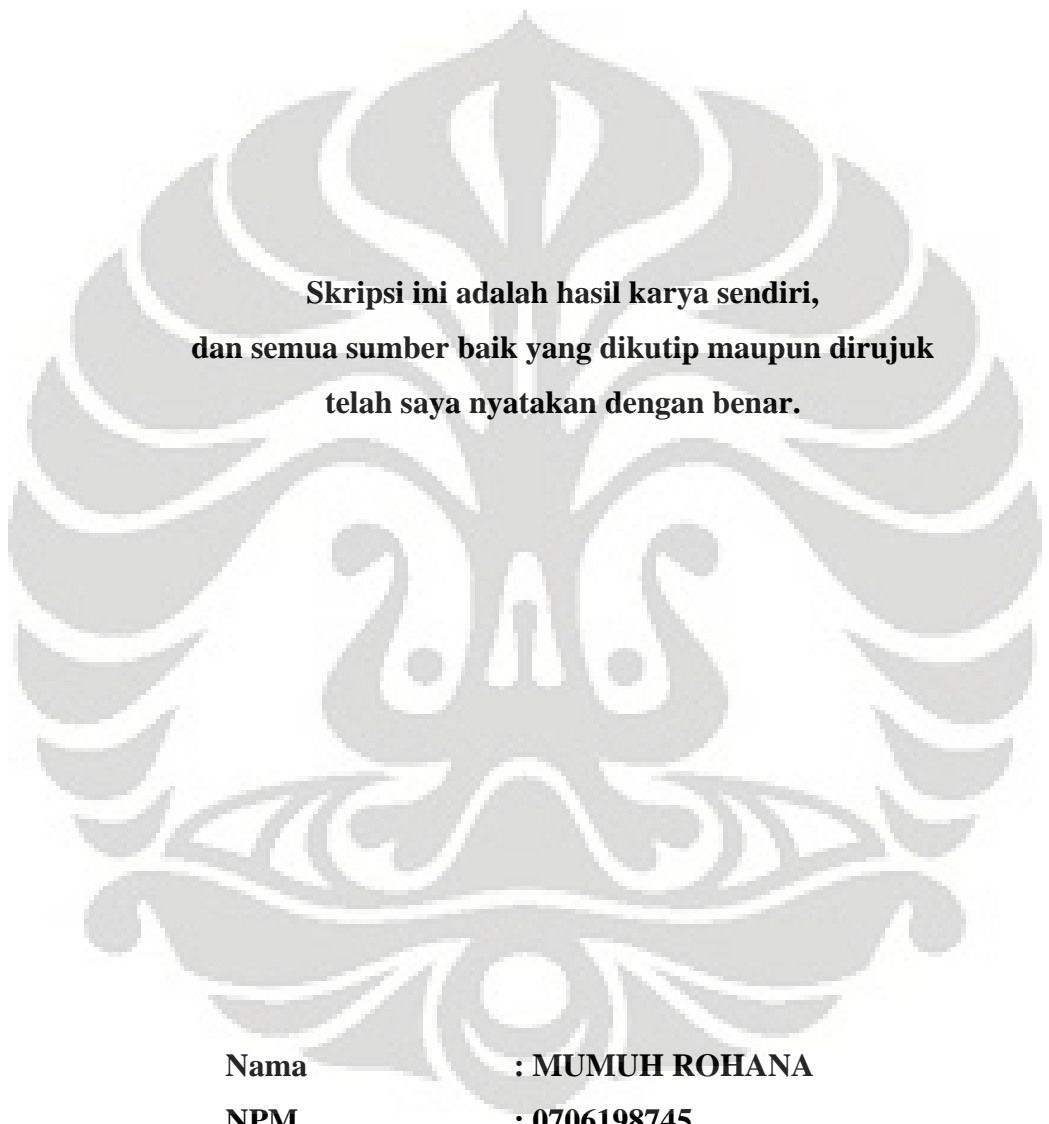
Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

MUMUH ROHANA

0706198745

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
KEKHUSUSAN TEKNIK MESIN
DEPOK
DESEMBER 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS



**Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : MUMUH ROHANA

NPM : 0706198745

Tanda Tangan :

Tanggal : 30 Desember 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Mumuh Rohana
NPM : 0706198745
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Tegangan Pada Sistem Pemipaan
Ammonia Unitized Chiller

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Agung Subagio, Dipl. Eng. ()

Penguji : Ir. Gatot Prayogo, M. Eng ()

Penguji : Ir. Imansyah Ibnu Hakim, M. Eng ()

Penguji : Ir. Warjito, M. Sc., Ph. D. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Desember 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pada kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak atas bantuan dan bimbingan mulai dari masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi, yang saya rasakan sangat sulit. Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada:

- (1) Ir. Agung Subagio, Dipl. Eng, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (2) Ir. Arief Agung Arianto dan Saparodin Rois, S.T., di PT KBR Engineers Indonesia yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
- (3) Orang tua, isteri dan anak tercinta, Nadifa Haura Aftani, yang telah memberikan dukungan moral dan semangat.
- (4) M. Giriwidhanto Indrajit yang telah meminjamkan laptop dan sahabat lainnya yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 30 Desember 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mumuh Rohana

NPM : 0706198745

Program Studi : Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISA TEGANGAN PADA SISTEM PEMIPAAN AMMONIA
UNITIZED CHILLER**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 30 Desember 2009

Yang menyatakan

(Mumuh Rohana)

ABSTRAK

Nama : Mumuh Rohana
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Analisis Tegangan Pada Sistem Pemipaan Ammonia Unitized Chiller

Skripsi ini membahas mengenai besarnya tegangan, beban, dan pergeseran nozzle pada pompa sentrifugal sistem pemipaan Amonia Unitized Chiller. Perilaku pada sistem pipa ini digambarkan oleh parameter-parameter seperti besarnya tegangan, beban, pergeseran, momen, suhu, beban seismik dan parameter lainnya. Analisa dilakukan dengan mengacu kepada kode ASME B31.3 dan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Caesar II versi 5.0. Hasil dari analisa ini adalah untuk mendapatkan sistem pemipaan yang aman ditinjau dari berbagai parameter sehingga pipa dapat dioperasikan pada ketentuan yang telah dipilih.

Kata kunci :

Sistem pemipaan, analisa tegangan, ASME B31.3, Caesar II.

ABSTRACT

Name : Mumuh Rohana

Study Program: Mechanical Engineering

Title : Stress Analysis on Ammonia Unitized Chiller Piping System

The focus of this study is concerning in stress, load, and nozzle displacement at centrifugal pump on piping system at Ammonia Unitized Chiller. Piping system behavioral described by calculations such as stress value, load, displacement, moment, temperature, seismic load, and other calculations. This analysis performed in accordance with ASME B31.3 and Caesar II software ver. 5.0. Result of this analysis is to get save piping system which evaluated from many parameters so this piping system can be operated based on code selected.

Keywords:

Piping system, stress analysis, ASME B31.3, Caesar II.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	2
2. LANDASAN TEORI	4
2.1 Teori Dasar Tegangan Pipa	5
2.2 Teori Tegangan dan Kegagalan Material.....	6
2.2.1 Diagram Tegangan – Regangan	6
2.2.2 Teori Tegangan	7
2.2.3 Tegangan Tangensial dan Tegangan Longitudinal	11
2.2.4 Tegangan Torsi	13
2.2.5 Penerapan Hukum Hooke pada Hubungan Tegangan – Regangan	14
2.2.6 Kegagalan Komponen	15
2.2.7 Teori – Teori Kegagalan	16

2.2.7.1 Teori Tegangan Normal Maksimum	16
2.2.7.2 Teori Tegangan Geser Maksimum	18
2.2.8 Faktor Keamanan	21
2.3 Metoda-Metoda Untuk Menganalisa Tegangan Pipa	22
2.3.1 Metoda Cantilever Dengan Pengarah	22
2.3.1.1 Persamaan Dasar	22
2.3.1.2 Istilah	24
2.3.1.3 Contoh Kasus	25
2.3.2 Metoda <i>Elastic Center</i>	28
2.3.3 Metode Elemen Hingga	35
2.3.3.1 Elemen Truss	36
2.3.3.2 Elemen Beam	41
2.3.3.4 Elemen Frame	43
2.4 <i>Stress Intensification Factor</i> Dan Fleksibilitas	45
2.5 Tegangan Ekspansi	47
2.6 Analisis ASME/ANSI B31.3 Power Piping	49
2.6.1 Tegangan Tekan	49
2.6.2 Beban Rutin (Sustain)	50
2.6.3 Beban Occasional	50
2.6.4 Beban Ekspansi	50
2.7 Tinjauan Nozzle Pada Bejana Tekan	52
2.7.1 Konsentrasi Stress Pada Lubang di Bejana Tekan	52
2.7.2 Tegangan Nozzle yang Diijinkan Pada Bejana Tekan	53
2.8 Dasar – Dasar Pompa Sentrifugal	55
2.8.1 Klasifikasi Pompa Sentrifugal	55
2.8.2 Terminologi	56
2.8.3 Bagian – Bagian Utama Pompa Sentrifugal	57
2.8.4 Kapasitas Pompa	59
2.8.5 Head Pompa	59
2.8.5.1 Head Tekanan	61
2.8.5.2 Head Kecepatan	62
2.8.5.3 Head Statis Total	62

2.8.6 Kerugian Head (Head Loss)	63
2.8.6.1 Mayor Head Loss (Mayor Losses)	63
2.8.6.2 Minor Head Loss (Minor Losses)	65
2.8.6.3 Total Losses	65
2.8.7 Daya Pompa	66
2.6.7.1 Daya Hidrolik (Hydraulic Horse Power)	66
2.6.7.2 Daya Poros Pompa (Break Horse Power)	66
2.6.7.3 Daya Penggerak (Driver)	67
2.8.8 Efisiensi Pompa	67
2.8.9 Beban Eksternal Pada Nozzle Pompa	68
3. METODE PENELITIAN	73
3.1 Metoda Penulisan	73
3.2 Urutan Proses Analisis	73
3.2.1 Pengambilan Data Awal	73
3.2.2 Pembahasan Literatur	73
3.3.3 Metode Penyelesaian	73
4. ANALISIS TEGANGAN PADA SISTEM PEMIPAAN AMONIA UNITIZED CHILLER	77
4.1 Data Sistem Pemipaan	77
4.2 Material dan Kriteria Design	77
4.3 Kondisi Sistem Pemipaan	77
4.4 Pemodelan Pipa 08-NH-1016-01 dalam Caesar II	78
4.5 Perhitungan Awal Pipa	81
4.5.1 Perhitungan Tegangan Pipa	81
4.5.2 Perhitungan Beban Nozzle Pompa	82
4.5.3 Perhitungan Displacement	83
4.5.4 Perhitungan <i>Pipe Support</i>	85
4.6 Perhitungan Akhir Pipa	85
4.6.1 Perhitungan Tegangan Pipa	85
4.6.2 Perhitungan Beban Nozzle	86
4.6.3 Perhitungan Displacement	87

5. KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	89
 DAFTAR REFERENSI	 90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Tegangan-Regangan	6
Gambar 2.2 Struktur Benda Dalam Keseimbangan Statis	7
Gambar 2.3 Komponen Normal dan Geser Dari Gaya Dalam	8
Gambar 2.4 Tegangan Dalam Tiga Dimensi	9
Gambar 2.5 Tegangan Pada Pipa	9
Gambar 2.6 Elemen Yang Mengalami Beban Geser Murni	10
Gambar 2.7 Gaya Pecah Pada Penampang Longitudinal	11
Gambar 2.8 Gaya Pecah Pada Penampang Tranversal	12
Gambar 2.9 Pipa Yang Menerima Torsi	13
Gambar 2.10. Tegangan Normal Tiga Dimensi	17
Gambar 2.11. Lingkaran Mohr Tarikan dan Pembebanan	17
Gambar 2.12 Elemen Menerima Distorsi Sudut Tanpa Perubahan Volume	19
Gambar 2.13 Metoda <i>Cantilever</i> dengan Pengarah	22
Gambar 2.14 Contoh Konfigurasi Sistem Pemipaan	23
Gambar 2.15 Contoh Kasus Pemipaan no. 1	25
Gambar 2.16 Contoh Kasus Pemipaan no. 2	26
Gambar 2.17 Pusat Elastis Pipa	28
Gambar 2.18 Pipa Tegak Lurus Terhadap Bidang Proyeksi	30
Gambar 2.19 Belokan 90° Dalam Bidang Proyeksi	30
Gambar 2.20 Belokan 90° Tegak Lurus Terhadap Bidang Proyeksi	30
Gambar 2.21 Contoh Kasus	31
Gambar 2.22 Menentukan Centeroid ab	32
Gambar 2.23 Centeroid Sistem	33
Gambar 2.24 Tegangan Bending Maksimum	34
Gambar 2.25 Proses Diskritisasi Elemen Dengan Metode Elemen Hingga	35
Gambar 2.26 Pemodelan Elemen Truss	36
Gambar 2.27 Maksimum Range Dibatasi Dua Kali Tegangan Luluh	38
Gambar 2.28 Hubungan Antara Koordinat Lokal dan Koordinat Global	39
Gambar 2.29 Pemodelan Elemen Beam	41
Gambar 2.30 Elemen Frame	43

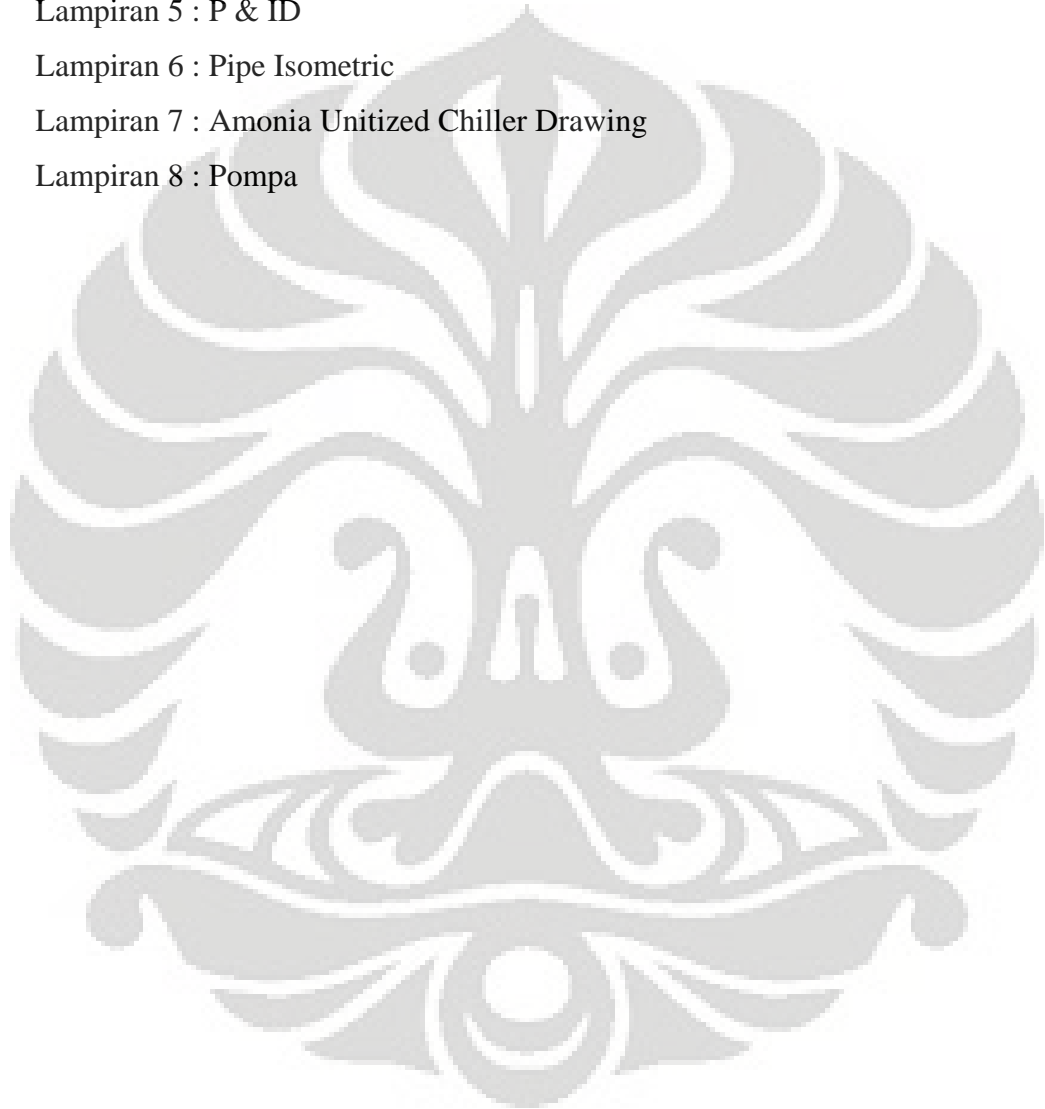
Gambar 2.31 Kurva <i>Fatigue</i> untuk Pipa Lurus vs Pipa dengan Lasan	46
Gambar 2.32 Mesin Uji Coba SIF (Foto Milik WFI)	47
Gambar 2.33 Data Reducer Konsentrik	48
Gambar 2.34 Arah Beban Pada Sambungan <i>Tee</i> dan <i>Elbow</i>	51
Gambar 2.35 Beban Tegangan Radial dan Aksial Dinding Berlubang	52
Gambar 2.36 Bagian Utama Pompa Sentrifugal	57
Gambar 2.37 Ilustrasi Total Static Head Pompa	60
Gambar 2.38 Grafik Fungsi dari Reynolds Number dan Kekasaran Relatif	64
Gambar 2.39 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa In Line Vertikal	69
Gambar 2.40 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa Vertikal Suspended	69
Double Casing	
Gambar 2.41 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa Sisi Isap dan Tekan Samping	70
Gambar 2.42 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa Sisi Tekan Vertikal	71
Gambar 2.43 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa Horizontal	72
Sisi Isap dan Tekan Diatas	
Gambar 4.1. Model Pipa Sistem Isometrik	78
Gambar 4.2. Model Pipa Sistem XY	79
Gambar 4.3. Model Pipa Sistem XZ	79
Gambar 4.4. Model Pipa Sistem ZY	80
Gambar 4.4. Model Pipa Sitem Node Number	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Perhitungan	26
Tabel 2.2 Hasil Perhitungan	32
Tabel 2.3 Maksimum Beban Luar Pada Nozzle Pompa	68
Tabel 4.1 Data Pipa	77
Tabel 4.2 Kondisi Pipa Yang Diuji	77
Tabel 4.3 Tegangan Tertinggi Pada Pipa	81
Tabel 4.4 Tegangan Pada Nozzle	83
Tabel 4.5 Momen Pada Nozzle	83
Tabel 4.6 Displacement Terbesar Yang Terjadi	84
Tabel 4.7 Tegangan Tertinggi Pada Pipa	86
Tabel 4.8 Tegangan Pada Nozzle	87
Tabel 4.9 Momen Pada Nozzle	87
Tabel 4.10 Pergeseran Terbesar Pada Pipa	88

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Input dan Output Caesar
- Lampiran 2 : Stress Intensification Factor
- Lampiran 3 : API610 2004 Nozzle Forces and Moments
- Lampiran 4 : Line List
- Lampiran 5 : P & ID
- Lampiran 6 : Pipe Isometric
- Lampiran 7 : Amonia Unitized Chiller Drawing
- Lampiran 8 : Pompa



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Suatu sistem pemipaan pada suatu industri proses atau kilang mempunyai fungsi utama sebagai jalur transportasi dari aliran fluida, baik yang berupa gas ataupun cairan, dalam keadaan panas atau dingin, maupun bertekanan. Pengertian sistem pemipaan itu sendiri adalah sistem penghantaran fluida dari suatu tempat ke tempat lain agar dapat dilakukan proses selanjutnya.

Analisis fleksibilitas sistem perpipaan ini meliputi analisis tegangan. Analisis ini bertujuan sebagai suatu studi kasus terhadap tegangan yang terjadi pada suatu titik pada jalur pipa. Tegangan yang terjadi pada suatu jalur pipa disebabkan oleh faktor rancangan jalur pipa itu sendiri. Terdapat banyak variasi jalur yang dapat dirancang untuk dapat digunakan menyalurkan fluida. Pada sebuah jalur pipa dimungkinkan terjadi hubungan antar peralatan yang satu dengan lainnya yang merupakan salah satu faktor kritis yang perlu untuk diperhatikan tegangannya. Sehingga apabila kita mengetahui besar tegangan yang ada maka tegangan terjadi dapat diminimalkan sedemikian rupa hingga pada saat penggunaannya aman.

Saat ini terdapat beberapa perangkat lunak guna membantu melakukan analisis tegangan pipa. Perangkat lunak tersebut telah memenuhi kaidah persyaratan sebuah alat bantu analisis karena telah berdasarkan pada kode dan standar yang baku untuk perpipaan. Terdapat persamaan-persamaan dan perbedaan-perbedaan pada masing-masing perangkat lunak tersebut.

Pada penulisan ini dilakukan studi kasus dengan bantuan perangkat lunak Caesar II ver.5 dimana pada hasil akhirnya didapatkan tegangan yang dimaksudkan dengan memperhatikan hasil yang diperoleh dari perangkat lunak tersebut.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Masalah yang akan diteliti dalam tugas akhir ini, antara lain:

1. Berapa besar tegangan yang terjadi akibat beban sustain, dan beban ekspansi yang dialami pada sistem perpipaan *Ammonia Unitized Chiller* berdasarkan perangkat lunak Caesar II?
2. Berapa besar tegangan yang terjadi pada nozzle equipment? Apakah beban ini masih berada dalam batas yang diijinkan?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui hasil perhitungan perangkat lunak Caesar II dengan menggunakan penelusuran dan analisis terhadap masukan (input) rumus-rumus dan standar yang digunakan terhadap beban nozzle pada equipment *Amonia Unitized Chiller*.

1.4. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penulisan tugas akhir ini adalah menambah wawasan pengetahuan pada semua pihak yang berkepentingan dan mahasiswa Teknik Mesin mengenai sistem perpipaan yang berkaitan dengan penggunaan perangkat lunak Caesar II, khususnya tentang analisa tegangan sistem perpipaan dan beban yang diijinkan pada nozzle.

1.5. BATASAN PENELITIAN

Pada tugas akhir ini, adapula batasan masalah yang digunakan, antara lain:

1. Pipa yang digunakan dianggap homogen dan isotropis.
2. Pipa yang digunakan sesuai dengan standar ASME B31.3
3. *Valve* dan *flange* dimodelkan elemen rigid dengan menambahkan berat pada model.

4. Semua lasan sesuai dengan kode ASME B31.3 dan tegangan sisa karena lasan dianggap tidak ada.
5. Tidak memperhitungkan masalah pressure drop yang terjadi.
6. Memperhitungkan pengaruh gempa dan beban angin.



BAB II LANDASAN TEORI

Analisa tegangan pipa membahas mengenai teknik yang sesuai bagi *engineer* untuk membuat sebuah desain sistem pipa tanpa melebihi batas tegangan dan batas beban yang diijinkan serta *equipment* yang terhubung dengan pipa. Fungsi dari sistem pipa dalam industri proses atau *power plant* adalah untuk menyalurkan fluida dalam keadaan bertekanan atau tidak, dan pada temperatur kerja yang diijinkan. Sistem pemipaan harus dibuat sedemikian rupa untuk memiliki fleksibilitas untuk mencegah ekspansi/kontraksi akibat panas atau perpindahan lokasi *pipe support* yang mengakibatkan:

- Kegagalan sistem pipa akibat beban yang berlebih atau kelelahan dari material pipa.
- Beban yang berlebih pada *pipe support*.
- Kebocoran pada hubungan komponen pipa, misalnya *flange*.
- Resonansi yang mengakibatkan getaran pada sistem pipa.

Beberapa hal yang menyebabkan sering terjadinya kegagalan dalam sistem pipa adalah :

1. Kesalahan desain.
2. Tidak terjalin komunikasi yang baik diantara departemen struktur, sipil, proses, dan piping.
3. Pengawasan yang buruk pada saat proses konstruksi.
4. Kurangnya pengalaman dari *engineer* di lapangan mengenai pipa yang bertekanan.

Pada prakteknya, analisa tekanan pada pipa umumnya dilakukan karena hal-hal berikut ini:

1. Pipa dengan diameter 75 mm yang :
 - Terhubung kepada *equipment* yang berputar (*rotating equipment*).
 - Disebabkan pengaturan yang berbeda dari *equipment* yang berhubungan dan atau *pipe support*.
 - Memiliki temperature dibawah -5°C .
2. Pipa yang membungkan dua *equipment* yang berputar.

3. Pipa berdiameter 100 mm atau lebih yang terhubung kepada sistem pendingin udara, generator uap.
4. Semua pipa dengan temperature kerja 300°C atau lebih.
5. Pipa dengan metoda penyambungan las dengan diameter 150 mm atau lebih dengan temperature kerja 175°C atau lebih.
6. Pipa bertekanan tinggi, diatas 14.000 kPa. Walau pipa dengan tekanan diatas 10.000 kPa terkadang dapat menimbulkan masalah, tetapi hal ini perlu ditinjau lebih mendalam.
7. Pipa yang mendapat beban dari luar.
8. Pipa yang memiliki tebal yang tipis atau pipa *ducting* dengan diameter 450 mm atau lebih yang memiliki perbandingan diameter terhadap ketebalan lebih dari 90.
9. Pipa yang membutuhkan hubungan fleksibel yang memadai, seperti expansion joints, vitaulic coupling, dan lain-lain.
10. Pipa proses yang tertanam didalam tanah.
11. Pipa dengan sistem insulasi jaket.
12. Pipa yang melayani sistem yang kritis.
13. Pipa pada sistem pelepasan tekanan.

Quy, Truong. (2002). *Introduction to ASME B31 Codes for Pressure Piping*. Paper presented at the South Texas Section of ASME Piping Design and Pipe Stress Analysis Seminar.

2.1 Teori Dasar Tegangan Pipa

Tegangan didefinisikan sebagai gaya-gaya internal yang terdistribusi merata didalam suatu material untuk melawan tarikan, tekanan atau geseran sebagai reaksi gaya eksternal yang bekerja padanya. (Popov, E.P. (1994) *Mekanika Teknik* (Zainul Astamar, Penerjemah) Jakarta : Penerbit Erlangga.)

Dalam penerapan kode dan standar desain tegangan pipa, hal pertama yang perlu dipahami adalah prinsip dasar tegangan pipa dan hal-hal yang berhubungan dengannya. Pipa akan dinyatakan gagal dalam proses analisa tegangan jika pipa tersebut melebihi batas tegangan material yang dizinkan berdasarkan kode dan standar tertentu serta melebihi tegangan dalam pipa (*pipe internal stress*).

Untuk menganalisis kegagalan yang terjadi pada suatu sistem perpipaan, maka dilakukan analisis terhadap tegangan, gaya, dan pergeseran nodal yang

terjadi pada sistem perpipaan yang diakibatkan oleh beban rutin (*sustain*), beban yang tidak rutin (*occasional*), beban ekspansi, dan beban operasi. Beban *sustain* terdiri dari berat pipa beserta komponennya dan tekanan internal. Beban *occasional* dapat diakibatkan adanya faktor angin, gempa. Beban ekspansi diakibatkan adanya penjaralan termal dalam sistem perpipaan, serta pergeseran *nozzle* terhadap *anchor* dan *equipment* akibat termal. Sedangkan beban operasi adalah kombinasi antara beban *sustain* dan ekspansi.

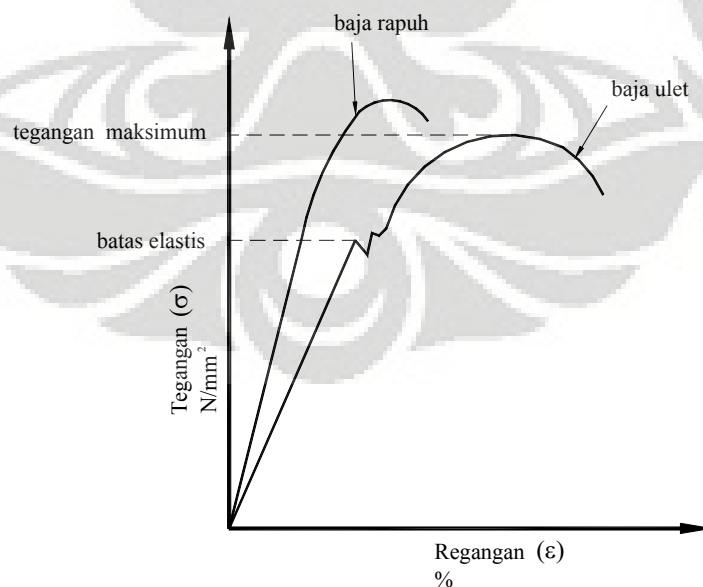
Karena beban-beban yang terjadi pada sistem perpipaan sangat kompleks maka dilakukan analisis numerik. Di dalam tugas ini, analisis tegangan, gaya, dan pergeseran nodal menggunakan bantuan program Caesar II.

2.2 Teori Tegangan dan Kegagalan Material

2.2.1 Diagram Tegangan-Regangan

Untuk mempelajari kekuatan suatu bahan, tegangan adalah salah satu parameter yang sangat penting, oleh karena itu dapat digambarkan diagram hubungan antara tegangan dan regangan dalam laporan pengujian tertentu.

Secara eksperimen diterangkan bahwa diagram tegangan-regangan tergantung pada sifat-sifat bahan, temperatur, dan kecepatan pengujian dan beberapa variabel lainnya. Tetapi, umumnya ada dua jenis diagram yang dikenal.



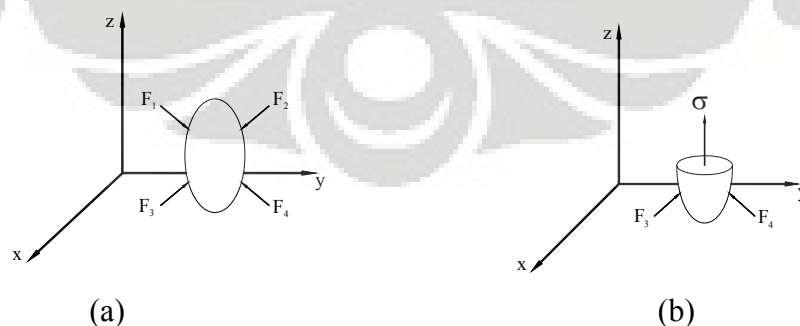
Gambar 2.1 Diagram Tegangan-Regangan

Dan dapat dilihat pada gambar 2-1, untuk baja tuang bahan liat/ulet mengalami regangan yang lebih besar, jadi banyak digunakan dalam industri dibandingkan dengan baja yang rapuh karena sifat elastisitasnya sangat diperlukan untuk menghindari pecahnya atau patahnya pipa, dan kita dapat menghitung batas-batas tegangan yang diijinkan

2.2.2 Teori Tegangan

Permasalahan tahanan dari sebuah benda pada hakekat dari gaya-gaya yang ada di dalam sebuah benda yang mengimbangi gaya-gaya luar merupakan permasalahan penting dalam mekanika. Untuk menyelidiki hal ini, terlebih dahulu digambarkan sebuah sketsa yang lengkap dari bagian struktur yang akan diselidiki, dimana semua gaya luar yang bekerja pada sebuah benda diperlihatkan pada masing-masing titik tangkapnya. Sketsa ini disebut dengan diagram benda bebas (*free body diagram*). Semua gaya-gaya yang bekerja pada benda, termasuk gaya reaksi yang disebabkan oleh tumpuan dan gaya berat dari benda tersebut dipandang sebagai gaya luar. Selanjutnya untuk benda diam yang stabil, gaya-gaya yang bekerja padanya akan memenuhi persamaan keseimbangan statis seperti terlihat pada gambar 2.2(a)

Pada gambar 2.2(b) bentuk benda dipotong untuk menunjukkan gaya dalam sebagai akibat adanya gaya luar. Bila benda tersebut berada dalam keseimbangan, maka setiap bagian dari potongan benda tersebut juga berada dalam keseimbangan dimana gaya dalam yang terbentuk pada potongan tersebut akan mengimbangi gaya luar yang bekerja pada benda.



Gambar 2.2 Struktur Benda Dalam Keseimbangan Statis

Pada potongan benda ini, diambil elemen kecil dengan luas ΔA , dimana pada elemen tersebut akan bekerja resultan dari gaya dalam yang terdiri dari dua buah yakni resultan gaya yang bekerja tegak lurus terhadap potongan dan resultan gaya yang bekerja sejajar dengan penampang, seperti terlihat pada gambar 2.3.

Resultan gaya ini, dinyatakan sebagai tegangan yaitu gaya-gaya yang bekerja pada suatu permukaan yang luasnya mendekati nol.

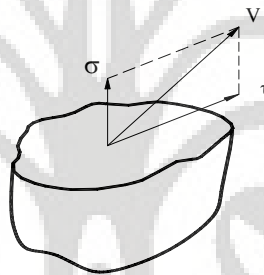
$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} \quad (2.1)$$

dimana:

ΔF = resultan gaya yang tegak lurus permukaan potongan (N)

ΔA = luas elemen kecil dari potongan benda tersebut (mm^2)

σ = tegangan normal (N/mm^2)



Gambar 2.3 Komponen Normal dan Geser Dari Gaya Dalam

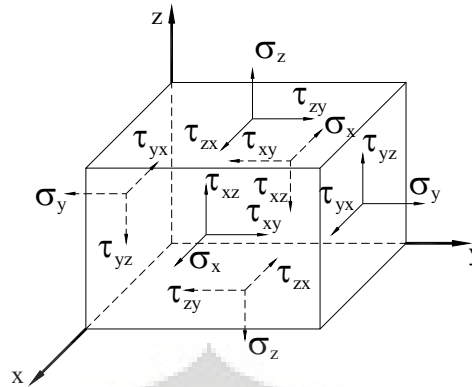
$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta A} \quad (2.2)$$

dimana:

ΔV = resultan gaya geser (N)

τ = tegangan geser (N/mm^2)

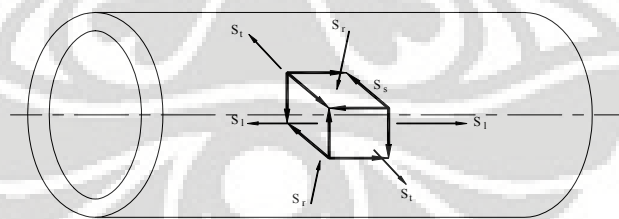
Berikut ini digambarkan mengenai tegangan yang terjadi pada elemen tiga dimensi.



Gambar 2.4 Tegangan Dalam Tiga Dimensi

Pada gambar 2.4 diperlihatkan tiga buah tegangan normal σ_x , σ_y , σ_z dan yang enam buah tegangan geser τ_{xy} , τ_{yx} , τ_{zx} , τ_{xz} , τ_{yz} , dan τ_{zy} .

Tegangan normal yang arahnya keluar disebut adalah tegangan tarik dan dinyatakan positif. Pada keadaan ini, hanya tegangan normal yang dinyatakan diperlakukan positif. Tegangan geser berharga positif jika arahnya positif menurut sumbu koordinat. Huruf awal pada notasi tegangan geser menyatakan nama sumbu yang tegak lurus permukaan dimana tegangan geser bekerja. Tegangan geser (*shear stress*) tersebut adalah sejajar dengan sumbu yang dinyatakan dengan huruf kedua pada notasi tersebut. Adapun tegangan-tegangan yang terjadi pada pipa dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Tegangan Pada Pipa

$$S_t = \frac{P.D}{2t} \quad (2.3)$$

$$S_r = P \quad (2.4)$$

$$S_s = \frac{T}{2Z} + 2\frac{\Delta V}{A} \quad (2.5)$$

$$S_{dl} = \frac{F_a}{A} \quad (2.6)$$

$$S_l = \frac{P.D}{4t} \quad (2.7)$$

$$S_b = \sqrt{\frac{(M_i.I_i)^2 + (M_o.I_o)^2}{Z}} \quad (2.8)$$

Dimana :

S_l = Tegangan longitudinal (N/mm²)

S_t = Tegangan tangensial (N/mm²)

S_r = Tegangan radial (N/mm²)

S_s = Tegangan geser (N/mm²)

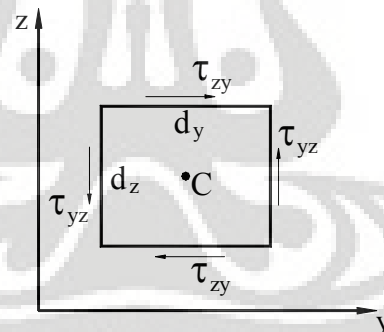
S_{dl} = Tegangan longitudinal murni (N/mm²)

T = Tebal dinding pipa (mm)

ΔV = Resultante gaya geser (N)

A = Luas (mm²)

Tinjau elemen yang mendapat beban geser murni seperti terlihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Elemen Yang Mengalami Beban Geser Murni

Ukuran elemen kecil yang ditinjau adalah $(dx)(dy)(dz)$. Dengan mengambil moment terhadap C, maka persamaan kesetimbangan ini menjadi:

$$\tau_{zy} \cdot dx \cdot dy \cdot dz = \tau_{yz} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (2.9)$$

Karena itu, tegangan geser τ_{yz} pada permukaan kiri dan permukaan kanan dari suatu elemen kecil tak berhingga secara numerik sama, akan tetapi arahnya berlawanan. Dari keseimbangan momen di titik C pada gambar 2.6:

$$\sum M_o = 0$$

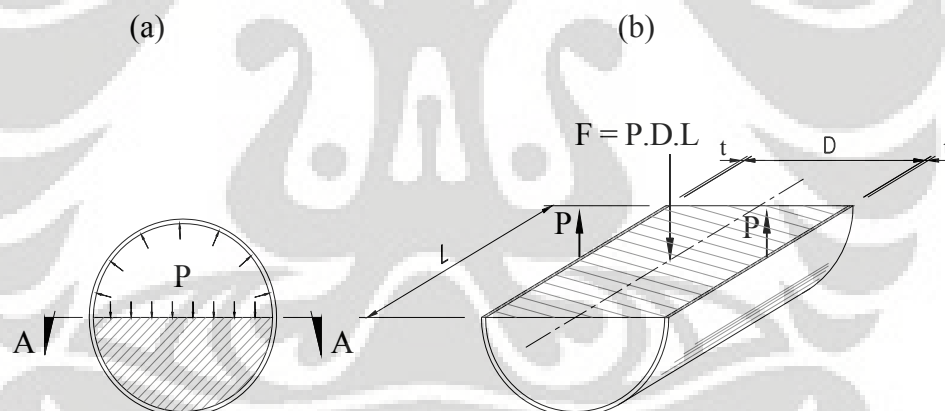
$$\tau_{zy} \cdot dx \cdot dy \cdot dz - \tau_{yz} \cdot dx \cdot dy \cdot dz = 0$$

dengan menyederhanakan persamaan tersebut akan diperoleh $\tau_{yz} = \tau_{zy}$.

Dengan cara yang sama, didapat $\tau_{zx} = \tau_{xz}$ dan $\tau_{yx} = \tau_{xy}$.

2.2.3 Tegangan Tangensial dan Tegangan Longitudinal

Suatu pipa berisi gas atau fluida dengan tekanan P (N/mm^2) yang menekan dinding pipa bagian dalam kesemua arah, maka distribusi tekanan pada pipa sama. Kita tinjau penampang longitudinal A-A. Diagram benda bebas setengah pipa dipisahkan dengan memotong bidang A-A seperti terlihat pada gambar 2.7(b).



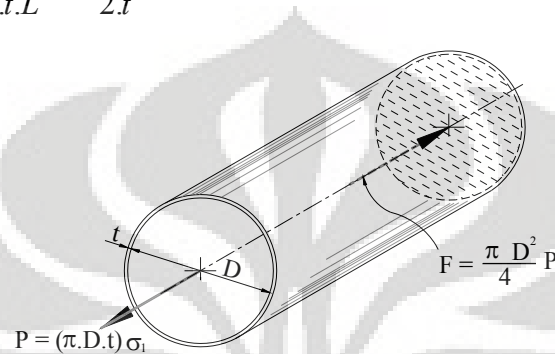
Gambar 2.7 Gaya Pecah Pada Penampang Longitudinal

Dapat dilihat gaya pecah F yang bekerja normal terhadap bidang potong A-A, ditahan oleh P yang sama bekerja pada setiap permukaan potong dinding pipa dengan mempergunakan jumlah gaya tegak, maka diperoleh :

$$F = P \cdot D \cdot L \quad (2.10)$$

Tegangan dipenampang longitudinal yang menahan gaya pecah F diperoleh dengan membagi luas kedua potongan permukaan. Tegangan ini disebut tegangan tangensial yang bekerja pada setiap permukaan. Tegangan ini disebut tegangan tangensial yang bekerja menyinggung permukaan silinder, maka didapat rumus :

$$\sigma_t = \frac{P.D.L}{2.t.L} = \frac{P.D}{2.t} \quad (2.11)$$



Gambar 2.8 Gaya Pecah Pada Penampang Transversal

Apabila kita meninjau diagram benda bebas penampang transversal seperti pada gambar 2.8, kita melihat bahwa gaya pecah yang bekerja pada ujung silinder ditahan oleh resultan gaya sobekan P yang bekerja pada penampang melintang. Luas penampang melintang adalah tebal dinding dikali keliling rata-rata atau πDt , berarti dapat diperoleh :

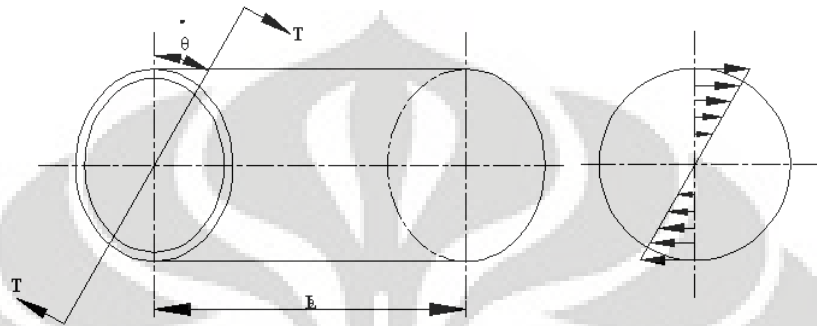
$$\pi.D.t.\sigma_t = \frac{\pi D^2}{4}.P \quad (2.12)$$

$$\sigma_t = \frac{PD}{4t} \quad (2.13)$$

Tegangan ini disebut tegangan longitudinal karena bekerja sejajar sumbu longitudinal. Dari persamaan (2.11) dan (2.13) kita dapat menyimpulkan bahwa tegangan longitudinal adalah setengah harga tegangan tangensial.

2.2.4 Tegangan Torsi

Pada bentangan pipa juga dapat mengalami tegangan torsi yang diakibatkan oleh tekanan dan pemuaiian panas, sehingga mengakibatkan puntiran pada bahan yang disebut tegangan torsi. Dibawah ini digambarkan sebuah pipa yang mengalami tegangan torsi.



Gambar 2.9 Pipa Yang Menerima Torsi

Karena adanya torsi tersebut maka pipa juga mengalami tegangan geser dan dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{T}{J} = \frac{\sigma_s}{r} = \frac{E\theta}{L} \quad (2.14)$$

Dimana ;

T = Torsi (N.mm)

J = Momen inersia polar (mm⁴)

σ_s = Tegangan geser (N/mm²)

r = Jari-jari (mm)

E = Modulus elastisitas (N/mm²)

θ = Sudut (rad)

L = Panjang (mm)

Maka sudut puntirannya adalah :

$$\theta = \frac{T.L}{E.J} \quad (2.15)$$

$$T_s = \sigma_s \cdot \frac{J}{r} \quad (2.16)$$

Dimana,

$$J = I_{xx} + I_{yy} = \frac{\pi}{32} \cdot (D^4 - d^4)$$

Maka tegangan torsi menjadi :

$$T_s = \sigma_s \cdot \frac{\pi}{32} \cdot (D^4 - d^4) \cdot \frac{2}{D}$$

$$T_s = \sigma_s \frac{\pi}{16} \cdot (D^3 - d^3) \quad (2.17)$$

2.2.5 Penerapan Hukum Hooke pada Hubungan Tegangan –Regangan

Bila suatu batang lurus diberi beban tarik, batang tersebut akan bertambah panjang. Jumlah pertambahan panjang, atau pemuaiian disebut regangan. Pertambahan panjang persatuan panjang dari batang tersebut, disebut satuan regangan. Persamaan regangan dapat dituliskan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2.18)$$

dimana Δl adalah jumlah perpanjangan (jumlah regangan) (mm) dari batang yang panjangnya l (mm).

Untuk bahan-bahan yang memiliki sifat elastisitas artinya bahan-bahan yang apabila beban yang bekerja pada bahan tersebut dilepas, memungkinkan bahan tersebut kembali ke bentuk dan ukuran semula, memiliki hubungan tegangan dan regangan yang berbanding lurus. Hal ini sesuai dengan hukum Hooke yang menyatakan bahwa dalam batas-batas tertentu, tegangan suatu bahan berbanding lurus dengan regangan yang terjadi. Pernyataan ini dirumuskan:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (2.19)$$

dimana:

σ = Tegangan normal (N/mm²)

ε = Regangan normal (%)

E = Modulus elastisitas (N/mm²)

Percobaan menunjukkan bahwa apabila suatu bahan diberi beban tarik, perpanjangan yang terjadi tidak hanya dalam arah aksial, tetapi juga dalam arah lateral. Poisson menunjukkan bahwa kedua regangan ini saling berbanding lurus, sejauh dalam batas-batas hukum hooke. Konstanta ini dinyatakan sebagai Poisson's ratio yang ditunjukkan sebagai ν (nu) dan didefinisikan sebagai berikut:

$$\nu = \left| \frac{\text{regangan lateral}}{\text{regangan aksial}} \right| \quad (2.20)$$

Poisson's ratio ini didefinisikan sebagai perbandingan regangan lateral terhadap regangan aksial, dimana hal ini hanya berlaku pada keadaan tegangan uniaxial pada suatu elemen. Selanjutnya kita tinjau perpanjangan ini dalam arah x yang diikuti dengan komponen melintang (pengecilan).

$$\varepsilon_y = -\nu \frac{\sigma_x}{E} \quad \varepsilon_z = -\nu \frac{\sigma_x}{E} \quad (2.21)$$

Dari persamaan (2.19) dan (2.21) dapat juga digunakan penekanan sederhana. Modulus elastisitas dan ratio Poisson's pada penelitian yang sama maka elemen pada gambar 2.4 diatas mengalami kerja tegangan normal σ_x , σ_y , σ_z secara serempak, terbagi rata disepanjang sisinya, komponen resultante regangan dapat diperoleh dari persamaan (2.19) dan (2.21), maka kita dapatkan komponen regangan yang dihasilkan oleh ketiga regangan itu, yaitu :

$$\varepsilon_x = +\frac{\sigma_x}{E} - \nu \frac{\sigma_y}{E} - \nu \frac{\sigma_z}{E} \quad (2.22a)$$

$$\varepsilon_y = +\nu \frac{\sigma_x}{E} - \nu \frac{\sigma_y}{E} - \nu \frac{\sigma_z}{E} \quad (2.22b)$$

$$\varepsilon_z = +\nu \frac{\sigma_x}{E} - \nu \frac{\sigma_y}{E} - \nu \frac{\sigma_z}{E} \quad (2.22c)$$

2.2.6 Kegagalan Komponen

Suatu benda atau komponen dikatakan gagal atau mengalami kegagalan jika benda tersebut tidak dapat melakukan fungsinya. Kegagalan komponen tersebut dapat disebabkan oleh beban statik atau beban dinamik.

Beban statik contohnya, yaitu :

- Berat komponen itu sendiri
- Ekspansi Thermal
- Efek dari penempatan penyangga(*support*)
- Tekanan internal

Sedangkan beban dinamik contohnya, yaitu :

- Beban angin (*wind loads*)
- Beban gempa (*Seismic loads*)
- Getaran
- *Discharge loads*

Kegagalan komponen dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok besar, yaitu:

- 1) Perubahan bentuk atau deformasi yang terlalu besar yang mungkin berupa:
 - Deformasi plastis atau deformasi permanen
 - Deformasi elastis yang terlalu besar sehingga mengganggu kerja elemen mesin lainnya
- 2) Patah atau *fracture* yang dapat berupa:
 - Patah akibat dilampauinya tegangan batas kekuatan
 - Patah lelah akibat tegangan lelah
 - Retak, yaitu “patah” pada sebagian komponen, yang bila dibiarkan terus
- 3) Kerusakan permukaan, yang dapat berupa:
 - Aus yang melebihi aus yang diijinkan
 - Permukaan yang terkelupas, berlubang-lubang, dll.
- 4) Korosi yang menyebabkan patah atau kerusakan permukaan komponen.

2.2.7 Teori-Teori Kegagalan

Dalam merancang bagian sistem perpipaan untuk menahan kegagalan, harus diyakinkan terlebih dahulu bahwa tegangan yang terjadi tidak melebihi kekuatan dari material bagian sistem perpipaan tersebut. Berikut ini akan dipaparkan beberapa teori yang mendefinisikan kriteria kegagalan untuk meyakinkan kondisi keamanan dari suatu elemen mesin.

2.2.7.1 Teori Tegangan Normal Maksimum

Ditinjau secara tiga dimensi tegangan normal dapat dilihat seperti gambar 2.10. Teori tegangan normal maksimum menyatakan bahwa kegagalan terjadi apabila tegangan utama yang terbesar pada suatu titik mencapai suatu harga kritis. Harga kritis (σ_{yield}) biasanya ditentukan dengan percobaan uji tarik. Misalnya

ketiga tegangan utama untuk setiap keadaan tegangan disusun seperti terlihat pada gambar 2.10. tegangan ini kita susun dalam bentuk:

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 \quad (2.23)$$

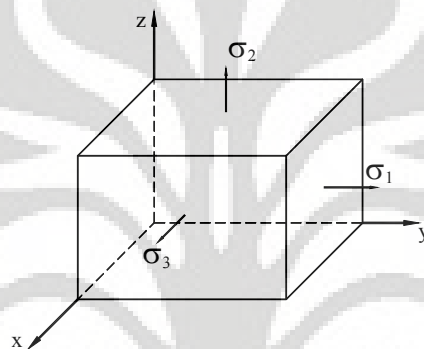
teori ini meramalkan bahwa kegagalan terjadi bilamana:

$$\sigma_1 \geq \sigma_y \text{ atau } \sigma_3 \geq -\sigma_c \quad (2.24)$$

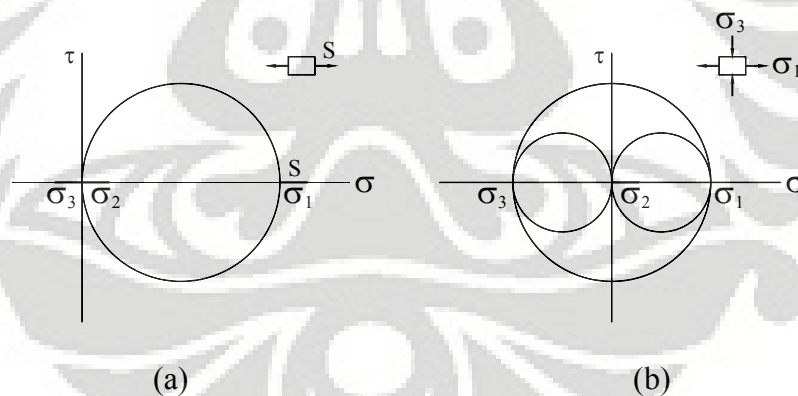
dimana:

σ_y = tegangan ijin untuk beban tarik

σ_c = tegangan ijin untuk beban tekan



Gambar 2.10. Tegangan Normal Tiga Dimensi



Gambar 2.11. Lingkaran Mohr Tarikan dan Pembebanan

2.2.7.2 Teori Tegangan Geser Maksimum

Teori ini mengatakan bahwa suatu titik pada suatu komponen mengalami kegagalan apabila tegangan geser maksimum yang melebihi tegangan geser ijinnya. Bila suatu titik mengalami keadaan tegangan utama dalam keadaan $\sigma_1 = 0$, $\sigma_2 = 0$ dan $\sigma_3 = 0$, maka kegagalan akan terjadi bila:

$$\tau_{\text{maks}} \geq \tau_{\text{yield}}$$

Dilihat dari gambar 2.11(b) menunjukkan bahwa terdapat tiga harga ekstrim dari tegangan geser untuk setiap lingkaran. Kalau setiap lingkaran mempunyai radius yang berbeda, maka tegangan geser maksimum adalah harga terbesar diantara ketiga harga ini.

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}, \text{ atau } \tau = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{2}, \text{ atau } \tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

Diatas telah diatur tegangan utama dalam bentuk $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$, maka harga tegangan geser maksimum adalah :

$$\tau_{\text{maks}} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad (2.25)$$

2.2.7.3 Teori Energi Distorsi Maksimum (Kriteria Von Misses)

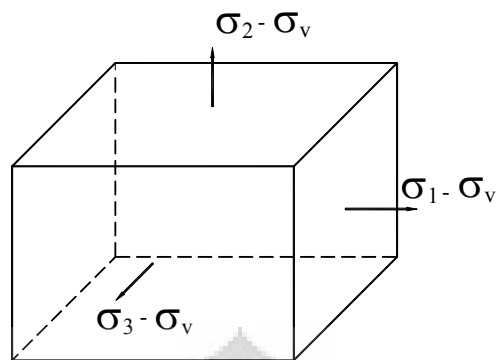
Teori ini menyatakan bahwa suatu titik dalam material akan mengalami kegagalan jika energi distorsi yang terjadi melebihi energi distorsi pada keadaan tegangan uniaxial luluh. Dari percobaan uji tarik diperoleh hubungan:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot \epsilon \quad (2.26)$$

dimana:

$$E = \text{energi regangan persatuan volume}$$

Energi regangan merupakan gabungan dari energi distorsi dan energi volume. Energi distorsi menyebabkan deformasi yang berupa distorsi, sedangkan energi volume menyebabkan perubahan volume. Bila suatu titik mengalami keadaan tegangan utama σ_1 , σ_2 , σ_3 maka hubungan energi regangan, energi distorsi, dan energi volume digambarkan pada gambar berikut:



Gambar 2.12 Elemen Menerima Distorsi Sudut Tanpa Perubahan Volume

S_1 , S_2 , dan S_3 tidak menyebabkan perubahan volume, sehingga $\Delta V_{1,2,3} = \Delta V_v$

Hubungan tegangan dan regangan:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E} - \frac{\nu}{E}(\sigma_2 + \sigma_3)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\sigma_2}{E} - \frac{\nu}{E}(\sigma_1 + \sigma_3)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\sigma_3}{E} - \frac{\nu}{E}(\sigma_1 + \sigma_2)$$

Untuk keadaan deviatorik,

$$\varepsilon_{1S} = \frac{S_1}{E} - \frac{\nu}{E}(S_2 + S_3) \quad (2.27)$$

$$\varepsilon_{2S} = \frac{S_2}{E} - \frac{\nu}{E}(S_1 + S_3) \quad (2.28)$$

$$\varepsilon_{3S} = \frac{S_3}{E} - \frac{\nu}{E}(S_1 + S_2) \quad (2.29)$$

sehingga:

$$\varepsilon_{1S} + \varepsilon_{2S} + \varepsilon_{3S} = \left(\frac{1}{E} - \frac{2\nu}{E} \right) (S_1 + S_2 + S_3) \quad (2.30)$$

maka,

$$S_1 + S_2 + S_3 = 0 \quad (2.31)$$

Dari gambar 2.12, diperoleh hubungan:

$$\sigma_1 = S_1 + \sigma_v$$

$$\sigma_2 = S_2 + \sigma_v$$

$$\sigma_3 = S_3 + \sigma_v$$

sehingga

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = (S_1 + S_2 + S_3) + 3\sigma_v \quad (2.32)$$

karena

$$S_1 + S_2 + S_3 = 0$$

maka,

$$\sigma_v = \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \quad (2.33)$$

oleh karena itu, maka:

$$S_1 = \sigma_1 - \sigma_v = \sigma_1 - \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = \frac{2}{3}\sigma_1 - \frac{1}{3}(\sigma_2 + \sigma_3) \quad (2.34a)$$

$$S_2 = \sigma_2 - \sigma_v = \sigma_2 - \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = \frac{2}{3}\sigma_2 - \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_3) \quad (2.34b)$$

$$S_3 = \sigma_3 - \sigma_v = \sigma_3 - \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = \frac{2}{3}\sigma_3 - \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2) \quad (2.34c)$$

Energi regangan per satuan volume dirumuskan:

$$E_r = \frac{1}{2}\sigma_1 \cdot \varepsilon_1 + \frac{1}{2}\sigma_2 \cdot \varepsilon_2 + \frac{1}{2}\sigma_3 \cdot \varepsilon_3 \quad (2.35)$$

Dengan memasukkan hubungan tegangan dan regangan ke persamaan (2.35) diperoleh persamaan:

$$E_r = \frac{1}{2E}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) - \frac{\nu}{E}(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3) \quad (2.36)$$

Dari hubungan:

Energi distorsi = energi regangan – energi volume

$$E_d = E_r - E_v$$

$$E_d = \frac{1}{2E}(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2) - \frac{\nu}{E}(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3) \\ - \frac{1}{2E}(\sigma_v^2 + \sigma_v^2 + \sigma_v^2) - \frac{\nu}{E}(\sigma_v\sigma_v + \sigma_v\sigma_v + \sigma_v\sigma_v)$$

Dengan harga $\sigma_v = \frac{1}{3} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)$, maka:

$$E_d = \frac{(1+\nu)}{6E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3) \quad (2.37)$$

Energi distorsi maksimum pada keadaan uniaksial yield adalah:

$$E_{d\text{yield}} = \frac{(1+\nu)}{6E} (\sigma_{\text{yield}})^2$$

Maka luluh akan terjadi jika:

$$E_d \geq E_{d\text{yield}}$$

$$\frac{(1+\nu)}{6E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3) \geq \frac{(1+\nu)}{6E} (\sigma_{\text{yield}})^2$$

atau

$$(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3) \geq (\sigma_{\text{yield}})^2 \quad (2.38)$$

2.2.8 Faktor Keamanan

Faktor keamanan (*safety factor*) didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan/kekuatan maksimum dengan tegangan tertinggi yang terjadi pada suatu bahan.

$$S_f = \frac{\text{kekuatan maksimum bahan}}{\text{tegangan tertinggi yang terjadi pada bahan}} \quad (2.39)$$

apabila *safety factor* kurang dari satu berarti terjadi kegagalan pada bahan dan bila *safety factor* lebih dari satu berarti bahan tidak akan mengalami kegagalan.

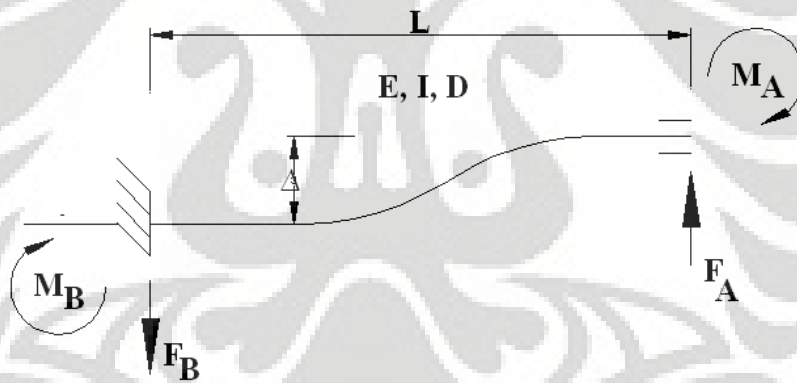
2.3 Metoda-Metoda Untuk Menganalisa Tegangan Pipa

2.3.1 Metoda Cantilever Dengan Pengarah

Metoda *cantilever* dengan pengarah (*guide cantilever method*) didefinisikan sebagai *cantilever beam* dengan pengarah bebas pada ujungnya sehingga jika terjadi pergeseran pada ujungnya maka tidak akan terjadi rotasi. Hal ini ditunjukkan dalam gambar 2.13.

Asumsi-asumsi yang digunakan untuk menyelesaikan metoda ini adalah:

1. Sistem ini hanya memiliki dua titik tumpu, terdiri dari pipa yang dianggap lurus, memiliki ketebalan dan ukuran pipa yang sama.
2. Semua pipa paralel dengan titik tumpu.
3. Perpanjangan pipa akibat panas (*thermal expansion*) pada arah yang diberikan diserap oleh pipa yang tegak lurus terhadap arah ini.
4. Untuk mengakomodasi perpanjangan pipa akibat panas, pipa diasumsikan sebagai *cantilever* dengan pengarah (*guide cantilever*).



Gambar 2.13 Metoda *Cantilever* dengan Pengarah

2.3.1.1 Persamaan Dasar

Momen M_A , M_B dan gaya F_A , F_B ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$M_A = M_B = \frac{EI\Delta}{24L^2} \quad (2.40)$$

$$F_A = F_B = \frac{EI\Delta}{144L^3} \quad (2.41)$$

Persamaan *stress range* adalah sebagai berikut:

$$S_E = \frac{E\Delta D}{48L^2} \quad (2.42)$$

$$\Delta = \frac{48L^2 S_E}{ED} \quad (2.43)$$

Dalam menyelesaikan persamaan (2.40) dan (2.41) kepada bentuk pemipaan dengan konfigurasi tipe L, maka diperlukan pengaturan koefisien untuk dua persamaan ini dengan pertimbangan karakteristik *elbow*. Persamaan ini dapat diubah menjadi:

$$F_A = \frac{EI\Delta}{288L^3} \quad (2.41a)$$

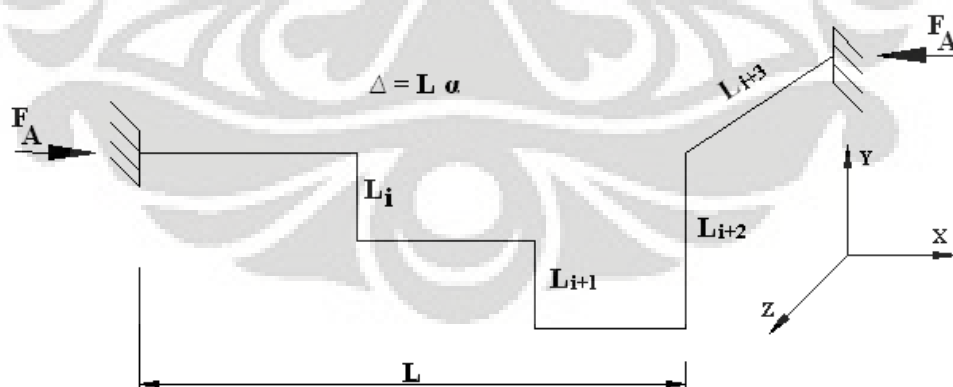
$$S_E = \frac{E\Delta D}{36L^2} \quad (2.43a)$$

Panjang L dapat dihitung dari persamaan-persamaan ini ketika gaya atau *stress range* diketahui.

Untuk pemipaan dengan konfigurasi seperti di bawah ini, besarnya gaya F_A adalah:

$$F_A = \frac{EI\Delta}{288\Sigma L_i^3} \quad (2.44)$$

$$\Delta = L\alpha$$



Gambar 2.14 Contoh Konfigurasi Sistem Pemipaan

Dan untuk besarnya defleksi δ_i yang harus diredam oleh setiap panjang pipa L_i diselesaikan dengan:

$$\delta_i = \frac{L_i^3 \Delta}{\sum_{i=1}^n L_i^3} \quad (2.45)$$

Besarnya *stress range* S_{Ei} dalam setiap panjang segmen pipa L_i karena defleksi yang tegaklurus δ_i adalah

$$S_{Ei} = \frac{ED\delta_i}{36L_i^2} \quad (2.46)$$

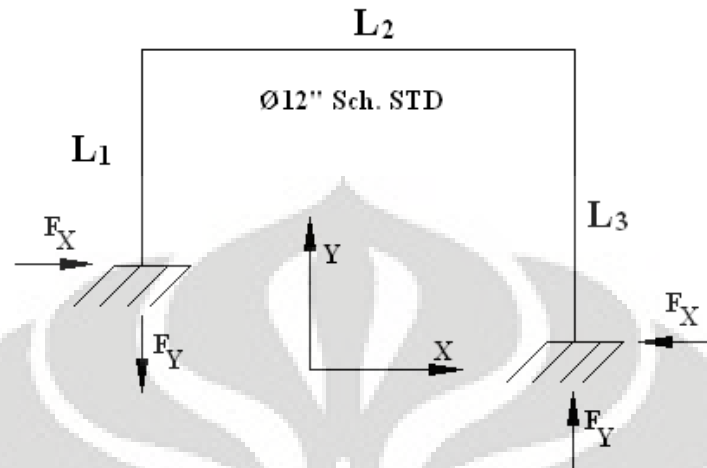
Keuntungan terbesar dari metoda ini adalah penyelesaiannya yang sederhana dan dapat diaplikasikan untuk berbagai tipe pemipaan dengan pipa yang memiliki ukuran sama dengan dua titik tumpu; tetapi walau demikian hal ini menghasilkan hasil yang sama untuk pipa dengan diameter kecil. Persentase kesalahan bertambah secara signifikan sebanding dengan kenaikan besar diameter pipa, terutama untuk perhitungan gaya. Hal ini diakibatkan karena fleksibilitas pada *elbow*.

2.3.1.2 Istilah

- α = Koefisien perpanjangan akibat panas, (in/ft)
- Δ = Perpanjangan akibat panas keseluruhan dari sistem pemipaan pada semua arah (in)
- D = Diameter luar pipa (in)
- E = Modulus elastisitas (psi)
- I = Momen inersia (in⁴)
- L = Panjang pipa (ft)
- F_A = Gaya (lbs)
- S_E = *Stress range* (psi)

2.3.1.3 Contoh Kasus

Contoh (1) perhitungan untuk metoda diatas seperti berikut ini:



Gambar 2.15 Contoh Kasus Pemipaan no. 1

Diketahui data pemipaan:

Material	= Carbon steel
Diameter	= 12"
Schedule	= Standar
Temperatur	= 650 ^o F
Koefisien ekspansi thermal	= 5,11"/100"

Solusi :

Ekspansi pada arah X dan Y (ΔX , ΔY):

$$\begin{aligned}\Delta X &= L_3 \alpha &= 20' \times 5,11/100 &= 1,02'' \\ \Delta Y &= (L_2 - L_1) \alpha &= (10 - 5) \times 5,11/100 &= 0,26''\end{aligned}$$

Ekspansi akibat panas δ_i , yang harus diserap oleh setiap panjang pipa:

$$\delta_i = \frac{L_i^3 \Delta}{\sum_{i=1}^n L_i^3} \rightarrow \text{persamaan no (5)}$$

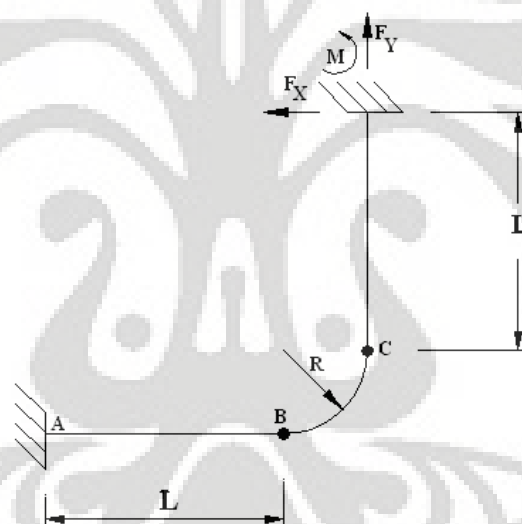
Ekspansi akibat tegangan untuk setiap panjang pipa L_i adalah:

$$S_i = \frac{7.75 \times 10^5 \times \delta_i D}{L_i^2} \rightarrow \text{Persamaan no (6) dengan } E = 27.9 \times 10^6 \text{ psi}$$

Member	Length	$\frac{L_i^3}{\sum L_i^3}$	S_i	Computer Results (psi)
L1	5'	0.11	43477	20130
L2	10'	0.89	89919	35866
L3	20'	1	6422	21330

Tabel 2.1 Hasil Perhitungan

Contoh (2)



Gambar 2.16 Contoh Kasus Pemipaan no. 2

Persamaan untuk menyelesaikan kasus seperti diatas adalah:

$$K = \text{Fleksibilitas } bending \text{ factor} = \frac{1.65}{h} ; \text{ dimana } h = \frac{t_n R}{r^2}$$

$$i = \frac{0.9}{h^{2/3}}$$

R = radius *bending*

r = rata-rata *bending* pipa

t_n = ketebalan pipa

E = modulus elastisitas

I = momen inersia

α = koefisien ekspansi

$\Delta = (L+R)\alpha$

$$F_x = \frac{-E I \Delta}{A - \frac{B}{C}} \quad (2.47)$$

$$M = \frac{-F_x B^2}{C} \quad (2.48)$$

Dimana:

$$A = \frac{L^3}{6} + \frac{R L^2}{2} + K R \left[L R \left(\frac{\pi}{2} - 1 \right) + R^2 \left(\frac{5}{2} - \frac{3}{4} \pi \right) \right] \quad (2.49)$$

$$C = 2L + \frac{\pi}{2} K R \quad (2.50)$$

$$B = B1 \times B2 \quad (2.51)$$

$$B1 = \frac{L^2}{2} + L R + K R \left[R \left(\frac{\pi}{2} - 1 \right) \right] \quad (2.52)$$

$$B2 = L^2 + K R \left[\frac{\pi}{2} (L - R) + 2R \right] \quad (2.53)$$

Diketahui data pipa sebagai berikut:

D = 12"

Schedule pipa = Standar

I = 279.3 in⁴

E = 27.9 x 10⁶ psi

α = 0.0511"/ft

R = 1.5'

K = 9.33

Long bend radius = 1.5 x 12 = 18"

T = 650^oF

Penyelesaian:

$$A = \frac{\overline{13.5}^2}{6} + \frac{1.5\overline{13.5}^2}{2} + 9.33(13.5 \times 1.5 \times 0.57 + \overline{1.5}^2 \times 0.144) \times 1.5$$

$$A = 410 + 136.7 + 166.1 = 713$$

$$B1 = \frac{\overline{13.5}^2}{2} + 1.5 \times 13.5 + 9.33 \times 1.5(1.5 \times 0.57) = 123.34$$

$$B2 = \overline{13.5}^2 + 9.33 \times 1.5(1.57 \times 12 + 3) = 487.9$$

$$B = B1 \times B2 = 123.34 \times 487.9 = 60178$$

$$\Delta = (L + R)\alpha = (13.5 + 1.5) \times 0.0511 = 0.7665''$$

$$C = 2 \times 13.5 + \frac{\pi}{2} \times 9.33 \times 1.5$$

Maka besarnya F_x , F_y dan M adalah:

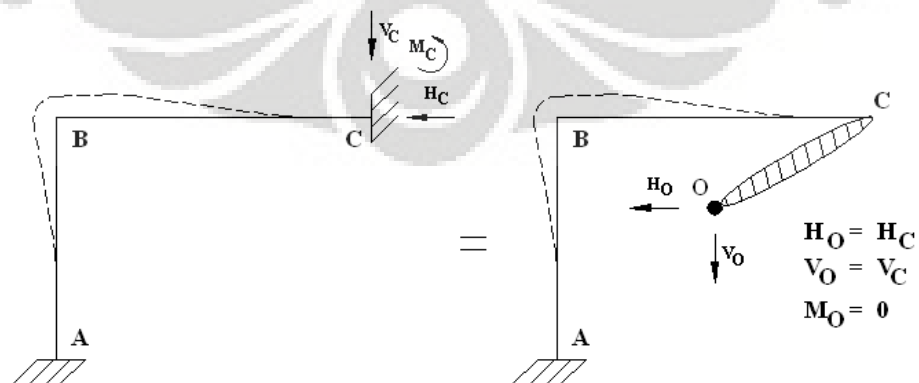
$$F_x = \frac{-27.9 \times 10^6 \times 279.3 \times 0.7665}{\left(713 - \frac{60178}{49}\right) \times 1728} = 6710 \text{ lbs dengan arah gaya ke kiri}$$

$$F_y = -F_x = -6710 \text{ dengan arah gaya ke bawah}$$

$$M = \frac{-6710 \times 487.9}{49} = -66812 \text{ ft.lbs dengan arah putaran } \textit{clock wise}.$$

2.3.2 Metoda *Elastic Center*

Pada gambar dibawah ini jika salah satu tumpuan, misalkan pada titik C, dilepaskan dan terhubung sementara dengan batang kaku menyebabkan titik C akan tertarik ke pusat elastisitas (*elastic center*) dari pipa seperti berikut:



Gambar 2.17 Pusat Elastis Pipa

Dari definisi diatas, dengan memperhatikan elastisitas, maka kita dapatkan:

$$S_x = \int y \, ds = 0 \quad (2.54)$$

$$S_y = \int x \, ds = 0 \quad (2.55)$$

Karena batang OC kaku, misalnya $EI = \infty$, dan tidak mengalami deformasi, titik O memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Rotasi dan pergeseran pada arah horizontal dan vertikal pada titik O adalah nol.
2. Jika titik O bergerak bebas akibat panas dan lainnya, maka titik O akan bergerak ke arah dan titik tarik yang sama yaitu titik C.

Untuk menggeser kembali titik O ketempat semula, diperlukan sebuah gaya yang bereaksi pada titik C. Dengan mensubstitusi persamaan (14) dan (15) kita memperoleh:

$$H_c \frac{I_x}{EI} - V_c \frac{I_{xy}}{EI} = \Delta x \quad (2.56)$$

$$-H_c \frac{I_{xy}}{EI} + V_c \frac{I_y}{EI} = \Delta y \quad (2.57)$$

Kedua persamaan ini dapat digunakan untuk menyelesaikan H_c dan V_c . Momen M_c dapat diperoleh dengan memasukkan H_c dan V_c pada titik tengah elastisitas (*elastic center*) yaitu titik O.

Dapat kita lihat disini bahwa aplikasi H_c dan V_c pada titik dengan elastisitas menghasilkan garis deformasi yang sama dengan H_c , V_c dan M_c terhadap titik C.

$$H_c = \left[\frac{I_y L_x + I_{xy} L_y}{I_x L_y - I_{xy}^2} \right] \alpha EI \quad (2.58)$$

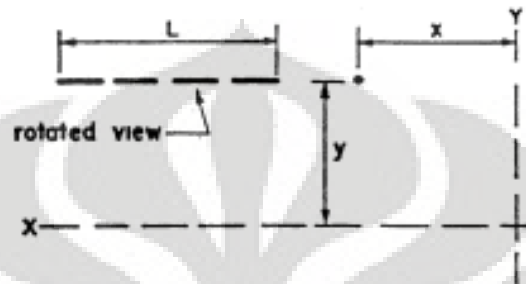
Dimana $\Delta_x = L_x \alpha$ dan $\Delta_y = L_y \alpha$

$$V_c = \left[\frac{I_x L_y + I_{xy} L_x}{I_x L_y - I_{xy}^2} \right] \alpha EI \quad (2.59)$$

Didalam buku Grinnel, $\alpha E = C$ dimana besarnya nilai C adalah:

$$C = \frac{\alpha (\text{untuk } 100') \times E_c}{100' \times 1728} \quad (2.60)$$

Beberapa penjelasan menurut Grinnel adalah:

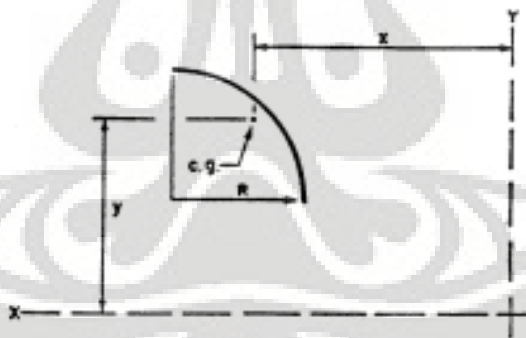


Gambar 2.18 Pipa Tegak Lurus Terhadap Bidang Proyeksi

dari gambar diatas:

$$I_x = 1.3Ly^2 \quad (2.61)$$

$$I_y = 1.3Lx^2 \quad (2.62)$$

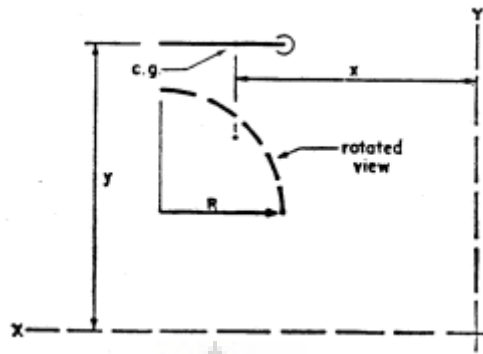


Gambar 2.19 Belokan 90° Dalam Bidang Proyeksi

dari gambar diatas:

$$I_x = k(0.149R^3) + k \frac{\pi R}{2} y^2 = k(0.149R^3) + 1.57kRy^2 \quad (2.63)$$

$$I_y = k(0.149R^3) + 1.57kRx^2 \quad (2.64)$$



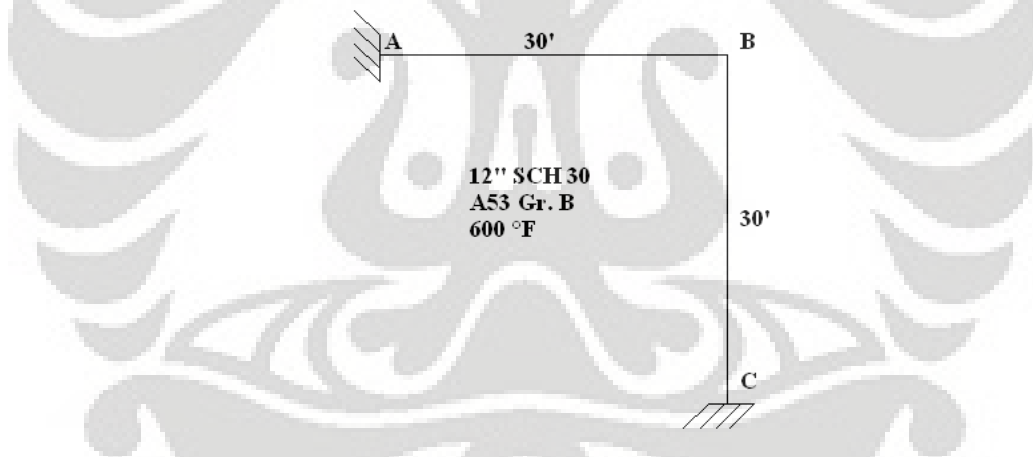
Gambar 2.20 Belokan 90° Tegak Lurus Terhadap Bidang Proyeksi dari gambar diatas:

$$I_x = 1.15 \frac{\pi R}{2} y^2 = 1.81 R y^2 \text{ (sejajar sumbu)} \quad (2.65)$$

$$I_y = 1.15(0.149 R^3) + 1.81 R x^2 \text{ (tegak lurus sumbu)} \quad (2.66)$$

Contoh kasus untuk metoda diatas adalah:

Diketahui gambar sebagai berikut:



Gambar 2.21 Contoh Kasus

Diketahui data-data:

$$t = 0.33''$$

$$Z = 39 \text{ in}^3$$

$$i = 3.13$$

$$E = 27.9 \times 10^6 \text{ psi}$$

$$L_x = L_y = 30'$$

$$I = 248.5 \text{ in}^4$$

$$K = 10.71 = \text{faktor fleksibilitas}$$

$$\alpha = 0.046 \text{ in/ft}$$

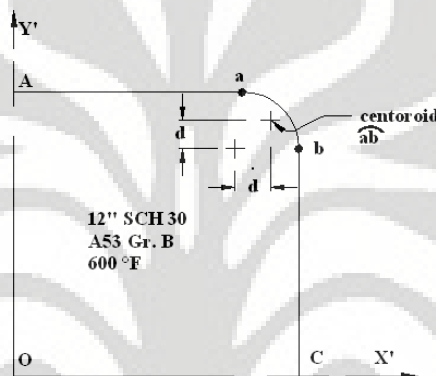
$$R = 1.5' = \text{radius bending}$$

Ditanya:

1. Gaya-gaya yang terjadi pada setiap tumpuan
2. Tegangan bending maksimum

Solusi :

1. Tentukan lokasi titik berat belokan (*centoroid*).



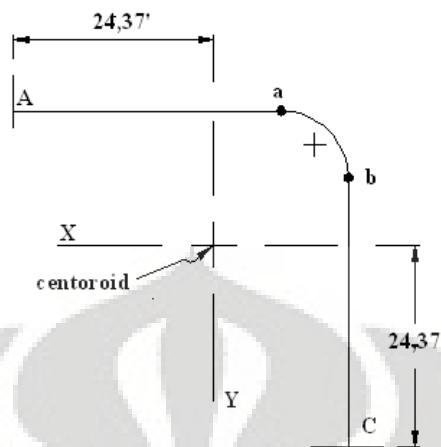
Gambar 2.22 Menentukan Centeroid ab

$$\begin{aligned} Aa &= 30 - R \\ &= 28.5' \\ &= bC \\ d &= 0.637R \\ &= 0.956' \\ ab &= \frac{\pi}{2} RK \\ &= 1.57 \times 1.5 \times 10.71 = 25.22' \end{aligned}$$

Member	Length (ft)	X' (ft)	Y' (ft)	LX'	LY'
Aa	28.5	14.25	30	406	855
arcus ab	25.22	29.46	29.46	743	743
bc	28.5	30	14.25	855	406
	82.22			2004	2004

Tabel 2.2 Hasil Perhitungan

$$X' = Y' = \frac{2004}{82.22} = 24.37'$$



Gambar 2.23 Centeroid Sistem

$$\begin{aligned}
 I_{x(\text{arcus } ab)} &= 0.149R^3K + \frac{\pi}{2}RKY^2 \\
 &= 0.149 \times 1.5^3 \times 10.71 + 1.57 \times 1.5 \times 10.71 \times 5.09^2 \\
 &= 5.39 + 653.46 = 658.84 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

2. Tentukan I_x dari AabC (dengan memperhatikan sumbu X dan Y)

$$\text{Member Aa} = 28.5 \times 5.63^2 = 903.4$$

$$\text{Member bc} = \frac{28.5^3}{12} + 28.5 \times 10.12^2 = 4847.9$$

$$\text{Member arc ab} = 658.84$$

$$I_x \text{ total} = 6410 \text{ in}^4$$

3. Tentukan I_{xy} dari AabC (dengan memperhatikan sumbu X dan Y)

$$\text{Member Aa} = 28.5 \times 10.12 \times 5.63 = 1623.8$$

$$\text{Member Aa} = 28.5 \times (-10.12) \times (-5.63) = 1623.8$$

$$\text{Member arc ab} = 0.137R^3K - 1.57KRXY$$

$$= 0.137 \times 1.5^3 \times 10.71 - 1.57 \times 10.71 \times 5.09 \times 5.09 \times 1.5 = -648.5$$

$$I_{xy} = 1623.8 + 1623.8 - 648.5$$

$$= 2599$$

4. Tentukan tegangan pada tumpuan ; $F_{AX} = F_{AY}$

$$F_{AX} = \left(\frac{IxLx + IxyLy}{Ixly - Ix^2y} \right) \frac{\alpha EI}{1728}$$

$$= \frac{6410 \times 30 + 2599 \times 30}{6410 \times 6410 - 2599^2} \times \frac{0.046 \times 27.9 \times 10^6 \times 248.5}{1728}$$

$$= 1453 \text{ lbs}$$

5. Tentukan tegangan bending pada titik a

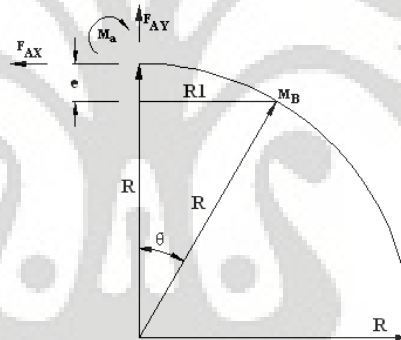
$$M_a = 1453 \times 4.13 + 1453 \times 5.63$$

$$= 14181.3 \text{ ft.lbs}$$

$$S_a = i \frac{M}{z} = \frac{3.13 \times 14181.3 \times 12}{39}$$

$$= 13658 \text{ psi}$$

6. Tentukan tegangan bending maksimum



Gambar 2.24 Tegangan Bending Maksimum

$$M_{\theta} = M_a + F_{AY}R_1 - F_{AX}e$$

$$R_1 = R \sin \theta$$

$$M_{\theta} = M_a + 1452 \times 1.5 \sin \theta - (-1453)(1.5 - 1.5 \cos \theta)$$

$$= 14181.3 + 2179.5 \sin \theta - 2179.5 + 2179.5 \cos \theta$$

$$\frac{d M_{\theta}}{d \theta} = 2179 \cos \theta - 2179 \sin \theta = 0$$

atau $\sin \theta = \cos \theta$, sehingga $\theta = 45^{\circ}$

$$M_{\theta \max} = 14181.3 + 2179.5 \times 0.707 - 2179.5 + 2179.5 \times 0.707$$

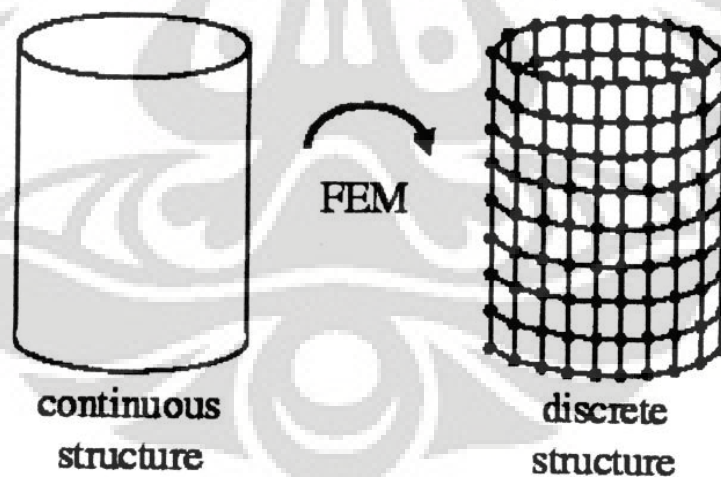
$$= 15084 \text{ ft.lbs}$$

$$S_{\max} = i \frac{M_{\theta \max}}{Z} = \frac{3.13 \times 15084 \times 12}{39} = 14527 \text{ psi}$$

2.3.3 Metode Elemen Hingga

Sebuah benda terdiri dari tak terhingga elemen yang menyusunnya. Dengan adanya tak terhingga elemen tersebut maka akan sangat sulit untuk dianalisis tegangan atau deformasinya. Untuk memudahkan analisis tersebut dapat dianggap bahwa suatu benda terdiri dari jumlah berhingga elemen. Metode elemen hingga adalah sebuah metode yang melakukan pendekatan dengan menganggap suatu benda terdiri dari berhingga elemen. Elemen-elemen tersebut dianggap terpisah dan dihubungkan dengan titik yang dinamakan titik nodal sehingga membentuk suatu jaringan. Semakin kecil ukuran elemen, semakin kecil kesalahan yang timbul.

Gambar dibawah ini digunakan untuk menerangkan prinsip-prinsip dari metode elemen hingga. Pada gambar tersebut terlihat suatu benda yang terdiri dari tak berhingga elemen (elemen kontinu) selanjutnya dibuat berhingga elemen yang disebut juga sebagai proses diskritisasi. Walau suatu benda telah dibagi menjadi elemen-elemen yang kecil, namun benda itu sesungguhnya adalah suatu bagian yang utuh.



Gambar 2.25 Proses Diskritisasi Elemen Dengan Metode Elemen Hingga

Sumber : <http://iamlasun8.mathematik.uni.karlsruhe.de/>

Rumusan perhitungan dengan pendekatan metode elemen hingga ini diperoleh persamaan :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.67)$$

dan persamaan

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2.68)$$

dan dalam daerah elastis berlaku hukum Hooke

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (2.69)$$

dari persamaan (2.40), (2.41), (2.42) akan diperoleh persamaan :

$$F = \left(\frac{AE}{l} \right) \Delta l \quad (2.70)$$

persamaan () diatas memiliki kesamaan dengan persamaan pegas berikut :

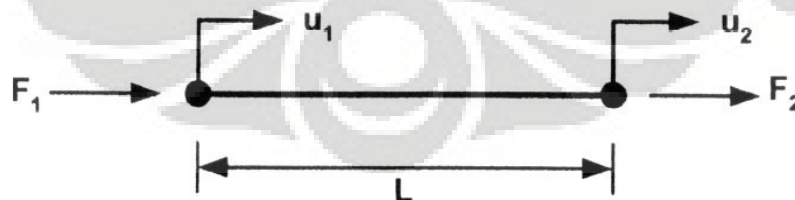
$$F = k \cdot x \quad (2.71)$$

Dengan demikian, kekakuan memiliki nilai sebagai berikut :

$$F = \left(\frac{AE}{l} \right) \Delta l \quad (2.72)$$

2.3.3.1 Elemen Truss

Elemen truss merupakan elemen dimana bekerja beban tarik maupun beban tekan (beban aksial). Untuk memperoleh matrik kekakuan dari elemen truss ini, dilakukan pendekatan perhitungan dengan menggunakan metode perpindahan yang dapat dimodelkan sebagai berikut :



Gambar 2.26 Pemodelan Elemen Truss

Persamaan matriks untuk elemen truss adalah :

$$\begin{Bmatrix} F1 \\ F2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} k & -k \\ -k & k \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{Bmatrix} \quad (2.73)$$

Dengan mensubstitusi persamaan (2.46) kedalam persamaan diatas maka akan diperoleh :

$$\begin{Bmatrix} F1 \\ F2 \end{Bmatrix} = \frac{AE}{l} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{Bmatrix} \quad (2.74)$$

atau secara simbolik, dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\{f\} = [K]\{u\} \quad (2.75)$$

sehingga matriks kekakuan lokalnya :

$$K = \frac{AE}{l} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.76)$$

Untuk permasalahan yang menyeluruh (global) persamaan gayanya adalah :

$$\{F\} = [K_G]\{U\} \quad (2.77)$$

dimana :

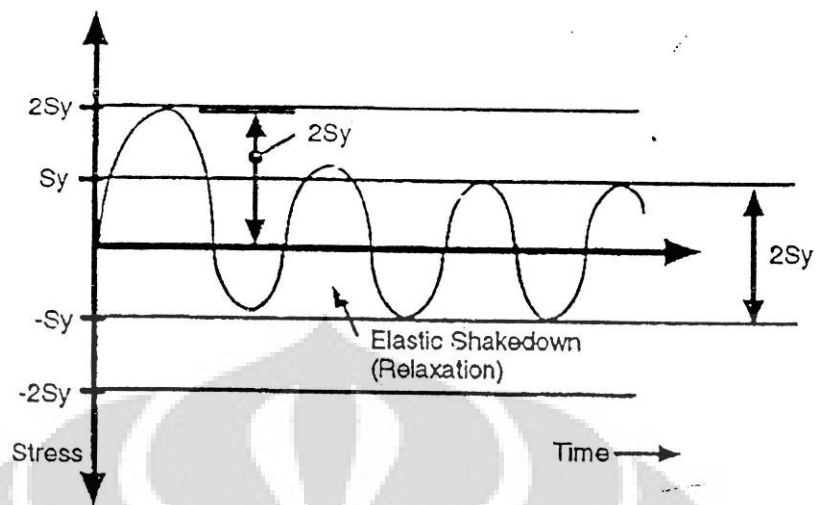
$[K_G]$ = matriks kekakuan global

$[U]$ = matriks perpindahan global

Matriks kekakuan global dapat diperoleh dengan menyusun matriks kekakuan lokal :

$$[K_G] = \Sigma[K] \quad (2.78)$$

Perpindahan global sangat berhubungan dengan perpindahan lokal yang ditunjukkan oleh gambar berikut :



Gambar 2.27 Maksimum Range Dibatasi Dua Kali Tegangan Luluh

Yang menghasilkan persamaan :

$$U_{iX} = u_{iX} \cdot \cos \theta - u_{iy} \cdot \sin \theta \quad (2.79a)$$

$$U_{iY} = u_{iX} \cdot \sin \theta + u_{iy} \cdot \cos \theta \quad (2.79b)$$

$$U_{jX} = u_{jX} \cdot \cos \theta - u_{jy} \cdot \sin \theta \quad (2.79c)$$

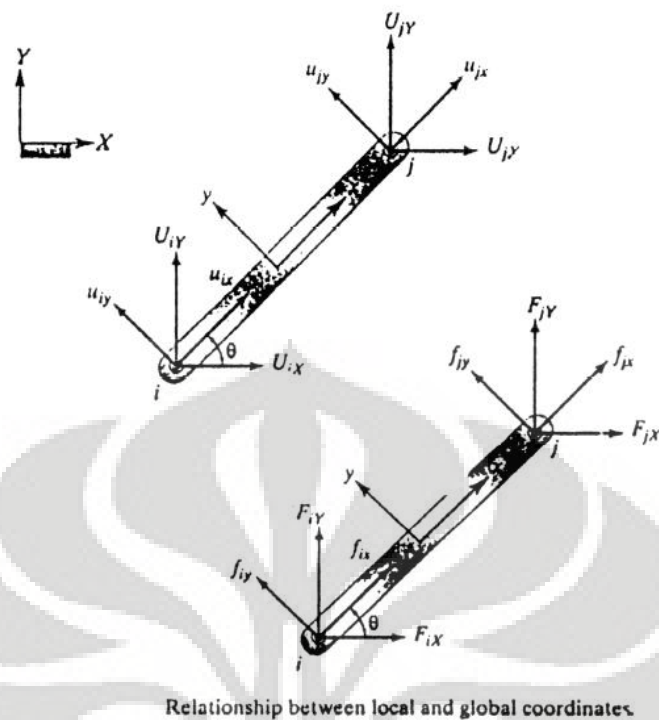
$$U_{jY} = u_{jX} \cdot \sin \theta + u_{jy} \cdot \cos \theta \quad (2.79d)$$

Persamaan diatas dapat dituliskan dalam bentuk matriks

$$\{U\} = [T]\{u\} \quad (2.80)$$

dimana :

$$\{U\} = \begin{Bmatrix} U_{iX} \\ U_{iY} \\ U_{jX} \\ U_{jY} \end{Bmatrix} ; \quad [T] = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} ; \quad \{u\} = \begin{Bmatrix} u_{iX} \\ u_{iY} \\ u_{jX} \\ u_{jY} \end{Bmatrix}$$



Gambar 2.28 Hubungan Antara Koordinat Lokal dan Koordinat Global

Matriks $\{U\}$ dan $\{u\}$ menunjukkan perpindahan pada nodal i dan j , dengan mengacu pada sumbu global XY dan sumbu local xy sebagai referensi. Matriks $\{T\}$ disebut matriks transformasi yang berfungsi sebagai nilai pengubah dari perubahan koordinat lokal menjadi koordinat global. Dengan cara yang sama, dapat diperoleh :

$$F_{iX} = f_{ix} \cdot \cos \theta - f_{iy} \sin \theta \quad (2.81a)$$

$$F_{iY} = f_{ix} \cdot \sin \theta + f_{iy} \cos \theta \quad (2.81b)$$

$$F_{jX} = f_{jx} \cdot \cos \theta - f_{jy} \sin \theta \quad (2.81c)$$

$$F_{jY} = f_{jx} \cdot \sin \theta + f_{jy} \cos \theta \quad (2.81d)$$

Persamaan diatas dapat dituliskan dalam bentuk matriks :

$$\{F\} = [T]\{f\} \quad (2.82)$$

dimana :

$$\{F\} = \begin{Bmatrix} F_{iX} \\ F_{iY} \\ F_{jX} \\ F_{jY} \end{Bmatrix}; \text{ merupakan gaya pada koordinat global, dan}$$

$$\{f\} = \begin{Bmatrix} f_{ix} \\ f_{iy} \\ f_{jx} \\ f_{jy} \end{Bmatrix}; \text{ merupakan gaya pada koordinat local.}$$

Hubungan antara koordinat local dan koordinat global telah diperoleh pada persamaan diatas. Tetapi perlu diingat bahwa perpindahan nodal (*displacement*) dan gaya yang bekerja pada truss, arahnya pada sumbu aksialnya (sumbu x), dengan demikian *displacement* dan gaya pada arah sumbu y adalah nol.

Dengan demikian persamaan diatas menjadi :

$$\begin{Bmatrix} f_{ix} \\ f_{iy} \\ f_{jx} \\ f_{jy} \end{Bmatrix} = \begin{pmatrix} k & 0 & -k & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -k & 0 & k & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} u_{ix} \\ u_{iy} \\ u_{jx} \\ u_{jy} \end{Bmatrix} \quad (2.83)$$

Dalam bentuk matriks :

$$\{F\} = [K]\{u\} \quad (2.84)$$

Sehingga :

$$[T]^{-1}\{F\} = [K][T]^{-1}\{U\} \quad (2.85)$$

dimana : matriks $[T]^{-1}$ merupakan invers dari matriks $[T]$

Dengan melakukan operasi perkalian matriks, sehingga persamaan (2.86) menjadi :

$$[F] = [T][K][T]^{-1}\{U\} \quad (2.87)$$

Substitusi nilai dari matriks $[T]$, $[T]^{-1}$, $[K]$, dan $[U]$ kedalam persamaan (2,59), selanjutnya operasi perkalian matriks menjadi :

$$\begin{Bmatrix} f_{iX} \\ f_{iY} \\ f_{jX} \\ f_{jY} \end{Bmatrix} = k \cdot \begin{pmatrix} \cos^2 \theta & \sin \theta \cos \theta & -\cos^2 \theta & -\sin \theta \cos \theta \\ \sin \theta \cos \theta & \sin^2 \theta & -\sin \theta \cos \theta & -\sin^2 \theta \\ -\cos^2 \theta & -\sin \theta \cos \theta & \cos^2 \theta & \sin \theta \cos \theta \\ -\sin \theta \cos \theta & -\sin^2 \theta & \sin \theta \cos \theta & \sin^2 \theta \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} U_{iX} \\ U_{iY} \\ U_{jX} \\ U_{jY} \end{Bmatrix} \quad (2.88)$$

Matriks kekakuan globalnya adalah sebagai berikut :

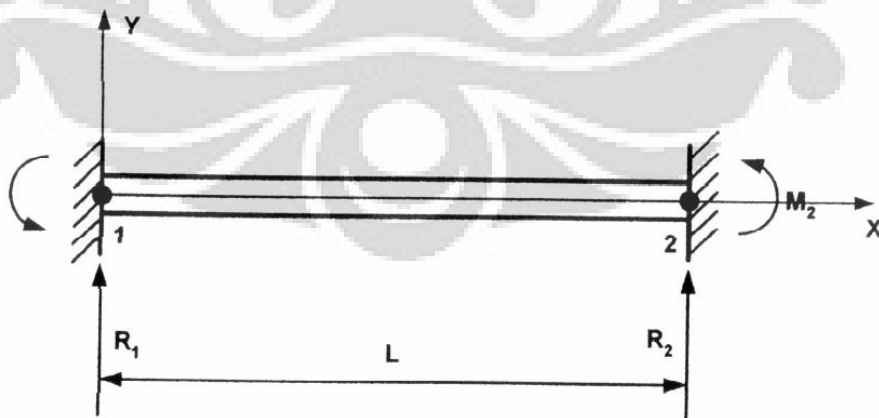
$$[K]^g = k \cdot \begin{pmatrix} \cos^2 \theta & \sin \theta \cos \theta & -\cos^2 \theta & -\sin \theta \cos \theta \\ \sin \theta \cos \theta & \sin^2 \theta & -\sin \theta \cos \theta & -\sin^2 \theta \\ -\cos^2 \theta & -\sin \theta \cos \theta & \cos^2 \theta & \sin \theta \cos \theta \\ -\sin \theta \cos \theta & -\sin^2 \theta & \sin \theta \cos \theta & \sin^2 \theta \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} U_{iX} \\ U_{iY} \\ U_{jX} \\ U_{jY} \end{Bmatrix} \quad (2.89)$$

$$\text{dimana : } k = \frac{AE}{1}$$

2.3.3.2 Elemen Beam

Elemen beam merupakan elemen paling banyak kita jumpai di bidang engineering, seperti pada jembatan, automotif, dan lain-lain.

Beam adalah struktur yang menerima beban utama berupa geser dan momen lentur, sehingga perpindahannya adalah defleksi (tegak lurus sumbu pipa) dan perpindahan sudut.



Gambar 2.29 Pemodelan Elemen Beam

Persamaan umum perhitungan beam :

$$v(x) \quad \text{Defleksi} \quad (2.90)$$

$$\frac{dv(x)}{dx} = \theta(x) \quad \text{Slope} \quad (2.91)$$

$$EI \frac{d^2v(x)}{dx^2} = M(x) \quad \text{Momen lentur} \quad (2.92)$$

$$EI \frac{d^3v(x)}{dx^3} = \frac{dM}{dx} = V(x) \quad \text{Gaya geser} \quad (2.93)$$

$$EI \frac{d^4v(x)}{dx^4} = \frac{dV}{dx} = w(x) \quad \text{Beban seragam linier} \quad (2.94)$$

Dengan menurunkan persamaan diatas, selanjutnya disusun kembali persamaan yang telah diperoleh :

$$R_1 = f(v_1, \theta_1, v_2, \theta_2) \quad (2.95)$$

$$M_1 = f(v_1, \theta_1, v_2, \theta_2) \quad (2.96)$$

$$R_2 = f(v_1, \theta_1, v_2, \theta_2) \quad (2.97)$$

$$M_2 = f(v_1, \theta_1, v_2, \theta_2) \quad (2.98)$$

Dengan memasukkan nilainya, maka persamaan diatas menjadi :

$$R_1 = \frac{12Elv_1}{L^3} + \frac{6El\theta_1}{L^2} + \frac{12Elv_2}{L^3} + \frac{6El\theta_2}{L^2} \quad (2.99)$$

$$M_1 = \frac{6Elv_1}{L^2} + \frac{4El\theta_1}{L} + \frac{6Elv_2}{L^2} + \frac{2El\theta_2}{L} \quad (2.100)$$

$$R_2 = \frac{12Elv_1}{L^3} + \frac{6El\theta_1}{L^2} + \frac{12Elv_2}{L^3} + \frac{6El\theta_2}{L^2} \quad (2.101)$$

$$M_2 = \frac{6Elv_1}{L^2} + \frac{2El\theta_1}{L} + \frac{6Elv_2}{L^2} + \frac{2El\theta_2}{L} \quad (2.102)$$

Jika dituliskan dalam bentuk matriks :

$$\begin{Bmatrix} R_1 \\ M_1 \\ R_2 \\ M_2 \end{Bmatrix} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6 & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} v_1 \\ \theta_1 \\ \theta_2 \\ M_2 \end{Bmatrix} \quad (2.103)$$

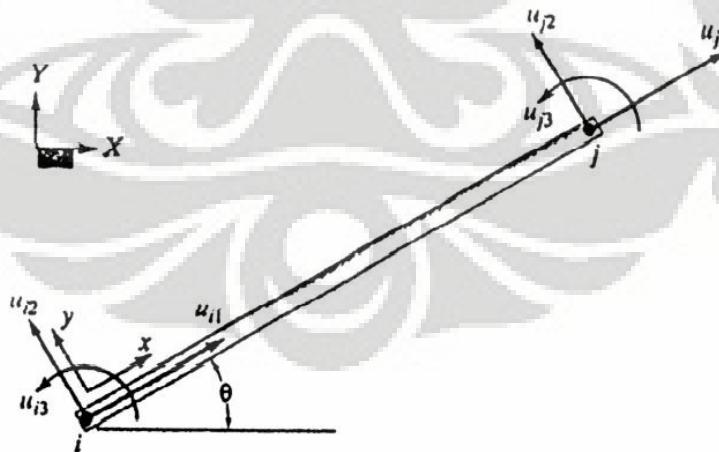
Matriks kekakuannya

$$[K_B] = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6 & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (2.104)$$

2.3.3.4 Elemen Frame

Frame adalah struktur atau elemen yang menerima beban utama berupa momen lentur, gaya geser, dan gaya aksial sehingga perpindahannya adalah defleksi (tegak lurus sumbu pipa), perpindahan sudut (rotasi), dan perpindahan dalam arah aksial.

Dengan demikian, elemen frame merupakan gabungan elemen truss dan elemen beam.



Gambar 2.30 Elemen Frame

Mengingat matriks kekakuan dari elemen truss :

$$[K_r] = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} \frac{AE}{L} & 0 & 0 & -\frac{AE}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{AE}{L} & 0 & 0 & \frac{AE}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.105)$$

Dan matriks kekakuan dari elemen beam :

$$[K_B] = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ 0 & 6L & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -12 & -6L & 0 & 12 & -6L \\ 0 & 6L & 2L^2 & 0 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (2.106)$$

Sehingga matriks kekakuan dari elemen frame menjadi :

$$[K_F] = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} \frac{AL^2}{I} & 0 & 0 & -\frac{AL^2}{I} & 0 & 0 \\ 0 & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ 0 & 6L & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ -\frac{AL^2}{I} & 0 & 0 & \frac{AL^2}{I} & 0 & 0 \\ 0 & -12 & -6L & 0 & 12 & -6L \\ 0 & 6L & 2L^2 & 0 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (2.107)$$

Matriks transformasi elemen frame menjadi :

$$\{T_F\} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & 0 & 0 & \sin \theta & \cos \theta \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.108)$$

Sehingga untuk menyusun persamaan matriks frame adalah :

$$\{f\} = [K] \times \{u\} \quad (2.109)$$

$$\{F\} = [T] [K] [T]^{-1} \{U\} \quad (2.110)$$

2.4 Stress Intensification Factor Dan Fleksibilitas

Pipa dengan penampang bulat memiliki fleksibilitas dan momen inersia yang lebih tinggi dibandingkan dengan pipa pejal. Perubahan bentuk akibat momen bending dari bulat menjadi oval mengakibatkan reaksi pada ujungnya.

Komponen pemipaan seperti *tee*, *bend*, *reducer*, *elbow*, dan lainnya bereaksi terhadap momen bending berbeda dengan pipa lurus. Karena itulah diperlukan pertimbangan khusus dalam analisa tegangan sistem pemipaan.

Kenaikan fleksibilitas dihitung dengan mengalikan panjang aktual dari *bend* atau *fitting* dengan faktor “k” yang disebut faktor fleksibilitas. Kenaikan tegangan dihitung dengan mengalikan besarnya tegangan yang diperoleh dari teori.”momen *bending* dibagi dengan modulus potongan dengan faktor “i” yaitu *stress intensification factor (SIF)*”

Faktor-faktor ini tergantung dari karakteristik fleksibilitas “h” dimana untuk *elbow* atau *bend* adalah:

$$\frac{tR}{r^2} \quad (2.111)$$

dimana:

t = ketebalan pipa

R = radius elbow atau bend

r = radius rata-rata dari potongan *elbow* atau *bend*

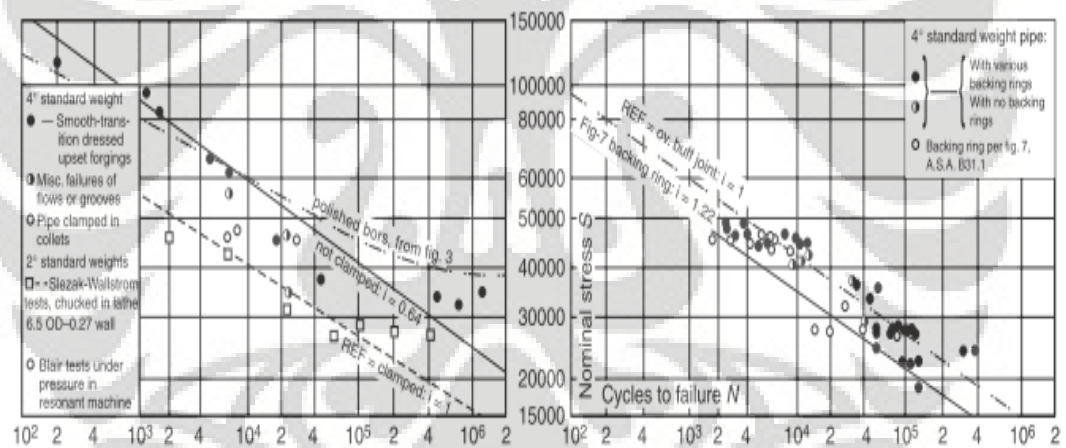
Pada Pressure Piping Code, diatur bahwa *stress intensification factor* sebagai berikut: “*Perhitungan stress intensification factor dilakukan pada komponen pemipaan dan bukan pada pipa lurus. Beberapa hal perlu dilakukan untuk memberikan fleksibilitas lebih pada komponen pemipaan. Pada kasus kurangnya data yang dapat diaplikasikan, faktor fleksibilitas dan stress intensification factor ditunjukkan oleh lampiran D pada ASME B31.3 edisi tahun 2006*”

Dalam pemipaan, SIF digunakan untuk memudahkan perhitungan. Hal ini dilakukan ketika pada sistem pemipaan sederhana atau dalam pengambilan keputusan daripada memodelkan sistem pemipaan secara penuh. SIF pertama kali

dikembangkan pada awal tahun 1950-an oleh A.R.C. Markl dan timnya, juga E.C. Rodabaught dari Tube Turns, Kentucky.

Pada SIF ditemukan bahwa ada perbedaan yang signifikan dari metoda yang digunakan dalam *Nuclear Piping Code* dan dalam BPV, *Section VII, Division II*, tentang analisa lelah (*fatigue analysis*). Hal ini sangat berguna untuk menjelaskan perbedaan ini secara detail.

Pada pengetesannya, pertama kali tim melakukan test pada pipa dengan lasan dan tanpa lasan/sambungan. Mereka melakukan test pada beberapa komponen untuk menganalisa data. Terdapat perbedaan yang signifikan dari siklus kegagalan dari pipa lurus terhadap pipa lurus dengan lasan. Dalam gambar 2.31 diperlihatkan perbedaan 40.000 psi pada 100.000 siklus untuk pipa lurus dan pipa dengan lasan. Dari data-data ini, mereka mengembangkan sebuah teori kurva S-N untuk pipa.

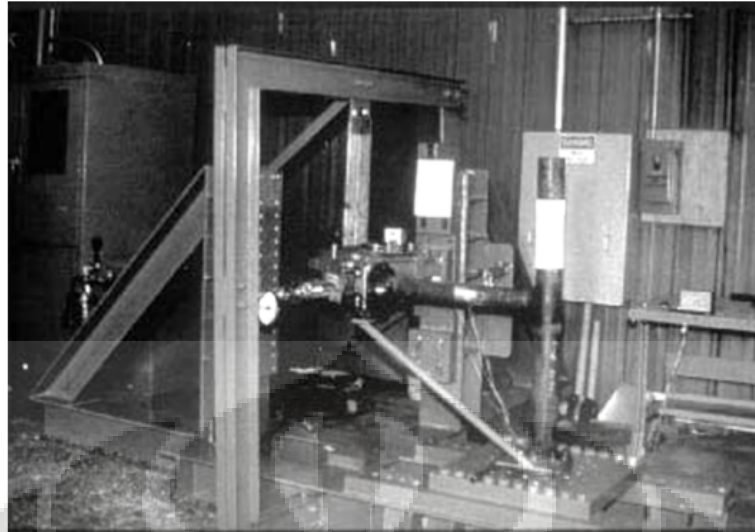


Gambar 2.31 Kurva *Fatigue* untuk Pipa Lurus vs Pipa dengan Lasan

Teori yang mereka kembangkan adalah:

$$iS = 245.000N^{-0.2} \quad (2.112)$$

dimana i adalah SIF dan N adalah jumlah siklus kegagalan. Pada saat ini, rumus digunakan untuk melakukan uji pengembangan SIF atau mengkonfirmasi nilai SIF yang lama. Mesin yang digunakan untuk melakukan uji coba SIF seperti dibawah ini.



Gambar 2.32 Mesin Uji Coba SIF (Foto Milik WFI)

2.5 Tegangan Ekspansi

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan tegangan untuk analisa fleksibilitas adalah tegangan ekspansi atau tegangan akibat terjadinya perpanjangan pipa. Tegangan ini dihitung pada beberapa bagian dari sistem pemipaan. Tegangan yang tertinggi biasanya terletak pada percabangan pipa, *restrain*, dan *anchor*.

Formula untuk tegangan ekspansi adalah:

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2} \quad (2.113)$$

S_b adalah jumlah tegangan bending, yang memiliki formula:

$$S_b = \sqrt{\frac{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2}{Z}} \quad (2.115)$$

dimana:

S_E = *Expansion stress*

S_t = *Torsional stress* = $\frac{M_t}{2Z}$

S_b = *Resultant bending stress*

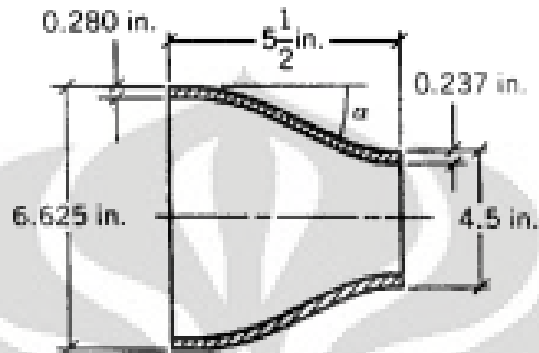
i, o = *in plane* atau *out plane*

i = *Stress intensification factor*

M = *Moment*

Z = *Section modulus*

Berikut ini adalah contoh kasus untuk mencari nilai SIF. Kita diminta untuk menentukan SIF untuk sebuah reducer konsentrik dengan diameter besarnya 6.625 in, tebal 0.28 in dan diameter kecilnya 4.5 in, tebal 0.237 in, seperti digambarkan dibawah ini:



Gambar 2.33 Data Reducer Konsentrik

Solusinya adalah sebagai berikut:

1. Hitung sudut dari reducer.



$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{D_1 - D_2}{2L}\right)$$

$$= \sin^{-1}\left(\frac{6.625 - 4.5}{2(5.5)}\right) = \sin^{-1}(0.19318)$$

$$\alpha = 11.138^\circ$$

Pada Appendix D, ASME B 31.3 tahun 2000 catatan no. 7 dijelaskan bahwa persamaan ini digunakan dengan memperhatikan kondisi berikut:

1. Sudut α tidak melebihi 60° dan reducernya adalah konsentrik.
2. Jumlah $\frac{D_1}{t_1}$ dan $\frac{D_2}{t_2}$ tidak lebih dari 100

maka:

$$\frac{D_1}{t_1} = \frac{6.625}{0.28} = 23.66 \rightarrow <100 \text{ OK}$$

$$\frac{D_2}{t_2} = \frac{4.5}{0.237} = 18.98 \rightarrow <100 \text{ OK}$$

$$\alpha = 11.138^0$$

Sehingga SIF adalah:

$$SIF = 0.5 + 0.01\alpha \sqrt{\left(\frac{D_2}{t_2}\right)}$$

$$\begin{aligned} SIF &= 0.5 + 0.01(11.138) \sqrt{\left(\frac{4.5}{0.237}\right)} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Untuk diketahui, pada ASME B31.3 edisi tahun 2006, catatan no 7 pada ASME B31.3 edisi tahun 2000 diatas telah dihilangkan dan hanya ditampilkan nilai SIF untuk reducer sebesar 1. Lebih jauh mengenai table, grafik, dan nilai SIF dijelaskan pada lampiran.

2.6 Analisis ASME/ANSI B31.3 Power Piping

ASME/ANSI B31.3 adalah code yang sering digunakan dalam analisa pipa pada *Chemical Plant* dan *Petroleum*.

2.6.1 Tegangan Tekan

Tebal dinding minimum karena beban tekanan rancang dihitung dengan persamaan:

$$t_m = \frac{(P)(OD)}{2(SE + yP)} + A \quad (2.116)$$

dimana:

- P : Tekanan rancang, (N/mm²)
- OD : Diameter luar faktor pipa, (mm)
- SE : Tegangan ijin maksimum material karena tekanan internal dan efisiensi sambungan, (N/mm²)
- y : Koefisien dalam table 2.1
- A : Tebal tambahan untuk korosi, erosi, dll, (mm)

Tekanan ijin dihitung dengan persamaan:

$$P_{allow} = \frac{2(SE)(t_m - A)}{OD - 2y(t_m - A)} \quad (2.117)$$

dimana: $t_m = 0.875 \times$ tebal dinding, (mm)

SE = Tegangan ijin maksimum untuk tekanan dan efisiensi sambungan, (N/mm²)

2.6.2 Beban Rutin (*Sustain*)

Tegangan yang terjadi pada beban sustain merupakan jumlah tegangan longitudinal S_l akibat efek tekanan, berat, dan beban sustain yang lain dengan tidak melebihi dari S_h .

2.6.3 Beban Occasional

Tegangan yang terjadi pada beban occasional merupakan jumlah tegangan longitudinal akibat tekanan, berat, dan beban sustain lain serta tegangan yang dihasilkan oleh beban occasional misalnya faktor atau gempa. Tegangan ini tidak boleh melebihi $1.33S_h$.

2.6.4 Beban Ekspansi

Tegangan yang diakibatkan oleh adanya displacement (pergeseran) S_e akan dihitung sebagai berikut:

$$S_e = [(S_b)^2 + 4(S_t)^2]^{1/2} \quad (2.118)$$

Untuk *branch connection*, resultan tegangan bengkok (S_b) dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$S_b = [(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2]^{1/2} / Z_e \quad (2.119)$$

Untuk *elbow* dan *miter bend*, resultan tegangan bengkok (S_b) dihitung dengan persamaan:

$S_b =$ Resultan tegangan bengkok, (N/mm²)

$$S_b = \frac{[(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2]^{1/2}}{Z} \quad (2.120)$$

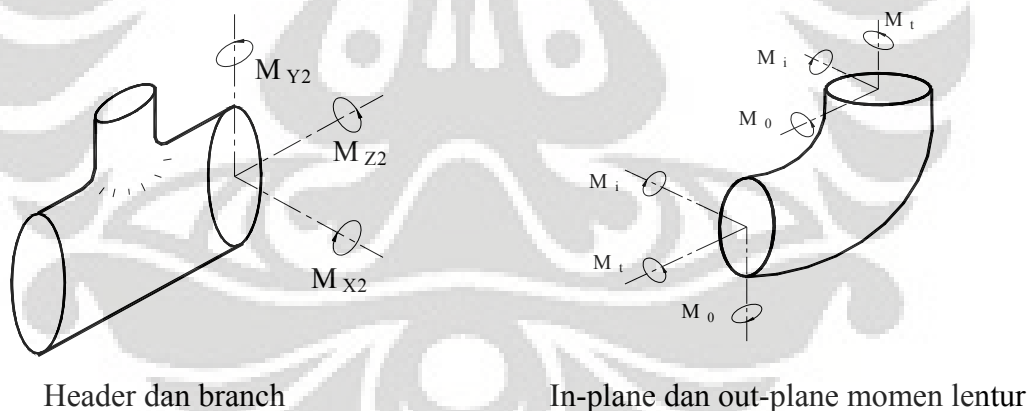
Batas pergeseran tegangan dapat diberikan sebagai berikut :

$$S_e \leq S_a$$

$$\text{dan } S_a = f(1.25S_c + 0.25S_h), \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.121)$$

$$\text{atau } S_a = f(1.25(S_c + S_h) - S_l), \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.122)$$

- Dimana
- S_b = Resultan tegangan akibat beban lentur, (N/mm²)
 - S_t = Tegangan faktor, (N/mm²)
 - M_i = tegangan bengkok masuk, (N.mm)
 - M_o = tegangan bengkok keluar, (N.mm)
 - M_t = Momen torsi, (N.mm)
 - i_i = faktor intensifikasi tegangan masuk
 - i_o = faktor intensifikasi tegangan keluar
 - Z = Penampang modulus pipa, (mm³)
 - Z_e = Penampang modulus pipa pada pencabangan, (mm³)
 - r_m = jari-jari rata-rata penampang pencabangan, (mm)
 - S_a = Tegangan ijin untuk ekspansi termal, (N/mm²)
 - f = faktor pengurangan tegangan
 - S_l = Tegangan sustain yang dihitung, (N/mm²)



Gambar 2.34 Arah Beban Pada Sambungan Tee dan Elbow

2.7 Tinjauan Nozzle Pada Bejana Tekan

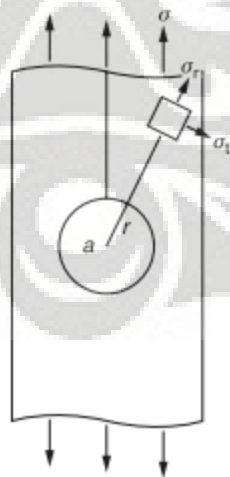
2.7.1 Konsentrasi Stress Pada Lubang di Bejana Tekan

Terjadinya konsentrasi stress diakibatkan oleh lubang pada dinding bejana karena tegangan yang diakibatkan oleh tekanan internal yaitu tekanan dari bejana itu sendiri dan eksternal seperti angin, panas matahari, juga beban dari sistem pipung akibat perbedaan ekspansi panas dan lainnya.

Perancangan nozzle didasarkan pada pertimbangan:

1. Tegangan primer pada dinding bejana tekan harus berada pada daerah kerja dari tegangan nozzle maksimum yang diijinkan.
2. Tegangan maksimal pada nozzle harus dijaga pada daerah kerja yang diijinkan untuk menjaga kelangsungan bejana tekan karena tegangan lelah (*fatigue*).

Karena lubang yang dibuat pada bejana tekan, terjadi beberapa pengurangan kekuatan pada dinding bejana. Jumlah kekuatan yang berkurang tergantung kepada diameter lubang, jumlah lubang pada bejana, dan jarak antar lubang yang satu dengan yang lain. Untuk mengatasi berkurangnya kekuatan dinding akibat lubang yang dibuat, kita harus memilih material yang sesuai untuk bejana dan membuat penguat di sekitar lubang.



Gambar 2.35 Beban Tegangan Radial dan Aksial Dinding Berlubang.

Komponen stress radial dan tangensial ditentukan dengan jarak r dari pusat lubang dengan radius a seperti gambar diatas ditentukan dengan :

$$\sigma_r = \frac{\sigma}{2} \left(1 - \frac{a^2}{r^2} \right) + \frac{\sigma}{2} \left(1 + \frac{3a^4}{r^4} - \frac{4a^2}{r^2} \right) \cos 2\theta \quad (2.123)$$

$$\sigma_t = \frac{\sigma}{2} \left(1 + \frac{a^2}{r^2} \right) - \frac{\sigma}{2} \left(1 + \frac{3a^4}{r^4} \cos 2\theta \right) \quad (2.124)$$

$$\sigma_{rt} = -\frac{\sigma}{2} \left(1 + \frac{3a^4}{r^4} - \frac{2a^2}{r^2} \right) \sin 2\theta \quad (2.125)$$

Nilai maksimum dari komponen gaya tangensial σ_t terjadi pada sisi lubang dengan $r = a$ dan $\theta = \pi$.

$$\sigma_t | \max = \frac{\sigma}{2} \left(2 + \frac{a^2}{r^2} + \frac{3a^4}{r^4} \right) = 3\sigma \quad (2.126)$$

Kita dapat melihat bahwa jika terjadi perubahan jarak r yang semakin besar, nilai maksimum σ_t mencapai daerah tegangan σ . Ini menghasilkan distribusi stress sebagai berikut :

$$\sigma_t | \max = 3\sigma \text{ pada } r = a \quad (2.127)$$

$$1.15\sigma \text{ pada } r = 2a \quad (2.128)$$

$$1.07\sigma \text{ pada } r = 3a \quad (2.129)$$

2.7.2 Tekanan Nozzle Yang Dijinkan Pada Bejana Tekan

Berikut ditampilkan tekanan pada nozzle yang diijinkan pada bejana tekan dengan kelas 150 pounds dan 300 pounds.

Istilah – istilah yang digunakan adalah :

- Sumbu A adalah garis tengah nozzle.
- Sumbu B dan C tegak lurus terhadap sumbu A.
- F_A, F_B, F_C adalah tegangan yang diijinkan pada nozzle.
- M_A, M_B, M_C adalah momen yang diijinkan pada nozzle.
- F_R, M_R , adalah jumlah gaya (N) dan jumlah momen (Nm).
- Nilai untuk gaya pada arah aksial adalah +/-.

Pada kasus ini, tebal pipa yang sesuai digunakan untuk menghasilkan beban nozzle yang diijinkan.

Nozzle Size (in)	Flange Rating	F _A	F _{B, F_C}	F _R	M _A	M _{B, M_C}	M _R
1.5"	150	725	885	1,450	200	140	280
	300	970	1,185	1,935	245	170	345
2"	150	1,000	1,225	2,000	350	250	495
	300	1,000	1,225	2,000	350	250	495
3"	150	1,510	1,850	3,020	825	585	1,170
	300	1,510	1,850	3,020	825	585	1,170
4"	150	2,150	2,635	4,300	1,540	1,090	2,180
	300	2,150	2,635	4,300	1,540	1,090	2,180
6"	150	3,780	4,630	7,560	4,075	2,880	5,765
	300	4,600	5,630	9,200	4,860	3,440	6,880
8"	150	5,690	6,970	11,380	7,615	5,385	10,770
	300	6,060	7,425	12,125	8,075	5,710	11,420
10"	150	8,070	9,880	16,135	12,755	9,020	18,040
	300	10,910	13,360	21,820	16,820	11,895	23,780
12"	150	9,880	12,100	19,755	17,520	12,390	24,780
	300	10,665	13,065	21,335	18,830	13,315	26,630
14"	150	10,875	13,320	21,795	19,870	14,050	28,100
	300	12,640	15,485	25,285	22,895	16,200	32,375
16"	150	12,470	15,275	24,940	24,340	17,215	34,425
	300	16,495	20,200	32,985	31,700	22,415	44,830
18"	150	14,065	17,230	28,130	28,665	20,270	40,535
	300	20,855	25,545	41,715	41,630	29,435	58,870
20"	150	15,050	18,435	30,105	35,175	24,875	49,745
	300	21,810	26,715	43,620	50,020	35,370	70,745
22"	150	15,630	19,140	31,260	41,790	29,550	59,105
	300	22,110	27,080	44,215	58,120	41,100	82,200
24"	150	16,670	20,420	33,340	50,955	36,030	72,065
	300	22,755	27,870	45,510	68,475	48,420	96,840

Sumber : KBR - Specification for Equipment Nozzle Loading Due to Piping Reactions, Document Number: 308-7080-ST-54-101

2.8 Dasar-Dasar Pompa Sentrifugal

Pada industri minyak bumi atau proses, sebagian besar pompa yang digunakan dalam fasilitas *gathering station*, suatu unit pengumpul fluida dari sumur produksi sebelum diolah dan dipasarkan, ialah pompa bertipe sentrifugal. Gaya sentrifugal ialah sebuah gaya yang timbul akibat adanya gerakan sebuah benda atau partikel melalui lintasan lengkung (melingkar).

Prinsip-prinsip dasar pompa sentrifugal ialah sebagai berikut:

- Gaya sentrifugal bekerja pada impeller untuk mendorong fluida ke sisi luar sehingga kecepatan fluida meningkat
- Kecepatan fluida yang tinggi diubah oleh *casing* pompa (*volute* atau *diffuser*) menjadi tekanan atau head

Selain pompa sentrifugal, industri juga menggunakan pompa tipe *positive displacement*. Perbedaan dasar antara pompa sentrifugal dan pompa *positive displacement* terletak pada laju alir *discharge* yang dihasilkan oleh pompa. Laju alir *discharge* sebuah pompa sentrifugal bervariasi bergantung pada besarnya head atau tekanan sedangkan laju alir *discharge* pompa *positive displacement* adalah tetap dan tidak bergantung pada head-nya.

2.8.1 Klasifikasi Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria, antara lain:

1. Bentuk arah aliran yang terjadi di *impeller*. Aliran fluida dalam *impeller* dapat berupa *axial flow*, *mixed flow*, atau *radial flow*.
2. Bentuk konstruksi dari *impeller*. *Impeller* yang digunakan dalam pompa sentrifugal dapat berupa *open impeller*, *semi-open impeller*, atau *close impeller*.
3. Banyaknya jumlah *suction inlet*. Beberapa pompa setrifugal memiliki *suction inlet* lebih dari dua buah. Pompa yang memiliki satu *suction inlet* disebut *single-suction pump* sedangkan untuk pompa yang memiliki dua *suction inlet* disebut *double-suction pump*.

4. Banyaknya *impeller*. Pompa sentrifugal khusus memiliki beberapa *impeller* bersusun. Pompa yang memiliki satu *impeller* disebut *single-stage pump* sedangkan pompa yang memiliki lebih dari satu *impeller* disebut *multi-stage pump*.

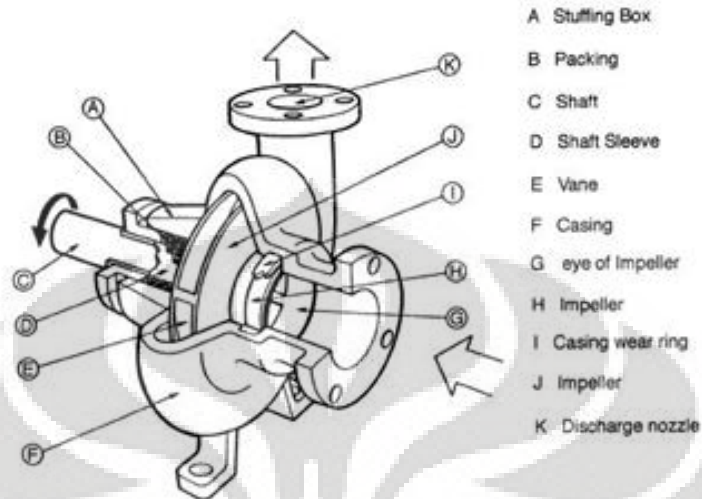
2.8.2 Terminologi

Beberapa terminologi dan istilah khusus yang sering berkaitan dengan pompa, ialah:

1. TDH = *Total Dynamic Head*, yaitu besarnya head pompa. Merupakan selisih antara head discharge dengan head suction; terkadang disebut head atau total head.
2. BEP = *Best Efficiency Point*, yaitu kondisi operasi dimana pompa bekerja paling optimum.
3. NPSHr = *Net Positive Suction Head required*, yaitu nilai head absolut dari inlet pompa yang dibutuhkan agar tidak terjadi kavitasi.
4. NPSHa = *Net Positive Suction Head available*, yaitu nilai head absolut yang tersedia pada inlet pompa.
5. Kavitasi, yaitu kondisi dimana terjadinya *bubble* (gelembung udara) di dalam pompa akibat kurangnya NPSHa (terjadi vaporisasi) dan pecah pada saat bersentuhan dengan *impeller* atau *casing*. Agar tidak terjadi kavitasi, maka NPSHa harus lebih besar dari NPSHr.
6. Minimum flow, yaitu flow rate yang terkecil yang dibutuhkan agar pompa beroperasi dengan baik. Apabila laju alir lebih rendah dari minimum flow, pompa dapat mengalami kerusakan.
7. Efisiensi, yaitu besarnya perbandingan antara energi yang dipakai (input) dengan energi output pompa.
8. BHP = brake horsepower, yaitu power (daya) yang dibutuhkan oleh pompa untuk bisa bekerja sesuai dengan kurvanya; memiliki satuan hp.

2.8.3 Bagian-Bagian Utama Pompa Sentrifugal

Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut :



Gambar 2.36 Bagian Utama Pompa Sentrifugal

Sumber : <http://www.agussuwasono.com/technical-references/mechanical/65-teori-dasar-pompa-sentrifugal.html>

Bagian tersebut dijelaskan berikut ini :

A. Stuffing Box

Stuffing Box berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing.

B. Packing

Digunakan untuk mencegah dan mengurangi bocoran cairan dari casing pompa melalui poros. Biasanya terbuat dari asbes atau teflon.

C. Shaft (poros)

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan impeller dan bagian-bagian berputar lainnya.

D. Shaft sleeve

Shaft sleeve berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada stuffing box. Pada pompa multi stage dapat sebagai leakage joint, internal bearing dan interstage atau distance sleeve.

E. Vane

Sudu dari impeller sebagai tempat berlalunya cairan pada impeller.

F. Casing

Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan diffusor (guide vane), inlet dan outlet nozel serta tempat memberikan arah aliran dari impeller dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (single stage).

G. Eye of Impeller

Bagian sisi masuk pada arah isap impeller.

H. Impeller

Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinyu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

I. Wearing Ring

Wearing ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan impeller maupun bagian belakang impeller, dengan cara memperkecil celah antara casing dengan impeller.

J. Bearing

Bearing (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. Bearing juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

K. Casing

Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan diffusor (guide vane), inlet dan outlet nozel serta tempat memberikan arah aliran dari impeller dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (single stage).

2.8.4 Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah banyaknya cairan yang dapat dipindahkan oleh pompa setiap satuan waktu . Dinyatakan dalam satuan volume per satuan waktu, seperti :

- Barel per day (BPD)
- Galon per menit (GPM)
- Cubic meter per hour (m³/hr)

2.8.5 Head Pompa

Head pompa adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang.

Menurut persamaan Bernauli, ada tiga macam head (energi) fluida dari sistem instalasi aliran, yaitu, energi tekanan, energi kinetik dan energi potensial Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$H = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{V^2}{2g} \quad (2.130)$$

Dimana :

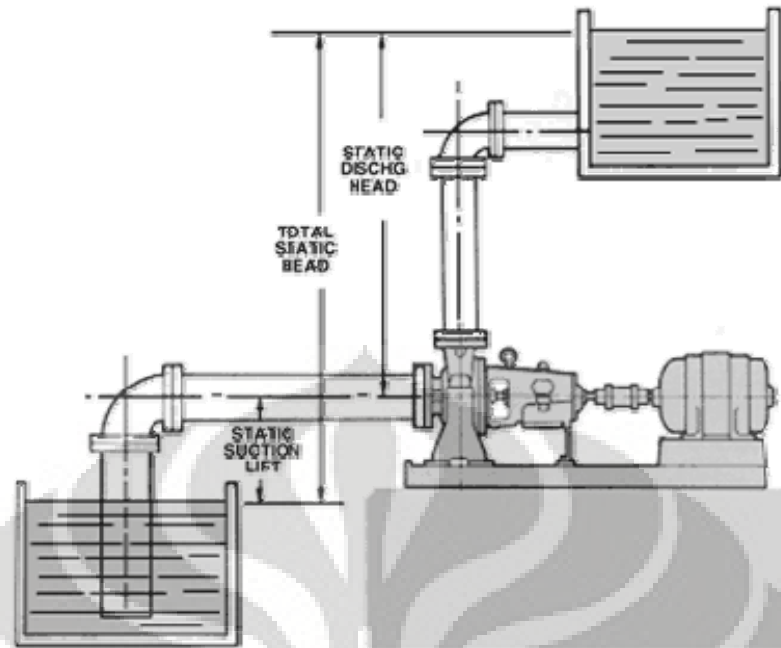
H = Head total pompa

$\frac{P}{\gamma}$ = Head tekanan

Z = Head statis total

$\frac{V^2}{2g}$ = Head kecepatan

Karena energi itu kekal, maka bentuk head (tinggi tekan) dapat bervariasi pada penampang yang berbeda. Namun pada kenyataannya selalu ada rugi energi (losses).



Gambar 2.37 Ilustrasi Total Static Head Pompa

Sumber : <http://www.agussuwasono.com/technical-references/mechanical/65-teori-dasar-pompa-sentrifugal.html>

Pada kondisi yang berbeda seperti pada gambar di atas maka persamaan Bernoulli adalah sebagai berikut :

$$\frac{P_A}{\gamma_A} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A + H = \frac{P_B}{\gamma_B} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B + \text{Losses A ke B} \quad (2.131)$$

$$H = \left(\frac{P_B}{\gamma_B} - \frac{P_A}{\gamma_A} \right) + \left(\frac{V_B^2 - V_A^2}{2g} \right) + (Z_B - Z_A) + HL$$

karena $\gamma_A = \gamma_B$

$$H = \left(\frac{P_B - P_A}{\gamma} \right) + \left(\frac{V_B^2 - V_A^2}{2g} \right) + (Z_B - Z_A) + HL$$

$$H = \left(\frac{\Delta P}{\gamma} \right) + \left(\frac{\Delta V^2}{2g} \right) + H_{ST} + HL \quad (2.132)$$

dimana:

H = Head total pompa

$$\frac{\Delta P}{\gamma} = \frac{P_B - P_A}{\gamma} = \text{Head pompa karena perbedaan tekanan sisi isap dan sisi tekan}$$

$$\frac{\Delta V^2}{2g} = \left(\frac{V_B^2 - V_A^2}{2g} \right) = \text{Head yang diakibatkan karena perbedaan kecepatan.}$$

H_{ST} = Head statis = $Z_A - Z_B$

HL = Head losses dari A ke B

2.8.5.1 Head Tekanan

Head tekanan adalah perbedaan head tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi tekan dengan head tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi isap.

Head tekanan dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\frac{P}{\gamma} = \frac{Pd}{\gamma} = \frac{Ps}{\gamma} \quad (2.133)$$

dimana:

$\frac{P}{\gamma}$ = Head tekanan

$\frac{Pd}{\gamma}$ = Head tekanan pada permukaan zat cair sisi tekan

$\frac{Ps}{\gamma}$ = Head tekanan pada permukaan zat cair sisi isap

2.8.5.2 Head Kecepatan

Head kecepatan adalah perbedaan antar head kecepatan zat cair pada saluran tekan dengan head kecepatan zat cair pada saluran isap. Head kecepatan dapat dinyatakan dengan rumus :

$$hk = \frac{Vd^2}{2g} - \frac{Vs^2}{2g} \quad (2.134)$$

dimana:

hk = Head kecepatan

$\frac{Vd^2}{2g}$ = Kecepatan zat cair pada saluran tekan

$\frac{Vs^2}{2g}$ = Kecepatan zat cair pada saluran isap

g = Percepatan gravitasi

2.8.5.3 Head Statis Total

Head statis total adalah perbedaan tinggi antara permukaan zat cair pada sisi tekan dengan permukaan zat cair pada sisi isap.

Head statis total dapat dinyatakan dengan rumus :

$$Z = Zd - Zs \quad (2.135)$$

Dimana :

Z : Head statis total

Zd : Head statis pada sisi tekan

Zs : Head statis pada sisi isap

Tanda + : Jika permukaan zat cair pada sisi isap lebih rendah dari sumbu pompa (Suction lift).

Tanda - : Jika permukaan zat cair pada sisi isap lebih tinggi dari sumbu pompa (Suction head).

2.8.6 Kerugian head (head loss)

Kerugian energi per satuan berat fluida dalam pengaliran cairan dalam sistem perpipaan disebut sebagai kerugian head (head loss).

Head loss terdiri dari :

2.8.6.1 Mayor head loss (mayor losses)

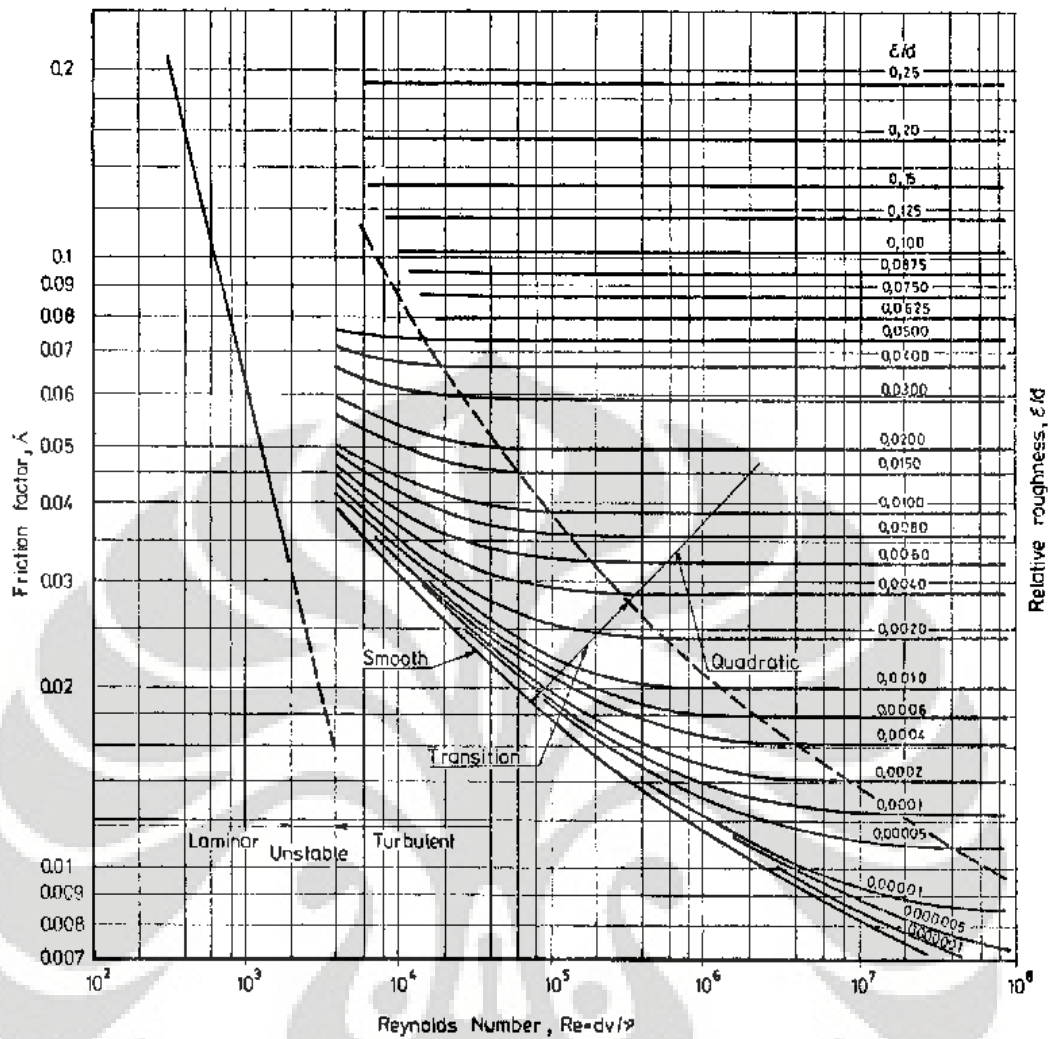
Merupakan kerugian energi sepanjang saluran pipa yang dinyatakan dengan rumus :

$$hlp = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (2.136)$$

dimana:

- hlp = Mayor losses
- f = faktor gesekan
- L = Panjang pipa
- D = Diameter pipa

Harga f (faktor gesekan) didapat dari diagram Moody (terlampir) sebagai fungsi dari Angka Reynold (Reynolds Number) dan Kekasaran relatif (Relative Roughness), yang nilainya dapat dilihat pada grafik (terlampir) sebagai fungsi dari nominal diameter pipa dan kekasaran permukaan dalam pipa (e) yang tergantung dari jenis material pipa.



Gambar 2.38 Grafik Fungsi dari Reynolds Number dan Kekasaran Relatif

Sementara besarnya *Reynolds Number* dapat dihitung dengan rumus :

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} \quad (2.137)$$

dimana:

- Re = Reynold Number
- ρ = Density cairan
- V = Kecepatan rata-rata aliran
- D = Diameter dalam pipa
- μ = Viskositas absolut cairan

Apabila aliran laminar ($Re < 2000$), faktor gesekan (f) dapat dicari dengan pendekatan rumus :

$$f = \frac{Re}{64} \quad (2.138)$$

Dan apabila turbulen ($Re > 2000$), faktor gesekan (f) dapat dicari dengan menggunakan diagram Moody .

2.8.6.2 Minor head loss (minor losses)

Merupakan kerugian head pada fitting dan valve yang terdapat sepanjang sistem perpipaan. Dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$h_{lf} = n.k. \frac{V^2}{2g} \quad (2.139)$$

dimana:

h_{lf} = minor losses

n = jumlah fitting / valve dengan diameter yang sama

k = koefisien gesekan

V = kecepatan rata-rata aliran

g = percepatan gravitasi

2.8.6.3 Total Losses

Total losses merupakan kerugian total sistem perpipaan, yaitu :

$$h_{ls} = h_{lp} + h_{lf}$$

atau

$$hl = f \cdot \frac{Le}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (2.140)$$

dimana:

hl = total losses

h_{lp} = jumlah mayor losses (kerugian gesekan dalam pipa)

h_{lf} = jumlah minor losses (kerugian head pada fitting dan valve)

Le = panjang ekuivalen dari fitting dan valve ditambah panjang pipa

2.8.7 Daya Pompa

Daya pompa adalah besarnya energi persatuan waktu atau kecepatan melakukan kerja. Ada beberapa pengertian daya, yaitu :

2.8.7.1 Daya hidrolik (hydraulic horse power)

Daya hidrolik (daya pompa teoritis) adalah daya yang dibutuhkan untuk mengalirkan sejumlah zat cair. Daya ini dapat dihitung dengan rumus :

$$HHP = \frac{Q \times H \times \gamma}{75} \quad (2.141)$$

dimana:

HHP = daya hidrolik pompa

Q = kapasitas pompa (m³/s)

H = total head pompa (m)

Γ = berat spesifik cairan (kg/m³)

2.8.7.2 Daya Poros Pompa (Break Horse Power)

Untuk mengatasi kerugian daya yang dibutuhkan oleh poros yang sesungguhnya adalah lebih besar dari pada daya hidrolik. Besarnya daya poros sesungguhnya adalah sama dengan efisiensi pompa atau dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$BHP = \frac{HHP}{\eta_p} \quad \text{atau} \quad NP = \frac{Q \times H \times \gamma}{75 \times \eta_p} \quad (2.142)$$

dimana:

BHP atau NP : Brake Horse Power

HHP : Hidrolik Horse Power

η_p : efisiensi optimum pompa

2.8.7.3 Daya Penggerak (Driver)

Daya penggerak (driver) adalah daya poros dibagi dengan efisiensi mekanis (efisiensi transmisi). Dapat dihitung dengan rumus :

$$Nd = \frac{BHP(1 + \alpha)}{\eta_{trans}} \quad (2.143)$$

dimana:

Nd : daya penggerak (HP)

BHP : Break Horse Power (HP)

η_{trans} : efisiensi dari gear box, belt, rantai, atau kopling (0,75 – 0,95)

α : faktor cadangan (untuk motor induksi antara 0,1 – 0,2)

2.8.8 Efisiensi Pompa

Effisiensi pada dasarnya didefinisikan sebagai perbandingan antara output dan input atau perbandingan antara HHP Pompa dengan BHP pompa. Harga efisiensi yang tertinggi sama dengan satu harga efisiensi pompa yang didapat dari pabrik pembuatnya.

Effisiensi pompa merupakan perkalian dari beberapa effiaiensi, yaitu:

$$\eta_p = \eta_h \times \eta_v \times \eta_m \quad (2.144)$$

dimana:

η_p = efisiensi pompa

η_h = efisiensi hidrolis

η_v = efisiensi volumetris

η_m = efisiensi mekanis

2.8.9 Beban Eksternal Pada Nozzle Pompa

Berdasarkan standar API-160 / ISO-13079, maka beban luar berupa gaya dan momen terhadap nozzle pompa memiliki batasan seperti tabel di bawah ini :

	SI units								
	Nominal size of flange (DN)								
	≤ 50	80	100	150	200	250	300	350	400
Forces (N)									
Each top nozzle									
F_X	710	1 070	1 420	2 490	3 780	5 340	6 670	7 120	8 450
F_Y	580	890	1 160	2 050	3 110	4 450	5 340	5 780	6 670
F_Z	890	1 330	1 780	3 110	4 890	6 670	8 000	8 900	10 230
F_R	1 280	1 930	2 560	4 480	6 920	9 630	11 700	12 780	14 850
Each side nozzle									
F_X	710	1 070	1 420	2 490	3 780	5 340	6 670	7 120	8 450
F_Y	890	1 330	1 780	3 110	4 890	6 670	8 000	8 900	10 230
F_Z	580	890	1 160	2 050	3 110	4 450	5 340	5 780	6 670
F_R	1 280	1 930	2 560	4 480	6 920	9 630	11 700	12 780	14 850
Each end nozzle									
F_X	890	1 330	1 780	3 110	4 890	6 670	8 000	8 900	10 230
F_Y	710	1 070	1 420	2 490	3 780	5 340	6 670	7 120	8 450
F_Z	580	890	1 160	2 050	3 110	4 450	5 340	5 780	6 670
F_R	1 280	1 930	2 560	4 480	6 920	9 630	11 700	12 780	14 850
Moments (N.m)									
Each nozzle									
M_X	460	650	830	1 300	1 930	2 670	3 100	3 370	3 920
M_Y	230	470	680	1 180	1 760	2 440	2 980	3 120	3 660
M_Z	350	520	700	1 160	1 680	2 300	2 810	2 950	3 490
M_R	620	880	1 160	1 930	2 810	3 800	4 510	4 840	5 620

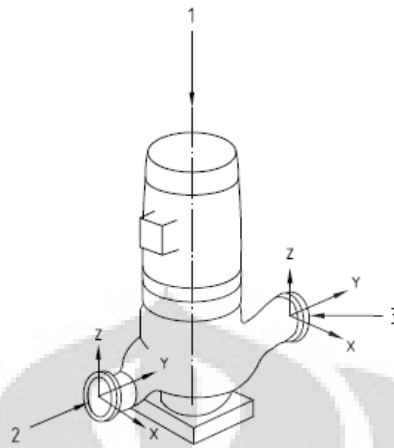
Tabel 2.3 Maksimum Beban Luar Pada Nozzle Pompa.

dengan catatan:

- Gaya dan momen yang diijinkan untuk pompa in line vertikal harus bernilai dua kali lipat dari tabel 2.3.
- Untuk pompa dengan nozzle lebih besar dari 400 mm (16 inci), perusahaan manufaktur pompa harus menyediakan beban nozzle dengan memperhatikan tabel di atas.

Arah gaya dan momen pada tabel 2.3 diaplikasikan untuk pompa-pompa seperti berikut :

1.

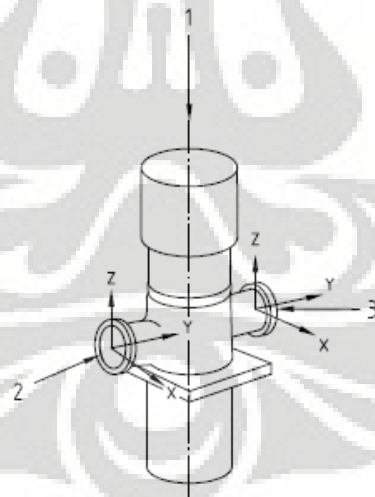


Gambar 2.39 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa In Line Vertikal

dimana :

1. Garis sumbu pompa
2. Sisi tekan
3. Sisi isap

2.

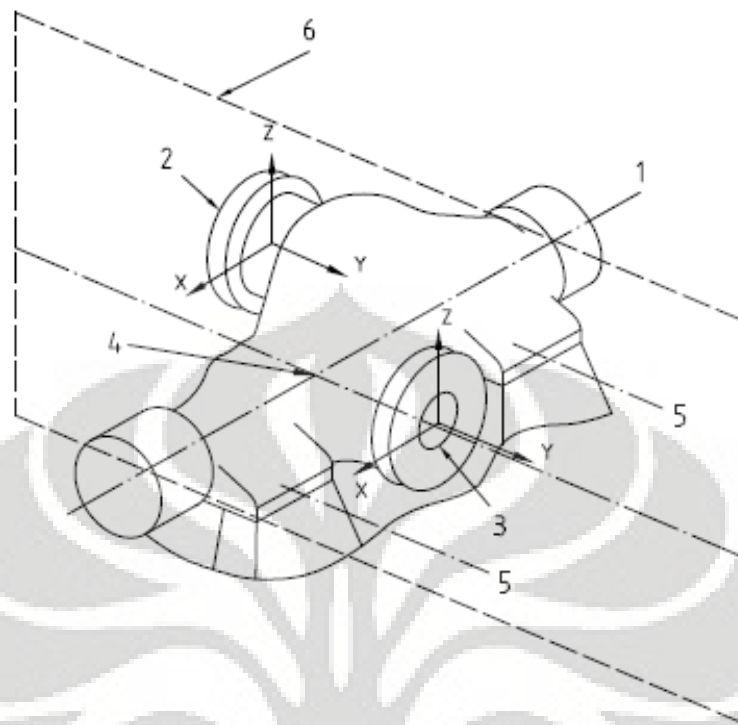


Gambar 2.40 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa Vertikal Suspended Double Casing

dimana:

1. Garis sumbu pompa
2. Sisi tekan
3. Sisi isap

3.

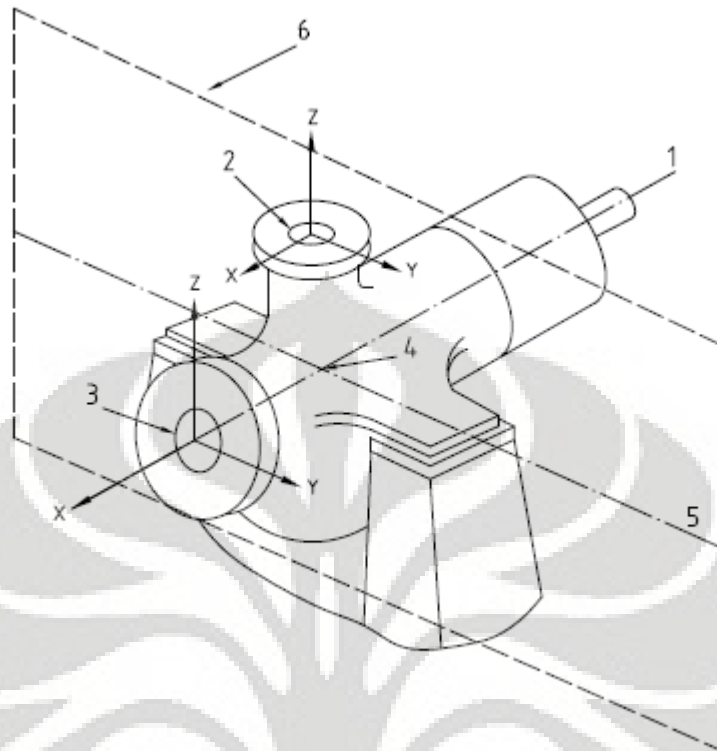


Gambar 2.41 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa Sisi Isap dan Tekan Samping

dimana:

1. Garis sumbu pompa
2. Sisi tekan
3. Sisi isap
4. Titik tengah pompa
5. Garis tengah pedestal
6. Arah potongan vertikal

4.

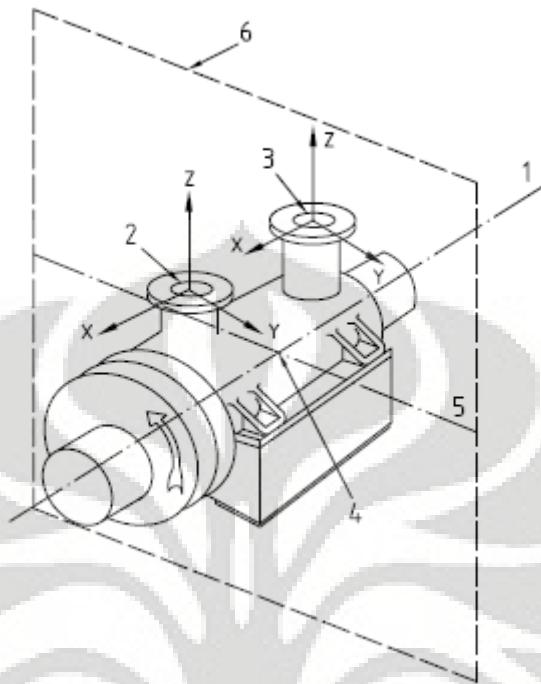


Gambar 2.42 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa Sisi Tekan Vertikal

dimana:

1. Garis sumbu pompa
2. Sisi tekan
3. Sisi isap
4. Titik tengah pompa
5. Garis tengah pedestal
6. Potongan arah vertikal

5.



Gambar 2.43 Sistem Koordinat Tabel 2.3 Pompa Horizontal Sisi Isap dan Tekan
Diatas

dimana:

1. Garis sumbu pompa.
2. Sisi tekan
3. Sisi isap
4. Titik tengah pompa
5. Garis tengah pedestal
6. Potongan arah vertikal

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penulisan

Metode yang penulis gunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah melakukan analisa dengan melakukan pemodelan sistem pemipaan *Amonia Unitized Chiller* dan dianalisis dengan menggunakan program CAESAR II.

3.2. Urutan Proses Analisis

Untuk melakukan analisis pada sistem pipa ini, maka urutan proses yang dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Pengambilan data awal

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data sistem perpipaan *Amonia Unitized Chiller* yang ada di PT. KBR Engineers Indonesia selaku kontraktor untuk engineering Moron Petrochemical Complex, Venezuela.

3.2.2 Pembahasan literatur

Untuk mendapatkan informasi yang berkenaan dalam penyelesaian masalah ini, maka dilakukan studi literatur. Informasi berkenaan masalah ini diperoleh dari buku-buku dan jurnal-jurnal dari perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Indonesia, literatur lain di Departemen Piping - PT. KBR Engineers Indonesia, Manual Book CAESAR II, serta literatur lainnya yang diperoleh dari internet.

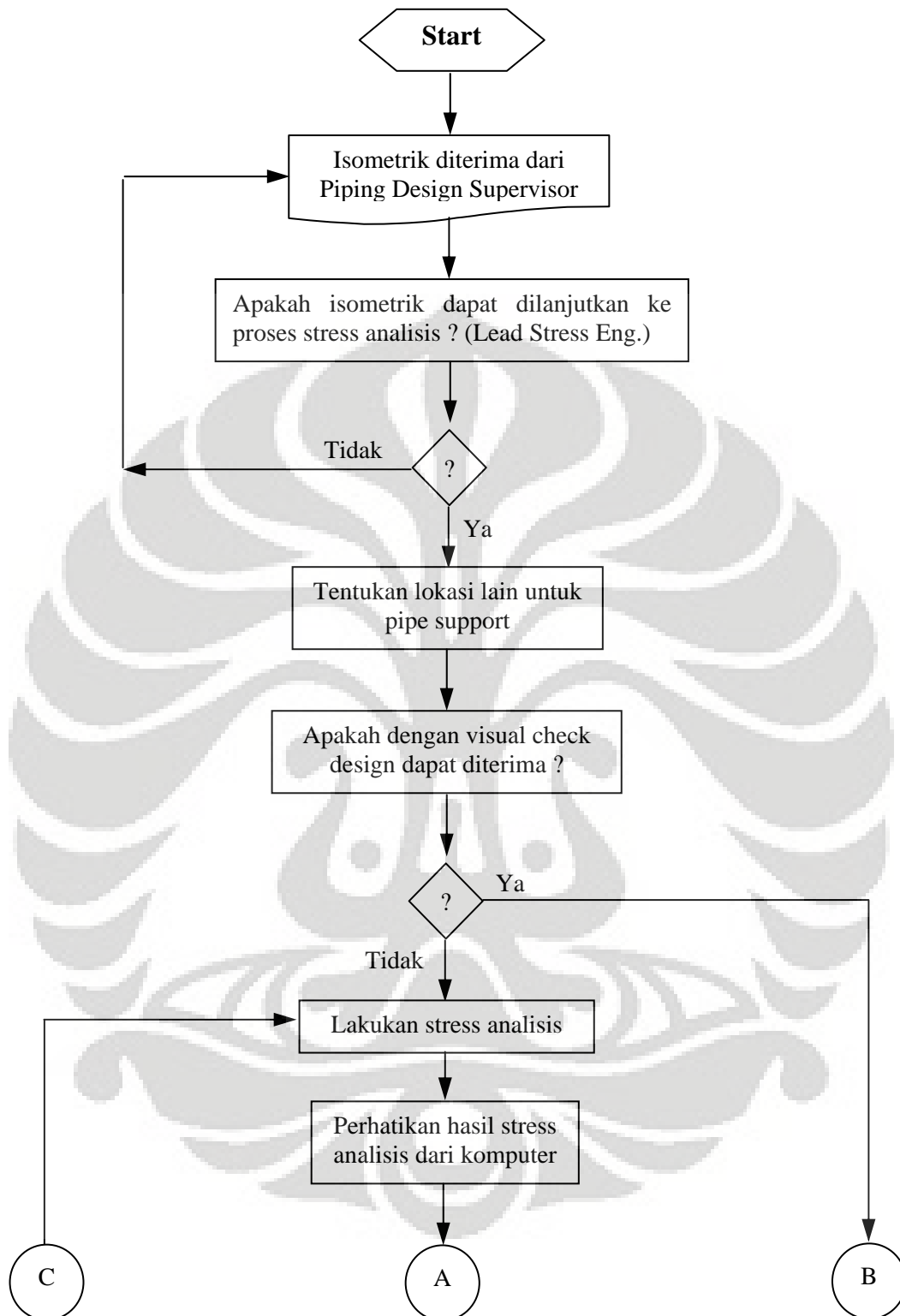
3.2.3 Metode penyelesaian

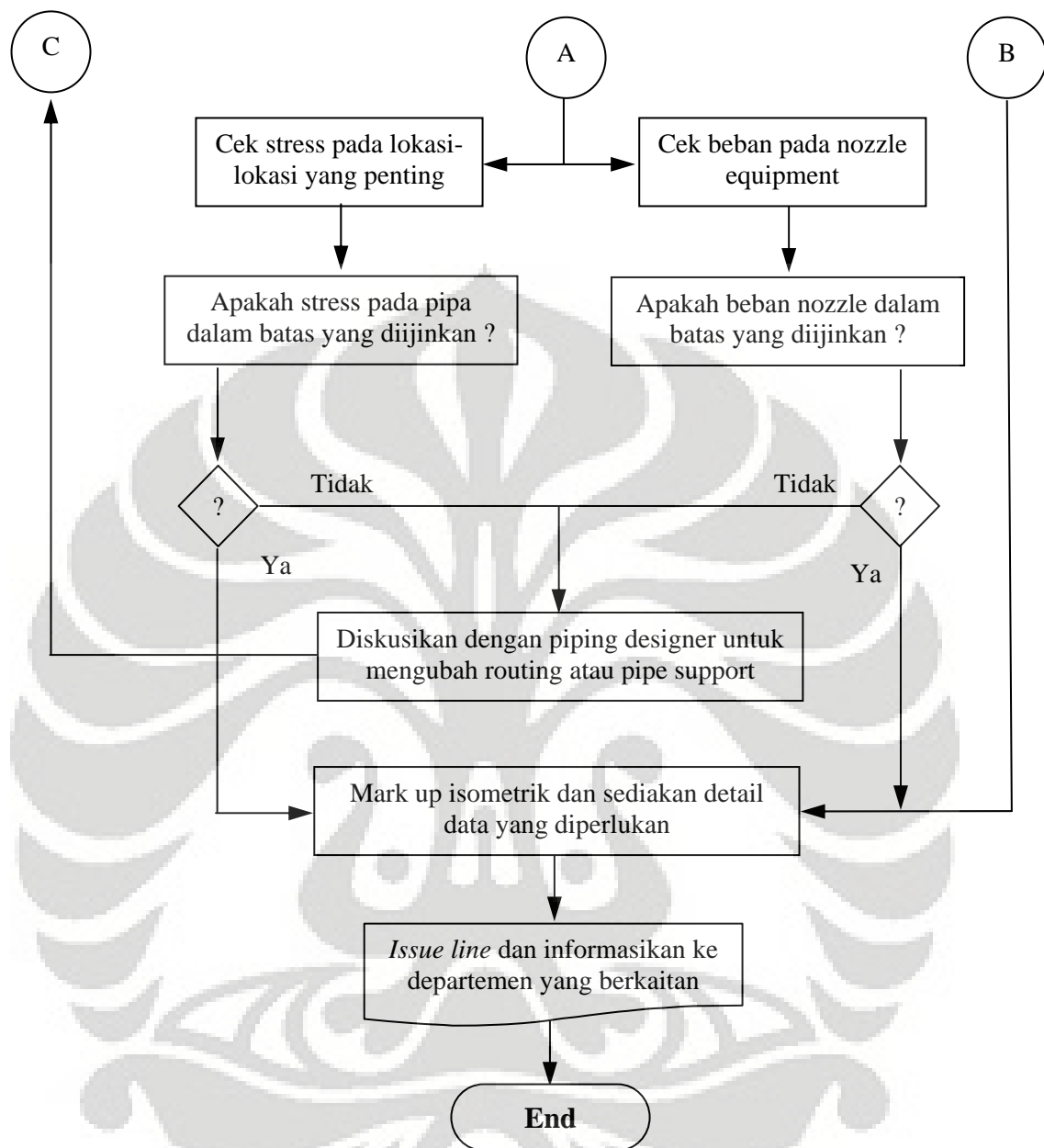
Metode pengerjaan yang dilakukan adalah studi literatur yang didukung oleh data dari PT. KBR Engineers Indonesia. Adapun langkah proses pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan sistem perpipaan, yang meliputi:
 - a. *Input* nomor nodal (*from node to node*)

- b. *Input* dimensi pipa
 - c. *Input* panjang dan orientasi pipa (koordinat x,y dan z)
 - d. *Input* material pipa
 - e. *Input* standard.
 - f. *Input temperatur* dan tekanan
2. Mengecek *error* pada pemodelan, yang meliputi:
 - a. Cek fisik pemodelan untuk kesalahan penggambaran (orientasi koordinat, ukuran panjang)
 - b. Running *error check* dari program CAESAR II, untuk mengetahui adanya *error* dan peringatan pada pemodelan
 3. Analisa besarnya tegangan, besarnya beban yang terjadi pada *nozzle equipment*, dan *displacement* sistem perpipaan dengan menggunakan *standard* yang dipilih (ASME B31.3) dengan bantuan program CAESAR II.
 4. Pembahasan
Dari hasil *analisis* tegangan, dapat ditentukan besarnya tegangan, beban *nozzle equipment*, dan *displacement* yang aman pada sistem perpipaan sesuai code yang dipilih

Adapun urutan proses pengerjaan dinyatakan dalam diagram alir sebagai berikut:





BAB IV
ANALISA TEGANGAN PADA SISTEM PEMIPAAN
AMMONIA UTILIZED CHILLER

4.1 Data Sistem Pemipaan

Sistem pemipaan yang dianalisis dalam tugas akhir ini adalah sistem pemipaan *Ammonia Utilized Chiller* pada bagian *suction pump*. Pipa yang dianalisa adalah pipa 08-NH-1016-01.

4.2 Material dan Kriteria Design

Spesifikasi tersebut adalah:

Design code	ASME B 31.3
Pipe material	ASTM A333 GR 6
Pipe size	8"
Pipe schedule	S
Wall thickness	8 mm
Flange and valve material	ASTM A350 GR LF2 CL1
Material yield stress	35 ksi
Corrosion allowance	0,05 inch
Insulation thickness	3"
Ambient temperature	66 ^o F

Tabel 4.1 Data Pipa

4.3 Kondisi Sistem Pemipaan

Kondisi sistem pemipaan *Amonia Utilized Chiller* adalah sebagai berikut:

Line No	Temperature ^o F		Pressure Design psig	Flex Temp ^o F	
	Operating	Design		High	Low
08-NH-1016-01	-28	110	240	250	-30

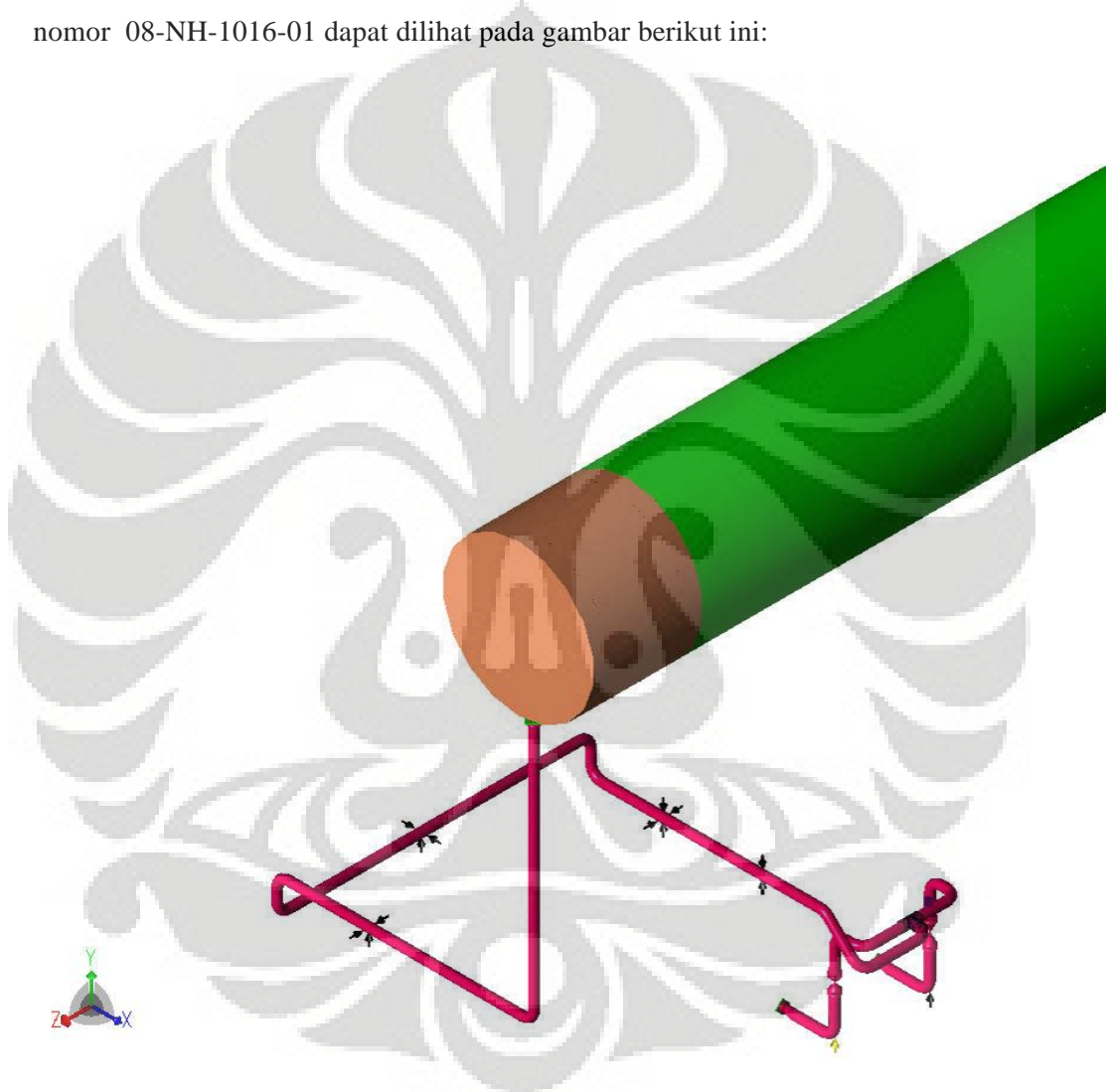
Tabel 4.2 Kondisi Pipa Yang Diuji

4.4 Pemodelan Pipa 08-NH-1016-01 dalam Caesar II

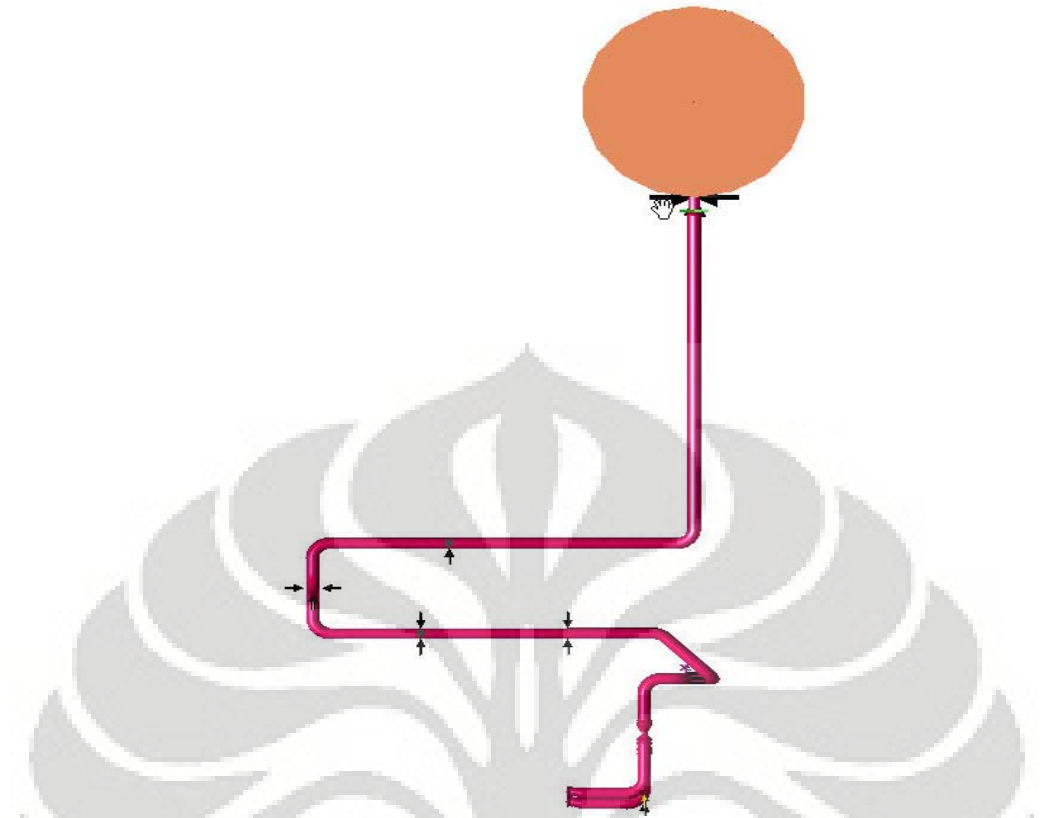
Pembahasan satu persatu langkah pembuatan model (pemasukan input) sistem perpipaan *Amonia Utilized Chiller* tidak dijelaskan disini, karena terlalu banyak dan untuk lebih lengkapnya dapat dilihat di lampiran.

Setelah tahap memasukkan input sistem perpipaan kedalam program Caesar II, maka model sistem perpipaan yang telah dibuat sudah dapat dilakukan analisis.

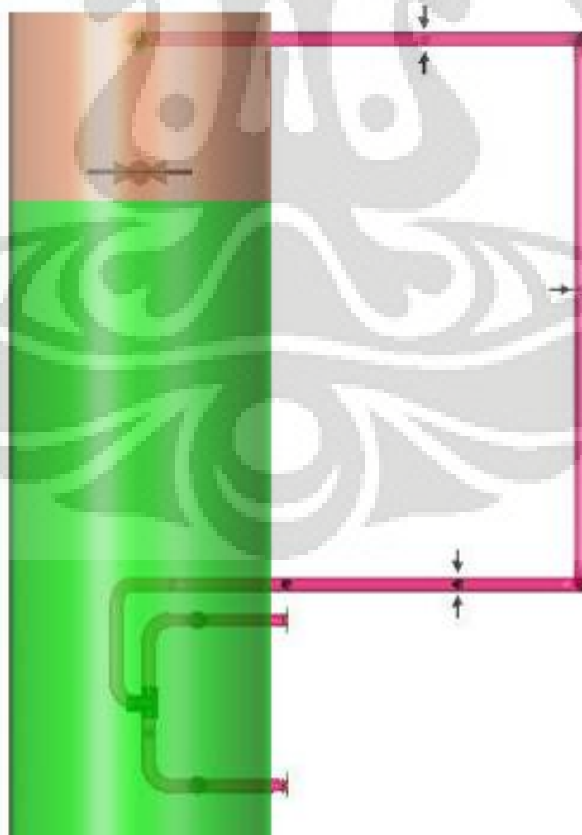
Adapun hasil pemodel sistem perpipaan *Amonia Utilized Chiller* untuk pipa nomor 08-NH-1016-01 dapat dilihat pada gambar berikut ini:



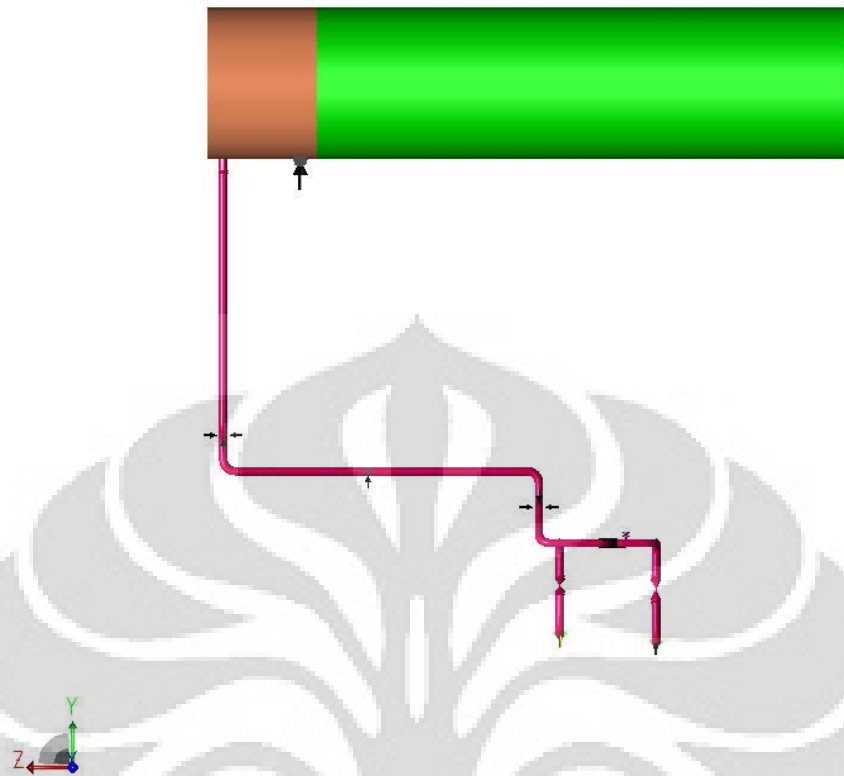
Gambar 4.1. Model Pipa Sistem Isometrik.



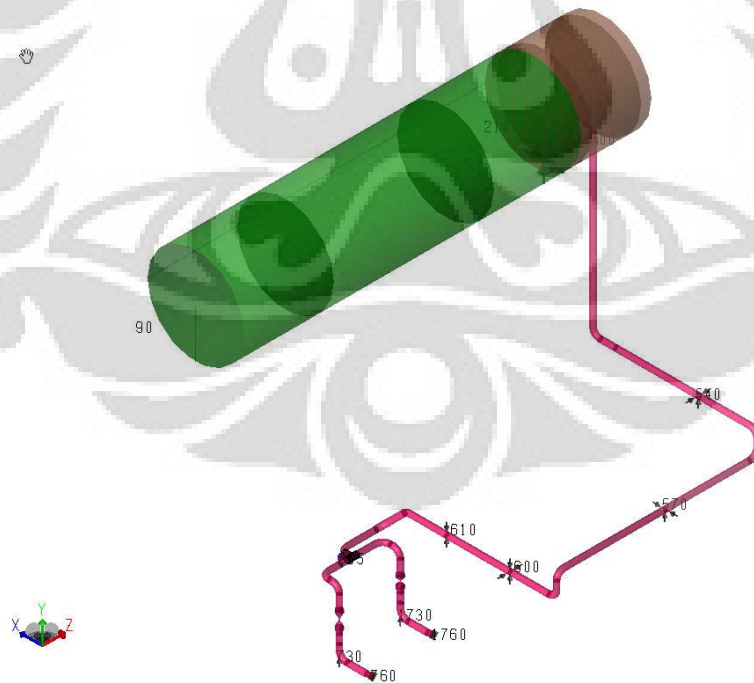
Gambar 4.2. Model Pipa Sistem XY



Gambar 4.3. Model Pipa Sistem XZ



Gambar 4.4. Model Pipa Sistem ZY



Gambar 4.5 Model Pipa Sistem Node Number

Dengan bantuan program CAESAR II maka sistem pemipaan ini dianalisis tegangan, gaya reaksi, dan besarnya displacement yang terjadi untuk memperoleh kondisi aman operasi. Dalam penjelasan ini hanya dicantumkan tegangan tertinggi yang terjadi pada sistem perpipaan, gaya dan momen pada *nozle*, dan *displacement* terbesar yang terjadi. Dan untuk besar tegangan, besar loading *nozzle*, dan besar *displacement* keseluruhan dari sistem pemipaan pada kondisi dapat dilihat pada lampiran.

4.5 Perhitungan Awal Pipa

4.5.1 Perhitungan Tegangan Pipa

Tegangan tertinggi yang terjadi pada pipa ditunjukkan dalam tabel berikut ini:

Case	Node No	Location	Case No	Actual stress Lb/ in ²	Allowable stress Lb/in ²	%
Occasional	570	Support	Case 14	13990.8	26600	52.6
Occasional	750	Flange	Case 15	9467.6	26600	35.6
Occasional	540	Support	Case 17	6046.4	26600	22.7
Expansion	650	Tee	Case 18	2211.6	46694.5	4.7
Expansion	520	Elbow	Case 19	4292	48095.3	8.9
Expansion	520	Elbow	Case 20	2194.5	48095.3	4.6
Expansion	520	Elbow	Case 21	2177	47972	4.5
Expansion	1730	Elbow	Case 23	1256.3	48105.5	2.6
Expansion	650	Tee	Case 24	1190.1	46694.5	2.5

Tabel 4.3 Tegangan Tertinggi Pada Pipa

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa sistem perpipaan *Amonia Unitized Chiller* tegangannya aman karena tidak terjadi over stress. Tegangannya aman jika tegangan aktualnya lebih besar dari tegangan allowable material sesuai code ASME B31.3. hal ini dapat dilihat dari persentasi perbandingan antara tegangan aktual dengan tegangan ijin yang tidak lebih dari 100%.

4.5.2 Perhitungan Beban Nozzle Pompa

Setelah melakukan perhitungan pada pipa, maka selanjutnya kita menghitung beban yang terjadi pada nozzle untuk memastikan bahwa sistem pemipaan yang kita rancang memenuhi kode yang ditentukan agar tidak terjadi kelebihan beban pada nozzle. Besarnya gaya dan momen yang terjadi pada ujung pipa mempengaruhi nozzle.

Besarnya gaya dan momen dari pipa akan diterima oleh nozzle, dan kita perlu mengetahui berapa besar beban nozzle yang diterima. Setelah kita mengetahui beban nozzle yang diterima, selanjutnya kita bandingkan dengan beban nozzle yang diijinkan (*allowable nozzle load*) apakah beban masih berada dalam daerah yang diijinkan atau tidak.

Dalam penghitungannya, dilakukan beberapa aplikasi kasus untuk mengetahui beban nozzle. Kasus tersebut adalah :

Kasus	Suhu °F	Pompa	
		A	B
1	-30	Run	Run
2	250	Run	Run
3	-30	Run	Stand by
4	-30	Stand by	Run
5	110	Stand by	Run
6	110	Run	Stand by
7	110	Run	Run

Pada perhitungan ini diperoleh data sebagai berikut:

Node No	Lokasi Nozzle	Kasus	Force (lb)					
			Actual			Allowable		
			FX	FY	FZ	FX	FY	FZ
500	Chiller	Operation	-239	1221	84	6970	5690	6970
		Sustain	-1	1516	1			
760	Pompa	Operation	318	442	193	700	460	560
		Sustain	160	-182	14			
1760	Pompa	Operation	591	621	136	700	460	560
		Sustain	96	-190	40			

Tabel 4.4 Tegangan Pada Nozzle

Node No	Lokasi Nozzle	Kasus	Momen (ft.lb)					
			Actual			Allowable		
			MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
500	Chiller	Operation	-1281.2	-239.1	-2628.8	5385	7615	5385
		Sustain	-1773	-81.7	-6.8			
760	Pompa	Operation	588.5	746.1	1608.6	1700	870	1300
		Sustain	-36	51.2	-134.5			
1760	Pompa	Operation	674.2	756.3	1673.4	1700	870	1300
		Sustain	-5.9	-87.4	-153.5			

Tabel 4.5 Momen Pada Nozzle

Setelah dilakukan perbandingan antara beban aktual dengan beban yang mampu diterima *nozzle (allowable nozzle load)*, maka diperoleh bahwa sistem pemipaan tersebut telah terjadi beban berlebih pada *nozzle* pompa. Hal ini dapat dilihat pada tabel pada halaman diatas. Sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan pada sistem pemipaan tersebut agar dapat aman beroperasi.

4.5.3 Perhitungan Displacement

Akibat bekerjanya beban sustain, beban operasi, dan beban ekspansi pada suatu sistem pemipaan maka akan terjadi defleksi pada pipa sehingga terjadi juga pergeseran (*displacement*).

Didalam analisa fleksibilitas sistem pemipaan disini, analisis *displacement* dilakukan terhadap beban semua kasus beban. Adapun besar *displacement* yang terbesar dapat dilihat pada tabel berikut ini, sedangkan detail semua *displacement* terlihat pada lampiran.

Kasus	Node No	Lokasi	Displacement	
			Orientasi (mm)	Besar
2 (OPE) W+T1+P1	660	Elbow	Dx	-0.1384
	550	Elbow	Dy	-0.1533
	580	Elbow	Dz	0.0984
3 (OPE) W+T2+P1	640	Elbow	Dx	0.2474
	520	Elbow	Dy	-0.323
	580	Elbow	Dz	-0.2075
4 (OPE) W+T3+P1	520	Elbow	Dx	-0.1113
	550	Elbow	Dy	-0.1536
5 (OPE) W+T4+P1	670	Elbow	Dx	-0.1117
	550	Elbow	Dy	-0.1549
6 (OPE) W+T5+P1	580	Elbow	Dx	-0.0574
	560	Elbow	Dy	-0.0771
7 (OPE) W+T6+P1	580	Elbow	Dx	-0.0585
	630	Elbow	Dy	-0.0782
8 (OPE) W+T7+P1	580	Elbow	Dx	-0.0552
	560	Elbow	Dy	-0.0764

Tabel 4.6 Displacement Terbesar Yang Terjadi

Tabel di atas menunjukkan besar *displacement* masih dianggap aman sepanjang *displacement* tidak mengganggu pipa lain disekitarnya (tidak tabrakan), atau *actual displacement* tidak melebihi 1,25 inch untuk beban sustain dan 2 inch untuk beban ekspansi dan operasi (Chamsudi, Achmad, Ir)

4.5.4 Perhitungan *Pipe Support*

Berdasarkan pada tabel 4.4 dan 4.5 diatas, maka terlihat bahwa pemipaan *Amonia Unitized Chiller* mengalami tegangan dan momen berlebih, sehingga beban pada nozzle pompa menjadi berlebih. Hal ini menyebabkan perlunya dilakukan perbaikan sistem pemipaan khususnya pada pipe support.

Beban berlebih pada nozzle berada pada arah Y (vertikal) sehingga kita harus mengurangi beban tersebut agar berada dalam batas yang diijinkan.

Jika dilihat dari aspek teknis, maka perbaikan efektif yang dapat dilakukan adalah perubahan pada *support-nya* dengan menambah, mengurangi atau variasi toleransi kebebasan gerak pada *support* (variasi *support gap*) untuk memperoleh kondisi yang aman pada waktu operasi.

Pada kasus ini, dilakukan metoda *trial and error* pada sistem support pemipaan, dan diperoleh hasil yang memenuhi batas beban yang dibolehkan dengan menambahkan sring support pada node 655.

4.6 Perhitungan Akhir Pipa

Setelah dilakukannya perubahan pada *support* dari sistem pemipaan yang diamati, maka diperoleh tegangan yang lebih baik dari pada sebelumnya dan aman karena tidak terjadi beban yang berlebih pada sistem pemipaan tersebut.

Pada perhitungan beban untuk nozzle pompa pada sistem pemipaan tersebut, diperoleh bahwa tidak terjadi lagi beban berlebih, sehingga dianggap aman dalam operasinya. Besar tegangan, besar beban untuk nozzle, dan besar pergeseran keseluruhan dari sistem pemipaan pada kondisi akhir setelah dilakukan perubahan support dapat dilihat pada lampiran.

4.6.1 Perhitungan Tegangan Pipa

Tegangan tiap node pada sistem pemipaan setelah dilakukan perbaikan pada pipe support ditunjukkan dalam tabel berikut ini:

Case	Node No	Location	Case No	Actual stress Lb/ in ²	Allowable stress Lb/in ²	%
Occasional	540	Support	Case 16	9411.3	26600	35.4
Occasional	540	Support	Case 18	6044.7	26600	22.7
Occasional	540	Support	Case 19	13873.1	26600	52.2
Expansion	520	Elbow	Case 20	2020.5	48095.5	4.2
Expansion	520	Elbow	Case 21	4283.5	48095.5	8.9
Expansion	520	Elbow	Case 22	2185.9	47971.8	4.6
Expansion	520	Elbow	Case 23	2175	47971.8	4.5
Expansion	1730	Elbow	Case 25	1154.2	48236	2.4

Tabel 4.7 Tegangan Tertinggi Pada Pipa

Setelah dilakukan perubahan pipe support, tidak terlihat terjadinya beban berlebih pada sistem pemipaan seperti halnya sebelum dilakukan perubahan. Dengan demikian sistem pemipaan ini aman untuk beroperasi jika ditinjau dari tegangan maksimum yang terjadi pada pipa.

4.6.2 Perhitungan Beban Nozzle

Setelah dilakukan perubahan support, maka dengan membandingkan pembebanan aktual dengan beban nozzle yang diijinkan, diperoleh bahwa sistem pemipaan tersebut tidak terjadi beban berlebih.

Berdasarkan hasil ini, diperoleh kesimpulan bahwa sistem pemipaan ini telah aman untuk beroperasi karena tidak terjadi tegangan dan beban berlebih. Adapaun hasil perhitungan beban pada nozzle pompa ditampilkan dalam tabel berikut ini:

Node No	Lokasi Nozzle	Kasus	Force (lb)					
			Actual			Allowable		
			FX	FY	FZ	FX	FY	FZ
500	Chiller	Operation	-239	1221	84	6970	5690	6970
		Sustain	-1	1516	1			
760	Pompa	Operation	357	-451	-148	700	460	560
		Sustain	-77	-171	-2			
1760	Pompa	Operation	-514	-430	126	700	460	560
		Sustain	33	-190	8			

Tabel 4.8 Tegangan Pada Nozzle

Node No	Lokasi Nozzle	Kasus	Momen (ft.lb)					
			Actual			Allowable		
			MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
500	Chiller	Operation	-1281.2	-239.1	-2628.8	5385	7615	5385
		Sustain	-1773	-81.7	-6.8			
760	Pompa	Operation	-574.6	758.3	1176	1700	870	1300
		Sustain	-36.1	-18.1	-18.1			
1760	Pompa	Operation	687.7	-607.7	1206	1700	870	1300
		Sustain	-0.5	-18.1	-156.1			

Tabel 4.9 Momen Pada Nozzle

4.6.3 Perhitungan Displacement

Besar pergeseran (*displacement*) masih dianggap aman sepanjang pergeseran tidak mengganggu pipa lain disekitarnya (tidak tabrakan), atau *actual displacement* tidak melebihi 1,25 inch untuk beban sustain dan 2 inch untuk beban ekspansi dan operasi (Chamsudi, Achmad, Ir)

Setelah dilakukan perubahan dengan menambahkan *spring support*, maka pergeseran yang terjadi pada sistem pemipaan ditunjukkan dalam tabel berikut ini:

Kasus	Node No	Lokasi	Displacement	
			Orientasi (mm)	Besar
4 (OPE) W+T1+P1+H	520	Elbow	Dx	-0.0995
	550	Elbow	Dy	-0.1533
	590	Elbow	Dz	0.1026
5 (OPE) W+T2+P1+H	630	Elbow	Dx	0.2238
	520	Elbow	Dy	-0.3229
	580	Elbow	Dz	-0.1937
6 (OPE) W+T3+P1+H	520	Elbow	Dx	-0.1109
	550	Elbow	Dy	-0.1536
7 (OPE) W+T4+P1+H	520	Elbow	Dx	-0.1084
	550	Elbow	Dy	-0.1547
8 (OPE) W+T5+P1+H	580	Elbow	Dx	-0.0567
	560	Elbow	Dy	-0.0769
9 (OPE) W+T6+P1+H	580	Elbow	Dx	-0.0584
	630	Elbow	Dy	-0.079
10 (OPE) W+T7+P1+H	580	Elbow	Dx	-0.0562
	560	Elbow	Dy	-0.0766

Tabel 4.10 Pergeseran Terbesar Pada Pipa

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Untuk menganalisa sebuah sistem pemipaan, maka hal yang perlu kita pertimbangkan diantaranya adalah :

1. Besar tegangan, beban, dan pereseran yang terjadi pada pipa.
2. Besar tegangan, beban, dan pereseran yang terjadi pada nozzle.
3. Jenis fluida dalam pipa, suhu, dan kondisi lingkungan.
4. Routing pipa yang fleksibel sehingga mampu mengakomodasi berbagai gaya yang terjadi.

Setelah melakukan analisa, maka diperoleh data sebagai berikut:

1. Pada perhitungan awal terjadi tegangan tegangan dan momen berlebih pada nozzle pompa sebagai berikut:

Node No	Lokasi Nozzle	Kasus	Force (lb)					
			Actual			Allowable		
			FX	FY	FZ	FX	FY	FZ
500	Chiller	Operation	-239	1221	84	6970	5690	6970
		Sustain	-1	1516	1			
760	Pompa	Operation	318	442	193	700	460	560
		Sustain	160	-182	14			
1760	Pompa	Operation	591	621	136	700	460	560
		Sustain	96	-190	40			

Node No	Lokasi Nozzle	Kasus	Momen (ft.lb)					
			Actual			Allowable		
			MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
500	Chiller	Operation	-1281.2	-239.1	-2628.8	5385	7615	5385
		Sustain	-1773	-81.7	-6.8			
760	Pompa	Operation	588.5	746.1	1608.6	1700	870	1300
		Sustain	-36	51.2	-134.5			
1760	Pompa	Operation	674.2	756.3	1673.4	1700	870	1300
		Sustain	-5.9	-87.4	-153.5			

- Setelah melakukan perbaikan dengan menggunakan hanger pada node 655, maka tegangan dan momen berada dalam batas yang diijinkan.

Node No	Lokasi Nozzle	Kasus	Force (lb)					
			Actual			Allowable		
			FX	FY	FZ	FX	FY	FZ
500	Chiller	Operation	-239	1221	84	6970	5690	6970
		Sustain	-1	1516	1			
760	Pompa	Operation	357	-451	-148	700	460	560
		Sustain	-77	-171	-2			
1760	Pompa	Operation	-514	-430	126	700	460	560
		Sustain	33	-190	8			

Node No	Lokasi Nozzle	Kasus	Momen (ft.lb)					
			Actual			Allowable		
			MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
500	Chiller	Operation	-1281.2	-239.1	-2628.8	5385	7615	5385
		Sustain	-1773	-81.7	-6.8			
760	Pompa	Operation	-574.6	758.3	1176	1700	870	1300
		Sustain	-36.1	-18.1	-18.1			
1760	Pompa	Operation	687.7	-607.7	1206	1700	870	1300
		Sustain	-0.5	-18.1	-156.1			

5.2 SARAN

- Pihak yang akan menggunakan perangkat lunak Caesar II sebagai alat untuk menganalisa tegangan pipa harus terlebih dahulu mengetahui pemahaman dasar kode dan standar yang digunakan.
- Pemahaman yang baik mengenai *pipng design* akan memudahkan dalam memberikan masukan bagi *pipng designer* dalam melakukan perbaikan *routing* pipa.

DAFTAR REFERENSI

- API 6.10, Edition 2004
- ASME B 31.3, Process Piping, Edition 2006
- CAESAR II Manual Reference
- Chattopadhyay, Somnath. 2005. *Pressure Vessels Design and Practice*, New York : CRC Press.
- Ellenberger, J. Phillip. 2005. *Piping Systems & Pipeline ASME B31 Code Simplified*. New York: McGraw Hill.
- Gere, James M, dan Timoshenko, Stephen P, Alih bahasa Wospakrik, Hans J. 1987. *Mekanika Bahan*, Jilid 1, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Helguero M, Victor. 1986. *Piping Stress Handbook*, Houston: Gulf Publishing
- Kannappan, Sam. 1986. *Introduction to Pipe Stress Analysis*. New York: John Wiley and Sons.
- L. Nayyar, Mohinder, et al. 2000. *Piping Handbook*, New York: McGraw Hill
- Moaveni, Saeed. 1999. *Finite Element Analysis: Theory and Application with Ansys*, New Jersey: Prentice Hall
- Popov, E.P, Alih bahasa Astamar, Zaenul. 1994. *Mekanika Teknik*, Jakarta: Erlangga
- R. Buchanan, George. 1995. *Schaum's Outline Series: Theory and Problems of Finite Element Analysis*, New York: McGraw Hill
- Shigley, Joseph E. & Mitchell, Larry D, Alih bahasa Harahap, Gandhi, Ir, M.Eng.1999. *Perencanaan Teknik Mesin, Jilid I*, Jakarta: Erlangga
- Smith, Paul R dan Van Laan, Thomas J. 1987. *Piping and Pipe Support System*, New York: McGraw Hill Book Company
- Spielvogel, S.W. 1955. *Piping Stress Calculation Simplified*, New York: Lake Success
- Susatio, Yerri, Ir, MT. 2004. *Dasar-Dasar Metode Elemen Hingga*, Yogyakarta: Penerbit Andi
- <http://www.agussuwasono.com/technical-references/mechanical/65-teori-dasar-pompa-sentrifugal.html>
- <http://hendrisagung.wordpress.com/2008/07/09/operasi-pompa-sentrifugal/>

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

Table of Contents

INPUT LISTING.....	2
CAESAR II LOAD CASE REPORT FILE:04-02 WITH (DATE:DEC 15,2009)	
Stress Summary 3 (HYD) WW+HP+H 11 (SUS) W+P1+H 12 (OCC) U1 13 (OCC) U2 14 (OCC) WIN1 15 (OCC) WIN2 16 (OCC) L16=L11+L13 17 (OCC) L17=L11+L14 18 (OCC) L18=L11+L15 19 (OCC) L19=L11+L16 20 (EXP) L20=L4-L11 21 (EXP) L21=L5-L11 22 (EXP) L22=L6-L11 23 (EXP) L23=L7-L11 24 (EXP) L24=L8-L11 25 (EXP) L25=L9-L11 26 (EXP) L26=L10-L11 27 (EXP) L27=L4-L7.....	14
Displacements 4 (OPE) W+T1+P1+H.....	18
Displacements 5 (OPE) W+T2+P1+H.....	20
Displacements 6 (OPE) W+T3+P1+H.....	22
Displacements 7 (OPE) W+T4+P1+H.....	24
Displacements 8 (OPE) W+T5+P1+H.....	26
Displacements 9 (OPE) W+T6+P1+H.....	28
Displacements 10 (OPE) W+T7+P1+H.....	30
Displacements 11 (SUS) W+P1+H.....	32
Displacements 16 (OCC) L16=L11+L13.....	34
Displacements 17 (OCC) L17=L11+L14.....	36
Displacements 18 (OCC) L18=L11+L15.....	38
Displacements 19 (OCC) L19=L11+L16.....	40
Restraint Summary Extended 3 (HYD) WW+HP+H 4 (OPE) W+T1+P1+H 5 (OPE) W+T2+P1+H 6 (OPE) W+T3+P1+H 7 (OPE) W+T4+P1+H 8 (OPE) W+T5+P1+H 9 (OPE) W+T6+P1+H 10 (OPE) W+T7+P1+H 11 (SUS) W+P1+H 16 (OCC) L16=L11+L13 17 (OCC) L17=L11+L14 18 (OCC) L18=L11+L15 19 (OCC) L19=L11+L16.....	42
HANGER REPORT ((TABLE DATA FROM DESIGN RUNS)).....	48

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56
 INPUT LISTING

PIPE DATA

 From 32 To 34 DZ= -1.333 ft.

PIPE

Dia= 152.500 in. Wall= 1.250 in. Insul= 4.000 in.

GENERAL

T1= -28 F T2= 66 F T3= -28 F T4= -28 F T5= 110 F T6= 110 F

T7= 110 F P1= 225.0000 lb./sq.in. PHyd= 337.5000 lb./sq.in.

Mat= (383)A516 70 E= 29,513,334 lb./sq.in. v = .292

Density= .2830 lb./cu.in. Insul= .0077 lb./cu.in.

UNIFORM LOAD

GX1= .72 g's GY1= .00 g's GZ1= .00 g's GX2= .00 g's GY2= .00 g's

GZ2= .72 g's GX3= .00 g's GY3= .00 g's GZ3= .00 g's

WIND

Wind Shape= 1.000

ALLOWABLE STRESSES

B31.3 (2004) Sc= 23,300 lb./sq.in. Sh1= 23,300 lb./sq.in.

Sh2= 23,300 lb./sq.in. Sh3= 23,300 lb./sq.in. Sh4= 23,300 lb./sq.in.

Sh5= 23,280 lb./sq.in. Sh6= 23,280 lb./sq.in. Sh7= 23,280 lb./sq.in.

Sh8= 23,300 lb./sq.in. Sh9= 23,300 lb./sq.in. Sy= 34,200 lb./sq.in.

 From 34 To 35 DY= -6.354 ft.

RIGID Weight= .00 lb.

 From 34 To 40 DZ= -6.417 ft.

 From 40 To 50 DZ= -1.417 ft.

 From 50 To 60 DZ= -11.500 ft.

PIPE

Dia= 152.500 in. Wall= 1.250 in. Insul= 3.000 in.

GENERAL

T1= 66 F

ALLOWABLE STRESSES

B31.3 (2004) Sc= 23,300 lb./sq.in. Sh1= 23,300 lb./sq.in.

Sh2= 23,300 lb./sq.in. Sh3= 23,300 lb./sq.in. Sh4= 23,300 lb./sq.in.

Sh5= 23,280 lb./sq.in. Sh6= 23,280 lb./sq.in. Sh7= 23,280 lb./sq.in.

Sh8= 23,300 lb./sq.in. Sh9= 23,300 lb./sq.in.

 From 60 To 70 DZ= -21.000 ft.

PIPE

Dia= 152.500 in. Wall= 1.250 in. Insul= 2.000 in.

 From 70 To 80 DZ= -11.750 ft.

PIPE

Dia= 152.500 in. Wall= 1.250 in. Insul= 1.500 in.

 From 80 To 90 DY= -6.354 ft.

RIGID Weight= .00 lb.

RESTRAINTS

Node 90 ANC

 From 40 To 210 DY= -6.354 ft.

PIPE

Dia= 152.250 in. Wall= 1.125 in. Insul= 1.500 in.

GENERAL

T1= -28 F

RIGID Weight= .00 lb.

RESTRAINTS

Node 210 +Y

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56
 INPUT LISTING

```

Node 210 X
ALLOWABLE STRESSES
B31.3 (2004)      Sc= 23,300 lb./sq.in.   Sh1= 23,300 lb./sq.in.
Sh2= 23,300 lb./sq.in.   Sh3= 23,300 lb./sq.in.   Sh4= 23,300 lb./sq.in.
Sh5= 23,280 lb./sq.in.   Sh6= 23,280 lb./sq.in.   Sh7= 23,280 lb./sq.in.
Sh8= 23,300 lb./sq.in.   Sh9= 23,300 lb./sq.in.
-----
From 35 To 500 DY= -.896 ft.
PIPE
Dia= 8.625 in.   Wall= .322 in.   Insul= 3.000 in.   Cor= .0500 in.
GENERAL
T1= -30 F   T2= 250 F   T3= -30 F   T4= -30 F   P1= 240.0000 lb./sq.in.
PHyd= 360.0000 lb./sq.in.   Mat= (177)A333 6   E= 29,513,334 lb./sq.in.
v = .292   Density= .2830 lb./cu.in.   Fluid= .03611111 lb./cu.in.
RESTRAINTS
Node 500 ANC   Cnode 501
ALLOWABLE STRESSES
B31.3 (2004)      Sc= 20,000 lb./sq.in.   Sh1= 20,000 lb./sq.in.
Sh2= 20,000 lb./sq.in.   Sh3= 20,000 lb./sq.in.   Sh4= 20,000 lb./sq.in.
Sh5= 20,000 lb./sq.in.   Sh6= 20,000 lb./sq.in.   Sh7= 20,000 lb./sq.in.
Sh8= 20,000 lb./sq.in.   Sh9= 20,000 lb./sq.in.   Sy= 31,500 lb./sq.in.
-----
From 501 To 510 DY= -.344 ft.
PIPE
Dia= 8.625 in.   Wall= .322 in.   Insul= 3.000 in.
GENERAL
T3= -30 F   T4= -30 F   Mat= (177)A333 6   E= 29,513,334 lb./sq.in.
v = .292   Density= .2830 lb./cu.in.
RIGID Weight= 40.00 lb.
ALLOWABLE STRESSES
B31.3 (2004)      Sc= 20,000 lb./sq.in.   Sh1= 20,000 lb./sq.in.
Sh2= 20,000 lb./sq.in.   Sh3= 20,000 lb./sq.in.   Sh4= 20,000 lb./sq.in.
Sh5= 20,000 lb./sq.in.   Sh6= 20,000 lb./sq.in.   Sh7= 20,000 lb./sq.in.
Sh8= 20,000 lb./sq.in.   Sh9= 20,000 lb./sq.in.
-----
From 510 To 520 DY= -21.717 ft.
BEND at "TO" end
Radius= 12.000 in. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 519
Angle/Node @2= .00 518
-----
From 520 To 530 DX= -3.000 ft.
-----
From 530 To 540 DX= -10.875 ft.
RESTRAINTS
Node 540 +Y   Mu = .30
Node 540 Guide   Gap= .125 in.
-----
From 540 To 550 DX= -7.698 ft.
BEND at "TO" end
Radius= 12.000 in. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 549
Angle/Node @2= .00 548
-----
From 550 To 560 DY= -3.000 ft.
BEND at "TO" end
Radius= 12.000 in. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 559
Angle/Node @2= .00 558
-----
From 560 To 570 DZ= -12.083 ft.
RESTRAINTS
Node 570 +Y   Mu = .30
Node 570 Guide   Gap= .125 in.

```

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56
 INPUT LISTING

 From 570 To 580 DZ= -14.250 ft.

BEND at "TO" end

Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 579
 Angle/Node @2= .00 578

 From 580 To 590 DY= -3.000 ft.

BEND at "TO" end

Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 589
 Angle/Node @2= .00 588

 From 590 To 600 DX= 6.083 ft.

RESTRAINTS

Node 600 Y Mu = .30
 Node 600 Guide Gap= .125 in.

 From 600 To 610 DX= 8.333 ft.

GENERAL

T1= -30 F

RESTRAINTS

Node 610 Y Mu = .30

ALLOWABLE STRESSES

B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in. Sh1= 20,000 lb./sq.in.
 Sh2= 20,000 lb./sq.in. Sh3= 20,000 lb./sq.in. Sh4= 20,000 lb./sq.in.
 Sh5= 20,000 lb./sq.in. Sh6= 20,000 lb./sq.in. Sh7= 20,000 lb./sq.in.
 Sh8= 20,000 lb./sq.in. Sh9= 20,000 lb./sq.in.

 From 610 To 620 DX= 5.250 ft.

BEND at "TO" end

Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 45.000 Angle/Node @1= 22.50 619
 Angle/Node @2= .00 618

 From 620 To 630 DX= 3.000 ft. DY= -3.000 ft.

BEND at "TO" end

Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 629
 Angle/Node @2= .00 628

 From 630 To 640 DZ= -5.750 ft.

BEND at "TO" end

Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 639
 Angle/Node @2= .00 638

 From 640 To 650 DX= -1.583 ft.

HANGERS

Hanger Node = 655 Hanger Table = 0.0 Available Space = .0000 in.
 Allowed Load Variation = 25.0000 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1
 User Operating Load = .00 lb. Free Node = 760 Free Node = 1760
 Free Code = 5 Spring Rate = .00 lb./in. Theoretical Cold Load = .00 lb.

SIF's & TEE's

Node 650 Welding Tee

 From 650 To 655 DZ= -1.500 ft.

GENERAL

T1= -30 F

ALLOWABLE STRESSES

B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in. Sh1= 20,000 lb./sq.in.
 Sh2= 20,000 lb./sq.in. Sh3= 20,000 lb./sq.in. Sh4= 20,000 lb./sq.in.
 Sh5= 20,000 lb./sq.in. Sh6= 20,000 lb./sq.in. Sh7= 20,000 lb./sq.in.
 Sh8= 20,000 lb./sq.in. Sh9= 20,000 lb./sq.in.

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56
 INPUT LISTING

From 655 To 660 DZ= -2.500 ft.
 BEND at "TO" end
 Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 659
 Angle/Node @2= .00 658

 From 660 To 670 DX= -2.333 ft.
 GENERAL
 T3= 66 F T5= 66 F
 BEND at "TO" end
 Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 669
 Angle/Node @2= .00 668

ALLOWABLE STRESSES
 B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in. Sh1= 20,000 lb./sq.in.
 Sh2= 20,000 lb./sq.in. Sh3= 20,000 lb./sq.in. Sh4= 20,000 lb./sq.in.
 Sh5= 20,000 lb./sq.in. Sh6= 20,000 lb./sq.in. Sh7= 20,000 lb./sq.in.
 Sh8= 20,000 lb./sq.in. Sh9= 20,000 lb./sq.in.

 From 670 To 680 DY= -2.708 ft.

 From 680 To 685 DY= -.333 ft.
 RIGID Weight= 40.00 lb.

 From 685 To 690 DY= -1.646 ft.
 RIGID Weight= 390.00 lb.

ALLOWABLE STRESSES
 B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in. Sh1= 20,000 lb./sq.in.
 Sh2= 20,000 lb./sq.in. Sh3= 20,000 lb./sq.in. Sh4= 20,000 lb./sq.in.
 Sh5= 20,000 lb./sq.in. Sh6= 20,000 lb./sq.in. Sh7= 20,000 lb./sq.in.
 Sh8= 20,000 lb./sq.in. Sh9= 20,000 lb./sq.in.

 From 690 To 700 DY= -.333 ft.
 RIGID Weight= 40.00 lb.

 From 700 To 710 DY= -.495 ft.

 From 710 To 720 DY= -1.167 ft.

 From 720 To 730 DY= -1.583 ft.
 BEND at "TO" end
 Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 729
 Angle/Node @2= .00 728

RESTRAINTS
 Node 728 +Y Mu = .30

 From 730 To 740 DX= -3.552 ft.

 From 740 To 750 DX= -.490 ft. DY= .083 ft.
 REDUCER
 Diam2= 6.625 in. Wall2= .280 in.

 From 750 To 760 DX= -.333 ft.

PIPE
 Dia= 6.625 in. Wall= .280 in. Insul= 3.000 in.

GENERAL
 T5= 110 F
 RIGID Weight= 43.00 lb.

RESTRAINTS
 Node 760 ANC

 From 650 To 1660 DZ= 4.000 ft.
 PIPE

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56
 INPUT LISTING

Dia= 8.625 in. Wall= .322 in. Insul= 3.000 in.

GENERAL

T1= -30 F T3= -30 F T4= -30 F T6= 66 F

BEND at "TO" end

Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 1659
 Angle/Node @2= .00 1658

ALLOWABLE STRESSES

B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in. Sh1= 20,000 lb./sq.in.
 Sh2= 20,000 lb./sq.in. Sh3= 20,000 lb./sq.in. Sh4= 20,000 lb./sq.in.
 Sh5= 20,000 lb./sq.in. Sh6= 20,000 lb./sq.in. Sh7= 20,000 lb./sq.in.
 Sh8= 20,000 lb./sq.in. Sh9= 20,000 lb./sq.in.

 From 1660 To 1670 DX= -2.333 ft.

GENERAL

T4= 66 F

BEND at "TO" end

Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 1669
 Angle/Node @2= .00 1668

ALLOWABLE STRESSES

B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in. Sh1= 20,000 lb./sq.in.
 Sh2= 20,000 lb./sq.in. Sh3= 20,000 lb./sq.in. Sh4= 20,000 lb./sq.in.
 Sh5= 20,000 lb./sq.in. Sh6= 20,000 lb./sq.in. Sh7= 20,000 lb./sq.in.
 Sh8= 20,000 lb./sq.in. Sh9= 20,000 lb./sq.in.

 From 1670 To 1680 DY= -2.708 ft.

 From 1680 To 1685 DY= -.333 ft.

RIGID Weight= 40.00 lb.

 From 1685 To 1690 DY= -.958 ft.

GENERAL

T3= -30 F

RIGID Weight= 310.00 lb.

ALLOWABLE STRESSES

B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in. Sh1= 20,000 lb./sq.in.
 Sh2= 20,000 lb./sq.in. Sh3= 20,000 lb./sq.in. Sh4= 20,000 lb./sq.in.
 Sh5= 20,000 lb./sq.in. Sh6= 20,000 lb./sq.in. Sh7= 20,000 lb./sq.in.
 Sh8= 20,000 lb./sq.in. Sh9= 20,000 lb./sq.in.

 From 1690 To 1700 DY= -.333 ft.

RIGID Weight= 40.00 lb.

 From 1700 To 1710 DY= -.495 ft.

 From 1710 To 1720 DY= -1.167 ft.

 From 1720 To 1730 DY= -1.583 ft.

BEND at "TO" end

Radius= 12.000 in. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 1729
 Angle/Node @2= .00 1728

RESTRAINTS

Node 1728 +Y Mu = .30

 From 1730 To 1740 DX= -3.552 ft.

 From 1740 To 1750 DX= -.490 ft. DY= .083 ft.

REDUCER

Diam2= 6.625 in. Wall2= .280 in.

 From 1750 To 1760 DX= -.333 ft.

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

INPUT LISTING

PIPE

Dia= 6.625 in. Wall= .280 in. Insul= 3.000 in.

RIGID Weight= 43.00 lb.

RESTRAINTS

Node 1760 ANC

JOBNAME: C:\2008-PROJECT\J6570-PEQUIVEN MORON PROJECT\PROJ...\04-02 WITH SPRING

ALLOWABLE STRESS Changes

32	34	B31.3 (2004)	Sc= 23,300 lb./sq.in.
		Sh1= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh2= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh3= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh4= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh5= 23,280 lb./sq.in.	
		Sh6= 23,280 lb./sq.in.	
		Sh7= 23,280 lb./sq.in.	
		Sh8= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh9= 23,300 lb./sq.in.	
		Sy= 34,200 lb./sq.in.	
50	60	B31.3 (2004)	Sc= 23,300 lb./sq.in.
		Sh1= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh2= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh3= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh4= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh5= 23,280 lb./sq.in.	
		Sh6= 23,280 lb./sq.in.	
		Sh7= 23,280 lb./sq.in.	
		Sh8= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh9= 23,300 lb./sq.in.	
40	210	B31.3 (2004)	Sc= 23,300 lb./sq.in.
		Sh1= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh2= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh3= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh4= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh5= 23,280 lb./sq.in.	
		Sh6= 23,280 lb./sq.in.	
		Sh7= 23,280 lb./sq.in.	
		Sh8= 23,300 lb./sq.in.	
		Sh9= 23,300 lb./sq.in.	
35	500	B31.3 (2004)	Sc= 20,000 lb./sq.in.
		Sh1= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh2= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh3= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh4= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh5= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh6= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh7= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh8= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh9= 20,000 lb./sq.in.	
		Sy= 31,500 lb./sq.in.	
501	510	B31.3 (2004)	Sc= 20,000 lb./sq.in.
		Sh1= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh2= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh3= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh4= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh5= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh6= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh7= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh8= 20,000 lb./sq.in.	
		Sh9= 20,000 lb./sq.in.	
600	610	B31.3 (2004)	Sc= 20,000 lb./sq.in.

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56
 INPUT LISTING

		Sh1= 20,000 lb./sq.in.
		Sh2= 20,000 lb./sq.in.
		Sh3= 20,000 lb./sq.in.
		Sh4= 20,000 lb./sq.in.
		Sh5= 20,000 lb./sq.in.
		Sh6= 20,000 lb./sq.in.
		Sh7= 20,000 lb./sq.in.
		Sh8= 20,000 lb./sq.in.
		Sh9= 20,000 lb./sq.in.
650	655	B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in.
		Sh1= 20,000 lb./sq.in.
		Sh2= 20,000 lb./sq.in.
		Sh3= 20,000 lb./sq.in.
		Sh4= 20,000 lb./sq.in.
		Sh5= 20,000 lb./sq.in.
		Sh6= 20,000 lb./sq.in.
		Sh7= 20,000 lb./sq.in.
		Sh8= 20,000 lb./sq.in.
		Sh9= 20,000 lb./sq.in.
660	670	B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in.
		Sh1= 20,000 lb./sq.in.
		Sh2= 20,000 lb./sq.in.
		Sh3= 20,000 lb./sq.in.
		Sh4= 20,000 lb./sq.in.
		Sh5= 20,000 lb./sq.in.
		Sh6= 20,000 lb./sq.in.
		Sh7= 20,000 lb./sq.in.
		Sh8= 20,000 lb./sq.in.
		Sh9= 20,000 lb./sq.in.
685	690	B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in.
		Sh1= 20,000 lb./sq.in.
		Sh2= 20,000 lb./sq.in.
		Sh3= 20,000 lb./sq.in.
		Sh4= 20,000 lb./sq.in.
		Sh5= 20,000 lb./sq.in.
		Sh6= 20,000 lb./sq.in.
		Sh7= 20,000 lb./sq.in.
		Sh8= 20,000 lb./sq.in.
		Sh9= 20,000 lb./sq.in.
650	1660	B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in.
		Sh1= 20,000 lb./sq.in.
		Sh2= 20,000 lb./sq.in.
		Sh3= 20,000 lb./sq.in.
		Sh4= 20,000 lb./sq.in.
		Sh5= 20,000 lb./sq.in.
		Sh6= 20,000 lb./sq.in.
		Sh7= 20,000 lb./sq.in.
		Sh8= 20,000 lb./sq.in.
		Sh9= 20,000 lb./sq.in.
1660	1670	B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in.
		Sh1= 20,000 lb./sq.in.
		Sh2= 20,000 lb./sq.in.
		Sh3= 20,000 lb./sq.in.
		Sh4= 20,000 lb./sq.in.
		Sh5= 20,000 lb./sq.in.
		Sh6= 20,000 lb./sq.in.
		Sh7= 20,000 lb./sq.in.
		Sh8= 20,000 lb./sq.in.
		Sh9= 20,000 lb./sq.in.
1685	1690	B31.3 (2004) Sc= 20,000 lb./sq.in.
		Sh1= 20,000 lb./sq.in.

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56
 INPUT LISTING

Sh2= 20,000 lb./sq.in.
 Sh3= 20,000 lb./sq.in.
 Sh4= 20,000 lb./sq.in.
 Sh5= 20,000 lb./sq.in.
 Sh6= 20,000 lb./sq.in.
 Sh7= 20,000 lb./sq.in.
 Sh8= 20,000 lb./sq.in.
 Sh9= 20,000 lb./sq.in.

SIF's & TEE's

640 650 Node 650 Welding Tee

RESTRAINTS

NODE	TYPE	CNODE	STIF1	Len GAP STIF2	MU YIELD FORCE	Dir Vectors
90	ANC				.000	.000 .000
210	+Y				.000	1.000 .000
210	X				1.000	.000 .000
500	ANC	501			.000	.000 .000
540	+Y				.30	.000 1.000 .000
540	Guide			.13	.000	.000 .000 .000
570	+Y				.30	.000 1.000 .000
570	Guide			.13	.000	.000 .000 .000
600	Y				.30	.000 1.000 .000
600	Guide			.13	.000	.000 .000 .000
610	Y				.30	.000 1.000 .000
728	+Y				.30	.000 1.000 .000
760	ANC				.000	.000 .000 .000
1728	+Y				.30	.000 1.000 .000
1760	ANC				.000	.000 .000 .000

UNIFORM LOAD Changes

32 34

X1 Dir = .72 g's Y1 Dir = .00 g's
 Z1 Dir = .00 g's
 X2 Dir = .00 g's Y2 Dir = .00 g's
 Z2 Dir = .72 g's
 X3 Dir = .00 g's Y3 Dir = .00 g's
 Z3 Dir = .00 g's

WIND/WAVE

32 34 WIND Wind Shape= 1.000

INPUT UNITS USED...

UNITS= ENGLISH NOM/SCH INPUT= ON

LENGTH	inches	x	1.000	=	in.
FORCE	pounds	x	1.000	=	lb.
MASS(dynamics)	pounds	x	1.000	=	lbm
MOMENTS(INPUT)	inch-pounds	x	1.000	=	in.lb.
MOMENTS(OUTPUT)	inch-pounds	x	0.083	=	ft.lb.
STRESS	lbs./sq.in.	x	1.000	=	lb./sq.in.
TEMP. SCALE	degrees F.	x	1.000	=	F
PRESSURE	psig	x	1.000	=	lb./sq.in.
ELASTIC MODULUS	lbs./sq.in.	x	1.000	=	lb./sq.in.

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56
 INPUT LISTING

PIPE DENSITY	lbs./cu.in.	x	1.000	=	lb./cu.in.
INSULATION DENS.	lbs./cu.in.	x	1.000	=	lb./cu.in.
FLUID DENSITY	lbs./cu.in.	x	1.000	=	lb./cu.in.
TRANSL. STIF	lbs./in.	x	1.000	=	lb./in.
ROTATIONAL STIF	in.lb./deg.	x	1.000	=	in.lb./deg
UNIFORM LOAD	lb./in.	x	1.000	=	lb./in.
G LOAD	g's	x	1.000	=	g's
WIND LOAD	lbs./sq.in.	x	144.000	=	lb./sq.ft.
ELEVATION	inches	x	0.083	=	ft.
COMPOUND LENGTH	inches	x	0.083	=	ft.
DIAMETER	inches	x	1.000	=	in.
WALL THICKNESS	inches	x	1.000	=	in.

EXECUTION CONTROL PARAMETERS

Rigid/ExpJt Print Flag	1.000	
Bourdon Option000	
Loop Closure Flag	2.000	
Thermal Bowing Delta Temp ..	.000	F
Liberal Allowable Flag	1.000	
Uniform Load Option	1.000	
Ambient Temperature	66.000	F
Plastic (FRP) Alpha	12.000	
Plastic (FRP) GMOD/EMODa250	
Plastic (FRP) Laminate Type.	3.000	
Eqn Optimizer000	
Node Selection000	
Eqn Ordering000	
Collins000	
Degree Determination000	
User Eqn Control000	

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

CAESAR II LOAD CASE REPORT FILE:04-02 WITH
 DATE:DEC 15,2009

CASE 1 (HGR) W

WEIGHT FOR HANGER LOADS

Keep/Discard: Discard
 Hanger Stiffness: Rigid
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 2 (HGR) W+T1+P1

OPERATING FOR HANGER TRAVEL

Keep/Discard: Discard
 Hanger Stiffness: Ignore
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 3 (HYD) WW+HP+H

HYDRO TEST CASE

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: Rigid
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 4 (OPE) W+T1+P1+H

OPERATING CASE CONDITION 1

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 5 (OPE) W+T2+P1+H

OPERATING CASE CONDITION 2

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 6 (OPE) W+T3+P1+H

OPERATING CASE CONDITION 3

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 7 (OPE) W+T4+P1+H

OPERATING CASE CONDITION 4

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 8 (OPE) W+T5+P1+H

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 9 (OPE) W+T6+P1+H

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

CAESAR II LOAD CASE REPORT FILE:04-02 WITH
 DATE:DEC 15,2009

CASE 10 (OPE) W+T7+P1+H

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 11 (SUS) W+P1+H

SUSTAINED CASE CONDITION 1

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 12 (OCC) U1

EXPANSION CASE CONDITION 1

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 13 (OCC) U2

EXPANSION CASE CONDITION 2

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 14 (OCC) WIN1

EXPANSION CASE CONDITION 3

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 15 (OCC) WIN2

EXPANSION CASE CONDITION 4

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Hanger Stiffness: As Designed
 Friction Mult.: 1.0000

CASE 16 (OCC) L16=L11+L13

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Combination Method: SCALAR

CASE 17 (OCC) L17=L11+L14

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Combination Method: SCALAR

CASE 18 (OCC) L18=L11+L15

Keep/Discard: Keep
 Display: Disp/Force/Stress
 Combination Method: SCALAR

CASE 19 (OCC) L19=L11+L16

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

CAESAR II LOAD CASE REPORT FILE:04-02 WITH
DATE:DEC 15,2009

Keep/Discard: Keep
Display: Disp/Force/Stress
Combination Method: SCALAR

CASE 20 (EXP) L20=L4-L11
Keep/Discard: Keep
Display: Disp/Force/Stress
Combination Method: ALG

CASE 21 (EXP) L21=L5-L11
Keep/Discard: Keep
Display: Disp/Force/Stress
Combination Method: ALG

CASE 22 (EXP) L22=L6-L11
Keep/Discard: Keep
Display: Disp/Force/Stress
Combination Method: ALG

CASE 23 (EXP) L23=L7-L11
Keep/Discard: Keep
Display: Disp/Force/Stress
Combination Method: ALG

CASE 24 (EXP) L24=L8-L11
Keep/Discard: Keep
Display: Disp/Force/Stress
Combination Method: ALG

CASE 25 (EXP) L25=L9-L11
Keep/Discard: Keep
Display: Disp/Force/Stress
Combination Method: ALG

CASE 26 (EXP) L26=L10-L11
Keep/Discard: Keep
Display: Disp/Force/Stress
Combination Method: ALG

CASE 27 (EXP) L27=L4-L7
Keep/Discard: Keep
Display: Disp/Force/Stress
Combination Method: ABS

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

STRESS SUMMARY REPORT: Highest Stresses Mini Statement
Various Load Cases

LOAD CASE DEFINITION KEY

CASE 3 (HYD) WW+HP+H
 CASE 11 (SUS) W+P1+H
 CASE 12 (OCC) U1
 CASE 13 (OCC) U2
 CASE 14 (OCC) WIN1
 CASE 15 (OCC) WIN2
 CASE 16 (OCC) L16=L11+L13
 CASE 17 (OCC) L17=L11+L14
 CASE 18 (OCC) L18=L11+L15
 CASE 19 (OCC) L19=L11+L16
 CASE 20 (EXP) L20=L4-L11
 CASE 21 (EXP) L21=L5-L11
 CASE 22 (EXP) L22=L6-L11
 CASE 23 (EXP) L23=L7-L11
 CASE 24 (EXP) L24=L8-L11
 CASE 25 (EXP) L25=L9-L11
 CASE 26 (EXP) L26=L10-L11
 CASE 27 (EXP) L27=L4-L7

Piping Code: B31.3 -2004, April 29, 2005

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 3 (HYD) WW+HP+H

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 3 (HYD) WW+HP+H
 CodeStress Ratio: 32.6 @Node 80
 Code Stress: 11139.6 Allowable: 34200.0
 Axial Stress: 10041.3 @Node 34
 Bending Stress: 2086.5 @Node 570
 Torsion Stress: 328.9 @Node 640
 Hoop Stress: 20250.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 20757.6 @Node 34

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 11 (SUS) W+P1+H

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 11 (SUS) W+P1+H
 CodeStress Ratio: 29.8 @Node 80
 Code Stress: 6931.8 Allowable: 23280.0
 Axial Stress: 6694.2 @Node 34
 Bending Stress: 2758.7 @Node 570
 Torsion Stress: 438.0 @Node 640
 Hoop Stress: 13500.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 13838.4 @Node 34

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 12 (OCC) U1

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 12 (OCC) U1
 CodeStress Ratio: 38.3 @Node 1728
 Code Stress: 10188.7 Allowable: 26600.0
 Axial Stress: 329.6 @Node 1728
 Bending Stress: 9859.1 @Node 1728
 Torsion Stress: 1073.1 @Node 550
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 10188.9 @Node 1728

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

STRESS SUMMARY REPORT: Highest Stresses Mini Statement
Various Load Cases

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 13 (OCC) U2

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 13 (OCC) U2
 CodeStress Ratio: 29.0 @Node 750
 Code Stress: 7711.8 Allowable: 26600.0
 Axial Stress: 139.0 @Node 80
 Bending Stress: 7686.0 @Node 750
 Torsion Stress: 3308.3 @Node 1750
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 9975.0 @Node 750

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 14 (OCC) WIN1

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 14 (OCC) WIN1
 CodeStress Ratio: 11.4 @Node 35
 Code Stress: 3045.7 Allowable: 26600.0
 Axial Stress: 81.9 @Node 1728
 Bending Stress: 3038.2 @Node 35
 Torsion Stress: 157.4 @Node 550
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 3046.5 @Node 35

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 15 (OCC) WIN2

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 15 (OCC) WIN2
 CodeStress Ratio: 12.5 @Node 35
 Code Stress: 3312.4 Allowable: 26600.0
 Axial Stress: 30.9 @Node 670
 Bending Stress: 3309.7 @Node 35
 Torsion Stress: 923.3 @Node 1750
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 3346.6 @Node 35

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 16 (OCC) L16=L11+L13

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 16 (OCC) L16=L11+L13
 CodeStress Ratio: 35.4 @Node 540
 Code Stress: 9411.3 Allowable: 26600.0
 Axial Stress: 6833.3 @Node 80
 Bending Stress: 7818.2 @Node 750
 Torsion Stress: 3310.1 @Node 1750
 Hoop Stress: 13500.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 13984.6 @Node 80

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 17 (OCC) L17=L11+L14

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 17 (OCC) L17=L11+L14
 CodeStress Ratio: 22.5 @Node 80
 Code Stress: 6968.7 Allowable: 30962.4
 Axial Stress: 6694.2 @Node 34
 Bending Stress: 4256.0 @Node 570
 Torsion Stress: 332.6 @Node 640
 Hoop Stress: 13500.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 13883.1 @Node 80

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

STRESS SUMMARY REPORT: Highest Stresses Mini Statement
Various Load Cases

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 18 (OCC) L18=L11+L15

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 18 (OCC) L18=L11+L15
 CodeStress Ratio: 22.7 @Node 540
 Code Stress: 6044.7 Allowable: 26600.0
 Axial Stress: 6700.0 @Node 50
 Bending Stress: 4318.3 @Node 540
 Torsion Stress: 925.1 @Node 1750
 Hoop Stress: 13500.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 13853.6 @Node 80

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 19 (OCC) L19=L11+L16

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 19 (OCC) L19=L11+L16
 CodeStress Ratio: 52.2 @Node 540
 Code Stress: 13873.1 Allowable: 26600.0
 Axial Stress: 13527.4 @Node 80
 Bending Stress: 10415.9 @Node 540
 Torsion Stress: 3311.9 @Node 1750
 Hoop Stress: 27000.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 27823.0 @Node 80

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 20 (EXP) L20=L4-L11

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 20 (EXP) L20=L4-L11
 CodeStress Ratio: 4.2 @Node 519
 Code Stress: 2020.5 Allowable: 48095.5
 Axial Stress: 63.8 @Node 729
 Bending Stress: 2009.6 @Node 519
 Torsion Stress: 365.8 @Node 580
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 2372.6 @Node 519

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 21 (EXP) L21=L5-L11

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 21 (EXP) L21=L5-L11
 CodeStress Ratio: 8.9 @Node 519
 Code Stress: 4283.5 Allowable: 48095.5
 Axial Stress: 83.7 @Node 1750
 Bending Stress: 4275.1 @Node 519
 Torsion Stress: 708.2 @Node 639
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 5032.8 @Node 519

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 22 (EXP) L22=L6-L11

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 22 (EXP) L22=L6-L11
 CodeStress Ratio: 4.6 @Node 518
 Code Stress: 2185.9 Allowable: 47971.8
 Axial Stress: 58.7 @Node 1729
 Bending Stress: 2175.5 @Node 518
 Torsion Stress: 401.7 @Node 580
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 2564.6 @Node 519

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

STRESS SUMMARY REPORT: Highest Stresses Mini Statement
Various Load Cases

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 23 (EXP) L23=L7-L11

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 23 (EXP) L23=L7-L11
 CodeStress Ratio: 4.5 @Node 518
 Code Stress: 2175.0 Allowable: 47971.8
 Axial Stress: 68.6 @Node 729
 Bending Stress: 2164.7 @Node 518
 Torsion Stress: 373.9 @Node 580
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 2549.0 @Node 518

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 24 (EXP) L24=L8-L11

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 24 (EXP) L24=L8-L11
 CodeStress Ratio: 2.3 @Node 35
 Code Stress: 1092.5 Allowable: 47907.8
 Axial Stress: 90.8 @Node 1750
 Bending Stress: 1088.5 @Node 35
 Torsion Stress: 253.7 @Node 549
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 1279.9 @Node 35

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 25 (EXP) L25=L9-L11

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 25 (EXP) L25=L9-L11
 CodeStress Ratio: 2.4 @Node 1728
 Code Stress: 1154.2 Allowable: 48236.0
 Axial Stress: 83.1 @Node 1750
 Bending Stress: 1153.0 @Node 1728
 Torsion Stress: 254.3 @Node 549
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 1355.9 @Node 1728

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 26 (EXP) L26=L10-L11

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 26 (EXP) L26=L10-L11
 CodeStress Ratio: 2.3 @Node 35
 Code Stress: 1092.2 Allowable: 47907.8
 Axial Stress: 87.5 @Node 1750
 Bending Stress: 1088.1 @Node 35
 Torsion Stress: 254.1 @Node 549
 Hoop Stress: 0.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 1279.5 @Node 35

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 27 (EXP) L27=L4-L7

Highest Stresses: (lb./sq.in.) LOADCASE 27 (EXP) L27=L4-L7
 CodeStress Ratio: 28.6 @Node 80
 Code Stress: 14657.3 Allowable: 51293.0
 Axial Stress: 13388.7 @Node 40
 Bending Stress: 6317.0 @Node 570
 Torsion Stress: 721.3 @Node 549
 Hoop Stress: 27000.0 @Node 34
 3D Max Intensity: 27676.8 @Node 34

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 4 (OPE) W+T1+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	0.0000	-0.0501	-0.0603	0.0049	0.0000	-0.0000
34	0.0000	-0.0488	-0.0515	0.0049	0.0000	-0.0000
35	-0.0000	-0.0069	-0.0580	0.0049	0.0000	-0.0000
40	0.0000	-0.0419	-0.0092	0.0049	0.0000	-0.0000
50	0.0000	-0.0405	0.0001	0.0049	0.0000	-0.0000
60	0.0000	-0.0286	0.0001	0.0047	0.0000	-0.0000
70	0.0000	-0.0074	0.0001	0.0030	0.0000	-0.0000
80	0.0000	-0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	-0.0000
90	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
210	-0.0000	-0.0000	-0.0157	0.0049	0.0000	-0.0000
500	-0.0005	-0.0009	-0.0587	0.0022	0.0004	-0.0046
501	-0.0005	-0.0009	-0.0587	0.0022	0.0004	-0.0046
510	-0.0008	0.0014	-0.0588	0.0022	0.0004	-0.0046
518	-0.0995	0.1397	-0.0149	-0.0054	0.0106	-0.0093
519	-0.0972	0.1440	-0.0142	0.0045	0.0080	0.0151
520	-0.0910	0.1419	-0.0137	0.0083	0.0058	0.0372
530	-0.0776	0.1249	-0.0112	0.0143	0.0056	0.0427
540	-0.0045	-0.0000	-0.0131	0.0470	-0.0120	0.0815
548	0.0404	-0.1394	-0.0347	0.0671	-0.0118	0.1041
549	0.0513	-0.1524	-0.0396	0.0662	0.0007	0.0962
550	0.0668	-0.1533	-0.0494	0.0691	0.0049	0.0886
558	0.0852	-0.1466	-0.0641	0.0701	0.0099	0.0879
559	0.0971	-0.1375	-0.0726	0.0715	0.0166	0.0824
560	0.0984	-0.1250	-0.0723	0.0705	0.0319	0.0782
570	0.0240	-0.0000	0.0021	0.0076	0.0149	0.0861
578	0.0418	-0.0945	0.0911	-0.0339	-0.0082	0.0954
579	0.0479	-0.0964	0.0973	-0.0194	0.0047	0.0920
580	0.0607	-0.0926	0.1011	-0.0079	0.0103	0.0879
588	0.0791	-0.0859	0.1026	-0.0066	0.0145	0.0875
589	0.0898	-0.0760	0.1019	0.0014	0.0212	0.0813
590	0.0898	-0.0627	0.0975	0.0062	0.0349	0.0704
600	0.0557	-0.0000	0.0566	0.0077	0.0381	0.0390
610	-0.0002	-0.0000	-0.0000	0.0100	0.0266	-0.0376
618	-0.0327	-0.0541	-0.0231	0.0114	0.0186	-0.0601
619	-0.0362	-0.0584	-0.0246	0.0107	0.0136	-0.0598
620	-0.0411	-0.0610	-0.0258	0.0090	0.0099	-0.0583
628	-0.0784	-0.0715	-0.0326	0.0101	0.0033	-0.0552
629	-0.0869	-0.0730	-0.0315	0.0079	-0.0057	-0.0465
630	-0.0886	-0.0722	-0.0267	0.0098	-0.0161	-0.0420
638	-0.0746	-0.0638	-0.0015	0.0111	-0.0176	-0.0357
639	-0.0704	-0.0603	0.0024	0.0070	-0.0120	-0.0324
640	-0.0650	-0.0558	0.0031	0.0029	-0.0044	-0.0225
650	-0.0611	-0.0531	0.0027	0.0022	-0.0035	-0.0211
655	-0.0598	-0.0522	0.0127	0.0023	-0.0047	-0.0168
658	-0.0582	-0.0517	0.0228	0.0021	-0.0056	-0.0126
659	-0.0552	-0.0505	0.0271	0.0040	-0.0080	-0.0104
660	-0.0499	-0.0492	0.0278	0.0042	-0.0090	-0.0046
668	-0.0477	-0.0489	0.0272	0.0048	-0.0090	-0.0042
669	-0.0429	-0.0467	0.0254	0.0073	-0.0103	0.0017
670	-0.0403	-0.0422	0.0232	0.0131	-0.0116	0.0061
680	-0.0380	-0.0307	0.0181	0.0146	-0.0107	0.0071
685	-0.0375	-0.0285	0.0171	0.0147	-0.0107	0.0071
690	-0.0350	-0.0174	0.0121	0.0147	-0.0106	0.0071
700	-0.0345	-0.0152	0.0110	0.0147	-0.0106	0.0072
710	-0.0337	-0.0118	0.0095	0.0145	-0.0103	0.0073

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 4 (OPE) W+T1+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
720	-0.0319	-0.0039	0.0060	0.0139	-0.0097	0.0074
728	-0.0310	-0.0000	0.0043	0.0134	-0.0094	0.0074
729	-0.0279	0.0042	0.0023	0.0078	-0.0070	0.0089
730	-0.0226	0.0048	0.0011	0.0050	-0.0029	0.0091
740	-0.0055	0.0008	0.0001	0.0013	-0.0009	0.0034
750	-0.0022	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0001
760	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
1658	-0.0615	-0.0526	-0.0175	-0.0036	0.0013	-0.0190
1659	-0.0590	-0.0504	-0.0220	-0.0086	0.0050	-0.0196
1660	-0.0539	-0.0471	-0.0231	-0.0089	0.0065	-0.0160
1668	-0.0517	-0.0460	-0.0226	-0.0093	0.0065	-0.0155
1669	-0.0474	-0.0424	-0.0210	-0.0105	0.0073	-0.0044
1670	-0.0451	-0.0376	-0.0188	-0.0131	0.0078	0.0086
1680	-0.0413	-0.0261	-0.0139	-0.0136	0.0073	0.0117
1685	-0.0405	-0.0239	-0.0130	-0.0136	0.0073	0.0118
1690	-0.0382	-0.0174	-0.0103	-0.0136	0.0073	0.0118
1700	-0.0373	-0.0152	-0.0093	-0.0136	0.0073	0.0118
1710	-0.0361	-0.0118	-0.0079	-0.0133	0.0071	0.0120
1720	-0.0331	-0.0040	-0.0047	-0.0126	0.0067	0.0121
1728	-0.0316	-0.0000	-0.0032	-0.0121	0.0066	0.0119
1729	-0.0280	0.0041	-0.0015	-0.0070	0.0046	0.0108
1730	-0.0226	0.0045	-0.0007	-0.0046	0.0017	0.0089
1740	-0.0055	0.0008	-0.0000	-0.0012	0.0005	0.0032
1750	-0.0022	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0001
1760	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 5 (OPE) W+T2+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	-0.0000	0.0009	0.0000	-0.0007	0.0000	0.0000
34	-0.0000	0.0007	0.0000	-0.0007	0.0000	0.0000
35	0.0000	0.0007	0.0010	-0.0007	0.0000	0.0000
40	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0008	0.0000	0.0000
50	-0.0000	-0.0005	0.0000	-0.0008	0.0000	0.0000
60	-0.0000	-0.0031	0.0000	-0.0005	-0.0000	0.0000
70	-0.0000	-0.0025	0.0000	0.0004	-0.0000	0.0000
80	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
90	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
210	0.0000	-0.0000	0.0011	-0.0008	0.0000	0.0000
500	0.0010	-0.0121	0.0007	0.0038	0.0011	0.0095
501	0.0010	-0.0121	0.0007	0.0038	0.0011	0.0095
510	0.0017	-0.0171	0.0004	0.0039	0.0011	0.0096
518	0.1997	-0.3141	-0.1333	0.0344	0.0258	0.0151
519	0.1940	-0.3229	-0.1359	0.0234	0.0305	-0.0389
520	0.1804	-0.3170	-0.1320	0.0178	0.0392	-0.0941
530	0.1518	-0.2737	-0.1150	0.0121	0.0423	-0.1117
540	-0.0037	-0.0000	0.0191	-0.0189	0.0821	-0.0796
548	-0.0995	0.0522	0.1455	-0.0381	0.0869	-0.0130
549	-0.1098	0.0488	0.1593	-0.0350	0.0685	0.0022
550	-0.1128	0.0382	0.1683	-0.0335	0.0610	0.0118
558	-0.1101	0.0239	0.1755	-0.0336	0.0541	0.0129
559	-0.1105	0.0119	0.1759	-0.0269	0.0435	0.0235
560	-0.1135	0.0047	0.1673	-0.0140	0.0192	0.0314
570	-0.1237	-0.0000	0.0089	-0.0065	0.0020	0.0342
578	-0.1200	-0.0306	-0.1805	-0.0022	-0.0197	0.0376
579	-0.1126	-0.0352	-0.1904	-0.0043	-0.0448	0.0458
580	-0.1019	-0.0457	-0.1937	-0.0058	-0.0555	0.0562
588	-0.0900	-0.0600	-0.1925	-0.0049	-0.0626	0.0572
589	-0.0769	-0.0663	-0.1879	-0.0024	-0.0690	0.0640
590	-0.0627	-0.0606	-0.1762	-0.0039	-0.0863	0.0668
600	0.0100	-0.0000	-0.0799	0.0165	-0.0875	0.0340
610	0.1292	0.0000	0.0496	0.0501	-0.0623	-0.0153
618	0.1984	-0.0174	0.1069	0.0695	-0.0513	-0.0200
619	0.2035	-0.0203	0.1096	0.0723	-0.0445	-0.0259
620	0.2068	-0.0253	0.1090	0.0782	-0.0372	-0.0326
628	0.2200	-0.0693	0.0888	0.0871	-0.0323	-0.0423
629	0.2229	-0.0763	0.0776	0.0951	-0.0155	-0.0650
630	0.2238	-0.0679	0.0637	0.0987	-0.0008	-0.0749
638	0.2227	0.0076	0.0101	0.0863	0.0030	-0.1024
639	0.2179	0.0239	0.0002	0.0504	0.0057	-0.0982
640	0.2073	0.0412	-0.0029	0.0365	0.0079	-0.1000
650	0.1990	0.0536	-0.0020	0.0281	0.0082	-0.1010
655	0.1960	0.0617	-0.0234	0.0221	0.0106	-0.0968
658	0.1924	0.0675	-0.0449	0.0158	0.0123	-0.0926
659	0.1860	0.0739	-0.0540	-0.0024	0.0169	-0.0843
660	0.1748	0.0849	-0.0555	-0.0102	0.0189	-0.0721
668	0.1700	0.0899	-0.0541	-0.0113	0.0189	-0.0716
669	0.1558	0.0959	-0.0504	-0.0156	0.0212	-0.0648
670	0.1425	0.0896	-0.0459	-0.0256	0.0235	-0.0582
680	0.1221	0.0651	-0.0362	-0.0282	0.0219	-0.0556
685	0.1182	0.0604	-0.0342	-0.0283	0.0219	-0.0556
690	0.0990	0.0368	-0.0245	-0.0283	0.0218	-0.0555
700	0.0952	0.0320	-0.0225	-0.0283	0.0218	-0.0554
710	0.0895	0.0250	-0.0195	-0.0280	0.0214	-0.0542

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 5 (OPE) W+T2+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
720	0.0766	0.0083	-0.0128	-0.0268	0.0203	-0.0511
728	0.0704	-0.0000	-0.0095	-0.0259	0.0197	-0.0495
729	0.0600	-0.0077	-0.0054	-0.0155	0.0154	-0.0335
730	0.0482	-0.0082	-0.0029	-0.0100	0.0071	-0.0171
740	0.0117	-0.0016	-0.0001	-0.0025	0.0024	-0.0056
750	0.0048	-0.0000	-0.0000	-0.0001	0.0001	-0.0002
760	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000
1658	0.2029	0.0419	0.0409	0.0147	0.0041	-0.1119
1659	0.1987	0.0470	0.0510	0.0134	-0.0035	-0.1152
1660	0.1883	0.0635	0.0542	0.0154	-0.0091	-0.1161
1668	0.1835	0.0716	0.0535	0.0164	-0.0093	-0.1159
1669	0.1667	0.0839	0.0506	0.0210	-0.0140	-0.1011
1670	0.1494	0.0796	0.0458	0.0304	-0.0169	-0.0762
1680	0.1236	0.0552	0.0344	0.0324	-0.0164	-0.0681
1685	0.1188	0.0504	0.0322	0.0324	-0.0164	-0.0681
1690	0.1052	0.0367	0.0257	0.0324	-0.0164	-0.0679
1700	0.1004	0.0319	0.0234	0.0324	-0.0164	-0.0678
1710	0.0935	0.0249	0.0201	0.0320	-0.0162	-0.0655
1720	0.0782	0.0083	0.0124	0.0304	-0.0159	-0.0601
1728	0.0710	-0.0000	0.0087	0.0292	-0.0158	-0.0574
1729	0.0600	-0.0075	0.0044	0.0174	-0.0117	-0.0352
1730	0.0482	-0.0080	0.0022	0.0119	-0.0053	-0.0168
1740	0.0117	-0.0016	0.0001	0.0030	-0.0019	-0.0054
1750	0.0048	-0.0000	0.0000	0.0001	-0.0001	-0.0002
1760	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 6 (OPE) W+T3+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	0.0000	-0.0409	-0.3519	-0.0007	0.0000	-0.0000
34	0.0000	-0.0411	-0.3431	-0.0007	0.0000	-0.0000
35	-0.0000	0.0007	-0.3421	-0.0007	0.0000	-0.0000
40	0.0000	-0.0419	-0.3008	-0.0008	0.0000	-0.0000
50	0.0000	-0.0423	-0.2915	-0.0008	0.0000	-0.0000
60	0.0000	-0.0450	-0.2157	-0.0005	0.0000	-0.0000
70	0.0000	-0.0444	-0.0774	0.0004	0.0000	-0.0000
80	0.0000	-0.0419	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
90	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
210	-0.0000	-0.0000	-0.2998	-0.0008	0.0000	-0.0000
500	-0.0005	0.0067	-0.3414	-0.0061	0.0017	-0.0050
501	-0.0005	0.0067	-0.3414	-0.0061	0.0017	-0.0050
510	-0.0009	0.0090	-0.3410	-0.0062	0.0017	-0.0051
518	-0.1109	0.1473	-0.1820	-0.0384	0.0410	-0.0111
519	-0.1087	0.1516	-0.1747	-0.0276	0.0396	0.0154
520	-0.1025	0.1493	-0.1672	-0.0241	0.0411	0.0396
530	-0.0890	0.1312	-0.1496	-0.0164	0.0424	0.0456
540	-0.0160	-0.0000	-0.0672	0.0251	0.0219	0.0828
548	0.0290	-0.1397	-0.0467	0.0507	0.0143	0.1039
549	0.0398	-0.1527	-0.0473	0.0527	0.0202	0.0963
550	0.0554	-0.1536	-0.0544	0.0604	0.0213	0.0892
558	0.0740	-0.1469	-0.0672	0.0620	0.0247	0.0885
559	0.0852	-0.1381	-0.0749	0.0670	0.0293	0.0849
560	0.0852	-0.1260	-0.0743	0.0694	0.0390	0.0824
570	0.0070	-0.0000	0.0001	0.0080	0.0119	0.0901
578	0.0395	-0.0951	0.0890	-0.0331	-0.0135	0.0993
579	0.0464	-0.0969	0.0951	-0.0164	0.0010	0.0953
580	0.0598	-0.0928	0.0983	-0.0029	0.0074	0.0904
588	0.0788	-0.0861	0.0987	-0.0013	0.0121	0.0898
589	0.0897	-0.0760	0.0972	0.0082	0.0198	0.0827
590	0.0898	-0.0627	0.0924	0.0137	0.0352	0.0707
600	0.0557	-0.0000	0.0511	0.0158	0.0383	0.0389
610	-0.0002	-0.0000	0.0001	0.0194	0.0173	-0.0379
618	-0.0327	-0.0548	-0.0095	0.0214	0.0025	-0.0609
619	-0.0362	-0.0592	-0.0098	0.0205	-0.0045	-0.0605
620	-0.0411	-0.0618	-0.0102	0.0183	-0.0095	-0.0590
628	-0.0787	-0.0726	-0.0127	0.0211	-0.0174	-0.0558
629	-0.0861	-0.0733	-0.0107	0.0216	-0.0252	-0.0460
630	-0.0848	-0.0701	-0.0057	0.0282	-0.0349	-0.0405
638	-0.0562	-0.0459	0.0195	0.0332	-0.0359	-0.0340
639	-0.0494	-0.0388	0.0223	0.0340	-0.0293	-0.0322
640	-0.0430	-0.0325	0.0206	0.0320	-0.0213	-0.0238
650	-0.0390	-0.0296	0.0180	0.0321	-0.0205	-0.0224
655	-0.0324	-0.0192	0.0281	0.0325	-0.0215	-0.0193
658	-0.0255	-0.0092	0.0382	0.0315	-0.0219	-0.0163
659	-0.0203	-0.0039	0.0416	0.0287	-0.0210	-0.0133
660	-0.0143	-0.0007	0.0407	0.0266	-0.0182	-0.0066
668	-0.0143	-0.0003	0.0394	0.0266	-0.0180	-0.0062
669	-0.0144	0.0001	0.0354	0.0255	-0.0142	0.0014
670	-0.0136	-0.0001	0.0310	0.0235	-0.0124	0.0084
680	-0.0103	-0.0001	0.0226	0.0227	-0.0102	0.0098
685	-0.0096	-0.0001	0.0210	0.0227	-0.0102	0.0098
690	-0.0062	-0.0001	0.0132	0.0227	-0.0101	0.0099

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 6 (OPE) W+T3+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
700	-0.0055	-0.0001	0.0116	0.0226	-0.0101	0.0099
710	-0.0045	-0.0001	0.0093	0.0220	-0.0095	0.0097
720	-0.0022	-0.0000	0.0041	0.0201	-0.0080	0.0091
728	-0.0011	-0.0000	0.0017	0.0190	-0.0073	0.0086
729	-0.0001	-0.0003	-0.0006	0.0095	-0.0032	0.0039
730	-0.0000	-0.0006	-0.0011	0.0059	0.0018	-0.0003
740	-0.0000	-0.0001	-0.0001	0.0014	0.0010	-0.0007
750	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0001	0.0000	-0.0000
760	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
1658	-0.0500	-0.0479	-0.0021	0.0254	-0.0150	-0.0180
1659	-0.0497	-0.0497	-0.0075	0.0148	-0.0082	-0.0196
1660	-0.0453	-0.0476	-0.0103	0.0120	-0.0037	-0.0172
1668	-0.0431	-0.0464	-0.0105	0.0109	-0.0035	-0.0167
1669	-0.0390	-0.0426	-0.0112	0.0061	0.0015	-0.0073
1670	-0.0373	-0.0376	-0.0111	-0.0043	0.0049	0.0029
1680	-0.0357	-0.0261	-0.0090	-0.0071	0.0050	0.0055
1685	-0.0353	-0.0239	-0.0085	-0.0071	0.0050	0.0055
1690	-0.0342	-0.0174	-0.0071	-0.0071	0.0050	0.0056
1700	-0.0338	-0.0152	-0.0066	-0.0072	0.0050	0.0056
1710	-0.0332	-0.0118	-0.0058	-0.0074	0.0050	0.0059
1720	-0.0317	-0.0039	-0.0039	-0.0074	0.0051	0.0064
1728	-0.0309	-0.0000	-0.0030	-0.0073	0.0051	0.0065
1729	-0.0279	0.0043	-0.0018	-0.0046	0.0042	0.0085
1730	-0.0226	0.0048	-0.0011	-0.0032	0.0025	0.0091
1740	-0.0055	0.0008	-0.0001	-0.0008	0.0009	0.0035
1750	-0.0022	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0001
1760	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 7 (OPE) W+T4+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	0.0000	-0.0409	-0.3519	-0.0007	0.0000	-0.0000
34	0.0000	-0.0411	-0.3431	-0.0007	0.0000	-0.0000
35	-0.0000	0.0007	-0.3421	-0.0007	0.0000	-0.0000
40	0.0000	-0.0419	-0.3008	-0.0008	0.0000	-0.0000
50	0.0000	-0.0423	-0.2915	-0.0008	0.0000	-0.0000
60	0.0000	-0.0450	-0.2157	-0.0005	0.0000	-0.0000
70	0.0000	-0.0444	-0.0774	0.0004	0.0000	-0.0000
80	0.0000	-0.0419	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
90	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
210	-0.0000	-0.0000	-0.2998	-0.0008	0.0000	-0.0000
500	-0.0005	0.0067	-0.3414	-0.0065	0.0017	-0.0050
501	-0.0005	0.0067	-0.3414	-0.0065	0.0017	-0.0050
510	-0.0009	0.0090	-0.3409	-0.0065	0.0017	-0.0050
518	-0.1084	0.1473	-0.1705	-0.0417	0.0407	-0.0106
519	-0.1061	0.1516	-0.1627	-0.0304	0.0391	0.0156
520	-0.0999	0.1493	-0.1551	-0.0266	0.0404	0.0395
530	-0.0865	0.1313	-0.1379	-0.0187	0.0416	0.0454
540	-0.0134	-0.0000	-0.0593	0.0245	0.0189	0.0832
548	0.0315	-0.1407	-0.0439	0.0511	0.0106	0.1046
549	0.0424	-0.1537	-0.0450	0.0532	0.0169	0.0967
550	0.0580	-0.1547	-0.0524	0.0610	0.0182	0.0891
558	0.0766	-0.1480	-0.0654	0.0626	0.0218	0.0884
559	0.0879	-0.1392	-0.0731	0.0675	0.0268	0.0842
560	0.0881	-0.1270	-0.0726	0.0696	0.0374	0.0813
570	0.0112	-0.0000	0.0018	0.0092	0.0125	0.0878
578	0.0414	-0.0906	0.0908	-0.0323	-0.0135	0.0956
579	0.0482	-0.0923	0.0969	-0.0173	-0.0002	0.0919
580	0.0613	-0.0883	0.1004	-0.0052	0.0057	0.0871
588	0.0795	-0.0816	0.1013	-0.0037	0.0101	0.0865
589	0.0900	-0.0718	0.1003	0.0054	0.0173	0.0794
590	0.0899	-0.0589	0.0961	0.0107	0.0319	0.0674
600	0.0557	-0.0000	0.0580	0.0136	0.0363	0.0350
610	-0.0001	-0.0000	-0.0001	0.0184	0.0312	-0.0287
618	-0.0326	-0.0389	-0.0298	0.0212	0.0260	-0.0410
619	-0.0358	-0.0416	-0.0320	0.0206	0.0209	-0.0382
620	-0.0396	-0.0426	-0.0342	0.0189	0.0169	-0.0348
628	-0.0669	-0.0431	-0.0480	0.0200	0.0090	-0.0322
629	-0.0736	-0.0420	-0.0482	0.0134	-0.0023	-0.0287
630	-0.0748	-0.0401	-0.0436	0.0094	-0.0149	-0.0268
638	-0.0614	-0.0342	-0.0185	0.0039	-0.0164	-0.0278
639	-0.0576	-0.0332	-0.0143	-0.0118	-0.0067	-0.0228
640	-0.0527	-0.0314	-0.0124	-0.0198	0.0067	-0.0141
650	-0.0488	-0.0296	-0.0115	-0.0229	0.0083	-0.0132
655	-0.0512	-0.0367	-0.0014	-0.0233	0.0072	-0.0083
658	-0.0533	-0.0442	0.0087	-0.0228	0.0060	-0.0034
659	-0.0519	-0.0470	0.0136	-0.0163	0.0016	-0.0024
660	-0.0472	-0.0479	0.0155	-0.0138	-0.0015	0.0015
668	-0.0449	-0.0480	0.0154	-0.0126	-0.0016	0.0019
669	-0.0399	-0.0466	0.0155	-0.0072	-0.0061	0.0047
670	-0.0372	-0.0422	0.0152	0.0051	-0.0097	0.0049
680	-0.0355	-0.0307	0.0126	0.0086	-0.0091	0.0049
685	-0.0351	-0.0285	0.0120	0.0087	-0.0091	0.0049
690	-0.0334	-0.0174	0.0090	0.0087	-0.0091	0.0049
700	-0.0331	-0.0152	0.0084	0.0087	-0.0091	0.0049
710	-0.0326	-0.0118	0.0075	0.0090	-0.0089	0.0049

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 7 (OPE) W+T4+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
720	-0.0314	-0.0039	0.0052	0.0090	-0.0085	0.0051
728	-0.0307	-0.0000	0.0041	0.0088	-0.0083	0.0052
729	-0.0279	0.0043	0.0026	0.0055	-0.0068	0.0079
730	-0.0226	0.0049	0.0015	0.0035	-0.0036	0.0092
740	-0.0055	0.0008	0.0001	0.0009	-0.0012	0.0036
750	-0.0022	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0001
760	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
1658	-0.0410	-0.0118	-0.0316	-0.0313	0.0146	-0.0155
1659	-0.0366	-0.0059	-0.0354	-0.0331	0.0162	-0.0163
1660	-0.0309	-0.0016	-0.0350	-0.0315	0.0146	-0.0127
1668	-0.0309	-0.0007	-0.0340	-0.0312	0.0145	-0.0122
1669	-0.0311	0.0003	-0.0303	-0.0287	0.0106	0.0020
1670	-0.0294	-0.0002	-0.0259	-0.0233	0.0082	0.0198
1680	-0.0214	-0.0001	-0.0178	-0.0214	0.0068	0.0236
1685	-0.0198	-0.0001	-0.0163	-0.0214	0.0068	0.0236
1690	-0.0150	-0.0001	-0.0121	-0.0213	0.0067	0.0237
1700	-0.0134	-0.0001	-0.0106	-0.0213	0.0067	0.0237
1710	-0.0109	-0.0001	-0.0084	-0.0206	0.0063	0.0235
1720	-0.0052	-0.0000	-0.0036	-0.0187	0.0054	0.0221
1728	-0.0026	-0.0000	-0.0014	-0.0176	0.0049	0.0210
1729	-0.0003	-0.0008	0.0008	-0.0090	0.0016	0.0089
1730	-0.0000	-0.0013	0.0011	-0.0058	-0.0020	-0.0009
1740	-0.0000	-0.0002	0.0001	-0.0014	-0.0009	-0.0014
1750	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0001	-0.0000	-0.0001
1760	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 8 (OPE) W+T5+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	-0.0000	0.0215	0.1734	-0.0007	-0.0000	0.0000
34	-0.0000	0.0213	0.1691	-0.0007	-0.0000	0.0000
35	0.0000	0.0007	0.1700	-0.0007	-0.0000	0.0000
40	-0.0000	0.0206	0.1482	-0.0008	-0.0000	0.0000
50	-0.0000	0.0202	0.1436	-0.0008	-0.0000	0.0000
60	-0.0000	0.0175	0.1063	-0.0005	-0.0000	0.0000
70	-0.0000	0.0181	0.0382	0.0004	-0.0000	0.0000
80	-0.0000	0.0206	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
90	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
210	0.0000	-0.0000	0.1493	-0.0008	-0.0000	0.0000
500	0.0002	-0.0023	0.1697	0.0045	-0.0002	0.0022
501	0.0002	-0.0023	0.1697	0.0045	-0.0002	0.0022
510	0.0004	-0.0034	0.1693	0.0046	-0.0002	0.0022
518	0.0463	-0.0714	-0.0063	0.0540	-0.0054	0.0033
519	0.0450	-0.0734	-0.0143	0.0497	-0.0042	-0.0098
520	0.0418	-0.0717	-0.0178	0.0476	-0.0025	-0.0245
530	0.0353	-0.0603	-0.0188	0.0447	-0.0017	-0.0300
540	0.0001	-0.0000	0.0003	0.0285	0.0248	0.0087
548	-0.0216	-0.0564	0.0460	0.0186	0.0337	0.0566
549	-0.0201	-0.0664	0.0494	0.0194	0.0268	0.0641
550	-0.0112	-0.0727	0.0480	0.0197	0.0239	0.0676
558	0.0030	-0.0760	0.0440	0.0198	0.0209	0.0677
559	0.0120	-0.0769	0.0398	0.0247	0.0171	0.0701
560	0.0145	-0.0736	0.0359	0.0329	0.0081	0.0723
570	-0.0002	-0.0000	0.0000	0.0061	0.0135	0.0655
578	-0.0567	-0.0584	-0.0428	-0.0229	0.0149	0.0574
579	-0.0543	-0.0628	-0.0437	-0.0238	0.0022	0.0607
580	-0.0450	-0.0665	-0.0410	-0.0245	-0.0029	0.0641
588	-0.0316	-0.0698	-0.0359	-0.0239	-0.0068	0.0643
589	-0.0210	-0.0680	-0.0320	-0.0218	-0.0101	0.0663
590	-0.0146	-0.0591	-0.0285	-0.0222	-0.0192	0.0652
600	0.0019	-0.0000	-0.0062	-0.0095	-0.0182	0.0348
610	0.0289	-0.0000	0.0129	0.0114	-0.0070	-0.0237
618	0.0446	-0.0309	0.0198	0.0235	-0.0072	-0.0336
619	0.0453	-0.0339	0.0200	0.0245	-0.0072	-0.0346
620	0.0448	-0.0370	0.0193	0.0265	-0.0060	-0.0356
628	0.0360	-0.0587	0.0099	0.0325	-0.0082	-0.0379
629	0.0338	-0.0625	0.0061	0.0356	-0.0055	-0.0437
630	0.0332	-0.0595	0.0024	0.0393	-0.0051	-0.0457
638	0.0373	-0.0292	-0.0098	0.0340	-0.0041	-0.0562
639	0.0366	-0.0223	-0.0121	0.0136	0.0015	-0.0522
640	0.0340	-0.0143	-0.0123	0.0044	0.0085	-0.0478
650	0.0321	-0.0084	-0.0112	-0.0002	0.0092	-0.0475
655	0.0292	-0.0087	-0.0161	-0.0030	0.0096	-0.0429
658	0.0261	-0.0103	-0.0210	-0.0058	0.0098	-0.0384
659	0.0237	-0.0094	-0.0226	-0.0119	0.0095	-0.0336
660	0.0208	-0.0060	-0.0223	-0.0149	0.0085	-0.0250
668	0.0208	-0.0043	-0.0217	-0.0149	0.0084	-0.0245
669	0.0196	-0.0011	-0.0196	-0.0143	0.0067	-0.0186
670	0.0172	-0.0001	-0.0172	-0.0132	0.0058	-0.0137
680	0.0126	-0.0001	-0.0126	-0.0127	0.0048	-0.0121
685	0.0117	-0.0001	-0.0117	-0.0127	0.0048	-0.0121
690	0.0076	-0.0001	-0.0073	-0.0127	0.0047	-0.0120

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 8 (OPE) W+T5+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
700	0.0067	-0.0001	-0.0064	-0.0127	0.0047	-0.0120
710	0.0055	-0.0001	-0.0051	-0.0123	0.0044	-0.0113
720	0.0029	-0.0000	-0.0022	-0.0112	0.0038	-0.0097
728	0.0018	-0.0000	-0.0009	-0.0106	0.0034	-0.0088
729	0.0011	0.0002	0.0004	-0.0054	0.0013	-0.0020
730	0.0010	0.0002	0.0006	-0.0034	-0.0011	0.0005
740	0.0011	-0.0000	0.0001	-0.0008	-0.0006	0.0001
750	0.0011	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000
760	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
1658	0.0386	-0.0044	-0.0015	-0.0094	0.0104	-0.0521
1659	0.0390	0.0005	0.0013	-0.0104	0.0080	-0.0534
1660	0.0372	0.0090	0.0032	-0.0084	0.0051	-0.0509
1668	0.0361	0.0126	0.0036	-0.0078	0.0050	-0.0505
1669	0.0312	0.0183	0.0045	-0.0048	0.0015	-0.0362
1670	0.0264	0.0179	0.0047	0.0015	-0.0007	-0.0159
1680	0.0218	0.0124	0.0038	0.0032	-0.0010	-0.0102
1685	0.0211	0.0113	0.0036	0.0032	-0.0010	-0.0102
1690	0.0191	0.0082	0.0030	0.0032	-0.0010	-0.0101
1700	0.0184	0.0071	0.0028	0.0032	-0.0010	-0.0101
1710	0.0174	0.0056	0.0024	0.0033	-0.0011	-0.0090
1720	0.0155	0.0019	0.0016	0.0034	-0.0013	-0.0069
1728	0.0148	-0.0000	0.0011	0.0033	-0.0014	-0.0061
1729	0.0133	-0.0021	0.0007	0.0022	-0.0011	-0.0028
1730	0.0108	-0.0026	0.0004	0.0016	-0.0008	-0.0041
1740	0.0026	-0.0005	0.0000	0.0004	-0.0003	-0.0021
1750	0.0011	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0001
1760	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 9 (OPE) W+T6+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	-0.0000	0.0215	0.1734	-0.0007	-0.0000	0.0000
34	-0.0000	0.0213	0.1691	-0.0007	-0.0000	0.0000
35	0.0000	0.0007	0.1700	-0.0007	-0.0000	0.0000
40	-0.0000	0.0206	0.1482	-0.0008	-0.0000	0.0000
50	-0.0000	0.0202	0.1436	-0.0008	-0.0000	0.0000
60	-0.0000	0.0175	0.1063	-0.0005	-0.0000	0.0000
70	-0.0000	0.0181	0.0382	0.0004	-0.0000	0.0000
80	-0.0000	0.0206	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
90	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
210	0.0000	-0.0000	0.1493	-0.0008	-0.0000	0.0000
500	0.0002	-0.0023	0.1697	0.0045	-0.0002	0.0022
501	0.0002	-0.0023	0.1697	0.0045	-0.0002	0.0022
510	0.0004	-0.0034	0.1693	0.0046	-0.0002	0.0022
518	0.0463	-0.0714	-0.0064	0.0540	-0.0054	0.0033
519	0.0450	-0.0734	-0.0144	0.0497	-0.0042	-0.0098
520	0.0418	-0.0718	-0.0178	0.0477	-0.0025	-0.0244
530	0.0353	-0.0603	-0.0188	0.0447	-0.0017	-0.0299
540	0.0001	-0.0000	0.0003	0.0286	0.0248	0.0085
548	-0.0216	-0.0561	0.0460	0.0186	0.0337	0.0564
549	-0.0201	-0.0660	0.0494	0.0194	0.0268	0.0640
550	-0.0113	-0.0723	0.0480	0.0197	0.0238	0.0676
558	0.0030	-0.0756	0.0440	0.0199	0.0208	0.0678
559	0.0120	-0.0765	0.0398	0.0248	0.0170	0.0702
560	0.0145	-0.0732	0.0359	0.0330	0.0080	0.0725
570	-0.0002	-0.0000	0.0000	0.0055	0.0139	0.0658
578	-0.0584	-0.0604	-0.0429	-0.0230	0.0154	0.0577
579	-0.0561	-0.0647	-0.0438	-0.0228	0.0024	0.0612
580	-0.0467	-0.0684	-0.0413	-0.0226	-0.0029	0.0648
588	-0.0331	-0.0716	-0.0366	-0.0220	-0.0070	0.0650
589	-0.0224	-0.0698	-0.0330	-0.0198	-0.0104	0.0673
590	-0.0160	-0.0608	-0.0295	-0.0204	-0.0200	0.0664
600	0.0005	-0.0000	-0.0055	-0.0077	-0.0209	0.0367
610	0.0275	-0.0000	0.0233	0.0130	-0.0162	-0.0285
618	0.0432	-0.0393	0.0416	0.0250	-0.0195	-0.0440
619	0.0437	-0.0432	0.0427	0.0260	-0.0199	-0.0464
620	0.0426	-0.0471	0.0428	0.0279	-0.0189	-0.0485
628	0.0284	-0.0743	0.0381	0.0346	-0.0209	-0.0504
629	0.0257	-0.0790	0.0352	0.0407	-0.0168	-0.0531
630	0.0264	-0.0753	0.0317	0.0489	-0.0153	-0.0533
638	0.0383	-0.0358	0.0196	0.0484	-0.0144	-0.0598
639	0.0392	-0.0259	0.0165	0.0357	-0.0109	-0.0573
640	0.0375	-0.0157	0.0143	0.0293	-0.0070	-0.0527
650	0.0356	-0.0092	0.0134	0.0262	-0.0067	-0.0521
655	0.0377	-0.0010	0.0086	0.0241	-0.0064	-0.0483
658	0.0397	0.0059	0.0037	0.0211	-0.0060	-0.0445
659	0.0395	0.0109	0.0011	0.0120	-0.0042	-0.0392
660	0.0374	0.0166	-0.0003	0.0075	-0.0027	-0.0296
668	0.0363	0.0186	-0.0005	0.0071	-0.0026	-0.0291
669	0.0326	0.0214	-0.0011	0.0051	-0.0006	-0.0210
670	0.0291	0.0202	-0.0015	0.0006	0.0009	-0.0131
680	0.0249	0.0147	-0.0015	-0.0007	0.0010	-0.0108
685	0.0241	0.0136	-0.0015	-0.0007	0.0010	-0.0108

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 9 (OPE) W+T6+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
690	0.0204	0.0083	-0.0012	-0.0007	0.0010	-0.0107
700	0.0197	0.0072	-0.0012	-0.0007	0.0010	-0.0107
710	0.0186	0.0056	-0.0011	-0.0008	0.0010	-0.0101
720	0.0163	0.0019	-0.0008	-0.0010	0.0011	-0.0089
728	0.0153	-0.0000	-0.0007	-0.0010	0.0011	-0.0082
729	0.0134	-0.0020	-0.0005	-0.0008	0.0010	-0.0048
730	0.0109	-0.0023	-0.0003	-0.0005	0.0007	-0.0040
740	0.0026	-0.0004	-0.0000	-0.0001	0.0003	-0.0018
750	0.0011	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0001
760	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000
1658	0.0318	-0.0223	0.0134	0.0173	-0.0057	-0.0537
1659	0.0310	-0.0210	0.0131	0.0116	-0.0050	-0.0555
1660	0.0308	-0.0134	0.0124	0.0112	-0.0043	-0.0539
1668	0.0308	-0.0096	0.0121	0.0111	-0.0043	-0.0534
1669	0.0279	-0.0024	0.0109	0.0104	-0.0031	-0.0415
1670	0.0230	-0.0002	0.0093	0.0086	-0.0023	-0.0246
1680	0.0152	-0.0001	0.0063	0.0080	-0.0018	-0.0194
1685	0.0138	-0.0001	0.0058	0.0080	-0.0018	-0.0193
1690	0.0100	-0.0001	0.0042	0.0080	-0.0018	-0.0192
1700	0.0086	-0.0001	0.0036	0.0080	-0.0018	-0.0192
1710	0.0067	-0.0001	0.0028	0.0077	-0.0017	-0.0178
1720	0.0027	-0.0000	0.0010	0.0070	-0.0014	-0.0147
1728	0.0010	-0.0000	0.0002	0.0066	-0.0012	-0.0132
1729	-0.0000	0.0003	-0.0005	0.0033	0.0000	-0.0028
1730	-0.0001	0.0003	-0.0006	0.0021	0.0012	0.0007
1740	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0005	0.0005	0.0002
1750	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1760	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 10 (OPE) W+T7+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	-0.0000	0.0215	0.1734	-0.0007	-0.0000	0.0000
34	-0.0000	0.0213	0.1691	-0.0007	-0.0000	0.0000
35	0.0000	0.0007	0.1700	-0.0007	-0.0000	0.0000
40	-0.0000	0.0206	0.1482	-0.0008	-0.0000	0.0000
50	-0.0000	0.0202	0.1436	-0.0008	-0.0000	0.0000
60	-0.0000	0.0175	0.1063	-0.0005	-0.0000	0.0000
70	-0.0000	0.0181	0.0382	0.0004	-0.0000	0.0000
80	-0.0000	0.0206	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
90	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
210	0.0000	-0.0000	0.1493	-0.0008	-0.0000	0.0000
500	0.0002	-0.0023	0.1697	0.0045	-0.0002	0.0022
501	0.0002	-0.0023	0.1697	0.0045	-0.0002	0.0022
510	0.0004	-0.0034	0.1693	0.0046	-0.0002	0.0022
518	0.0463	-0.0714	-0.0063	0.0539	-0.0054	0.0033
519	0.0450	-0.0734	-0.0143	0.0496	-0.0042	-0.0098
520	0.0418	-0.0717	-0.0177	0.0476	-0.0026	-0.0245
530	0.0353	-0.0603	-0.0187	0.0446	-0.0017	-0.0300
540	0.0001	-0.0000	0.0003	0.0285	0.0247	0.0085
548	-0.0216	-0.0561	0.0460	0.0185	0.0336	0.0564
549	-0.0201	-0.0661	0.0493	0.0193	0.0268	0.0638
550	-0.0113	-0.0724	0.0480	0.0196	0.0238	0.0672
558	0.0028	-0.0756	0.0439	0.0197	0.0208	0.0674
559	0.0118	-0.0766	0.0398	0.0246	0.0171	0.0697
560	0.0143	-0.0733	0.0359	0.0328	0.0080	0.0719
570	-0.0002	-0.0000	0.0000	0.0058	0.0134	0.0650
578	-0.0562	-0.0583	-0.0428	-0.0220	0.0145	0.0567
579	-0.0538	-0.0625	-0.0438	-0.0217	0.0016	0.0601
580	-0.0445	-0.0661	-0.0415	-0.0212	-0.0037	0.0636
588	-0.0312	-0.0693	-0.0371	-0.0205	-0.0077	0.0637
589	-0.0207	-0.0676	-0.0337	-0.0178	-0.0109	0.0658
590	-0.0143	-0.0588	-0.0303	-0.0181	-0.0202	0.0647
600	0.0021	-0.0000	-0.0065	-0.0046	-0.0202	0.0347
610	0.0292	-0.0000	0.0187	0.0175	-0.0122	-0.0240
618	0.0449	-0.0316	0.0319	0.0303	-0.0143	-0.0344
619	0.0456	-0.0347	0.0326	0.0313	-0.0149	-0.0355
620	0.0450	-0.0378	0.0322	0.0332	-0.0140	-0.0364
628	0.0359	-0.0599	0.0233	0.0399	-0.0170	-0.0386
629	0.0341	-0.0632	0.0196	0.0437	-0.0143	-0.0439
630	0.0350	-0.0590	0.0160	0.0488	-0.0143	-0.0454
638	0.0462	-0.0206	0.0038	0.0449	-0.0134	-0.0557
639	0.0469	-0.0119	0.0009	0.0266	-0.0076	-0.0523
640	0.0449	-0.0031	-0.0007	0.0182	-0.0007	-0.0485
650	0.0430	0.0029	-0.0007	0.0139	0.0001	-0.0482
655	0.0429	0.0071	-0.0056	0.0113	0.0005	-0.0441
658	0.0427	0.0100	-0.0104	0.0082	0.0009	-0.0401
659	0.0415	0.0129	-0.0126	0.0003	0.0021	-0.0351
660	0.0391	0.0173	-0.0132	-0.0035	0.0029	-0.0263
668	0.0380	0.0191	-0.0130	-0.0037	0.0029	-0.0258
669	0.0344	0.0215	-0.0122	-0.0047	0.0036	-0.0194
670	0.0310	0.0203	-0.0111	-0.0068	0.0041	-0.0138
680	0.0264	0.0147	-0.0086	-0.0073	0.0039	-0.0121
685	0.0255	0.0136	-0.0081	-0.0073	0.0039	-0.0121
690	0.0214	0.0083	-0.0055	-0.0073	0.0038	-0.0120

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 10 (OPE) W+T7+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
700	0.0205	0.0072	-0.0050	-0.0073	0.0038	-0.0120
710	0.0193	0.0056	-0.0043	-0.0072	0.0038	-0.0115
720	0.0167	0.0019	-0.0025	-0.0068	0.0036	-0.0102
728	0.0155	-0.0000	-0.0017	-0.0065	0.0035	-0.0096
729	0.0135	-0.0019	-0.0008	-0.0038	0.0024	-0.0055
730	0.0109	-0.0022	-0.0003	-0.0025	0.0008	-0.0039
740	0.0026	-0.0004	-0.0000	-0.0006	0.0003	-0.0017
750	0.0011	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0001
760	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000
1658	0.0438	-0.0020	0.0090	0.0045	0.0015	-0.0518
1659	0.0430	0.0010	0.0114	0.0014	0.0005	-0.0534
1660	0.0407	0.0088	0.0123	0.0024	-0.0009	-0.0514
1668	0.0396	0.0124	0.0122	0.0028	-0.0010	-0.0509
1669	0.0347	0.0183	0.0117	0.0042	-0.0024	-0.0374
1670	0.0297	0.0179	0.0107	0.0073	-0.0034	-0.0182
1680	0.0242	0.0124	0.0079	0.0079	-0.0032	-0.0128
1685	0.0233	0.0113	0.0074	0.0079	-0.0032	-0.0127
1690	0.0207	0.0082	0.0058	0.0079	-0.0032	-0.0126
1700	0.0199	0.0071	0.0052	0.0079	-0.0032	-0.0126
1710	0.0186	0.0056	0.0044	0.0078	-0.0032	-0.0115
1720	0.0161	0.0019	0.0025	0.0074	-0.0031	-0.0093
1728	0.0151	-0.0000	0.0016	0.0071	-0.0030	-0.0084
1729	0.0133	-0.0020	0.0006	0.0041	-0.0020	-0.0039
1730	0.0108	-0.0024	0.0003	0.0028	-0.0006	-0.0040
1740	0.0026	-0.0005	0.0000	0.0007	-0.0002	-0.0020
1750	0.0011	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0001
1760	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 11 (SUS) W+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	0.0000	0.0009	0.0000	-0.0007	0.0000	-0.0000
34	0.0000	0.0007	0.0000	-0.0007	0.0000	-0.0000
35	0.0000	0.0007	0.0010	-0.0007	0.0000	-0.0000
40	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0008	0.0000	-0.0000
50	0.0000	-0.0005	0.0000	-0.0008	0.0000	-0.0000
60	-0.0000	-0.0031	0.0000	-0.0005	0.0000	-0.0000
70	-0.0000	-0.0025	0.0000	0.0004	-0.0000	-0.0000
80	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
90	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
210	0.0000	-0.0000	0.0011	-0.0008	0.0000	-0.0000
500	0.0000	0.0006	0.0011	-0.0001	0.0004	0.0000
501	0.0000	0.0006	0.0011	-0.0001	0.0004	0.0000
510	0.0000	0.0006	0.0011	-0.0001	0.0004	0.0000
518	0.0001	-0.0002	-0.0285	0.0136	0.0088	-0.0002
519	0.0001	-0.0002	-0.0302	0.0162	0.0084	-0.0009
520	-0.0000	0.0001	-0.0299	0.0170	0.0090	-0.0035
530	-0.0000	0.0019	-0.0260	0.0186	0.0097	-0.0054
540	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0276	0.0133	0.0328
548	-0.0000	-0.0835	0.0201	0.0332	0.0154	0.0718
549	0.0045	-0.0944	0.0204	0.0339	0.0158	0.0735
550	0.0153	-0.0989	0.0161	0.0366	0.0154	0.0729
558	0.0306	-0.0989	0.0084	0.0373	0.0157	0.0727
559	0.0403	-0.0965	0.0026	0.0412	0.0164	0.0718
560	0.0422	-0.0900	0.0000	0.0457	0.0177	0.0712
570	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0058	0.0176	0.0700
578	-0.0418	-0.0693	0.0000	-0.0232	0.0116	0.0685
579	-0.0390	-0.0721	0.0011	-0.0152	0.0084	0.0694
580	-0.0292	-0.0729	0.0028	-0.0088	0.0073	0.0701
588	-0.0145	-0.0729	0.0046	-0.0077	0.0064	0.0700
589	-0.0041	-0.0686	0.0049	-0.0032	0.0068	0.0693
590	0.0001	-0.0585	0.0041	-0.0020	0.0054	0.0650
600	0.0001	-0.0000	-0.0000	0.0058	0.0028	0.0351
610	0.0001	-0.0000	0.0000	0.0186	-0.0041	-0.0275
618	0.0001	-0.0374	0.0073	0.0260	-0.0103	-0.0405
619	-0.0005	-0.0406	0.0079	0.0262	-0.0134	-0.0401
620	-0.0023	-0.0433	0.0076	0.0263	-0.0149	-0.0394
628	-0.0187	-0.0597	0.0030	0.0306	-0.0196	-0.0393
629	-0.0215	-0.0620	0.0019	0.0318	-0.0215	-0.0397
630	-0.0198	-0.0587	0.0014	0.0354	-0.0252	-0.0393
638	0.0002	-0.0307	0.0014	0.0331	-0.0240	-0.0442
639	0.0032	-0.0241	0.0003	0.0196	-0.0149	-0.0409
640	0.0039	-0.0175	-0.0011	0.0127	-0.0040	-0.0352
650	0.0039	-0.0131	-0.0015	0.0097	-0.0029	-0.0346
655	0.0048	-0.0101	-0.0015	0.0079	-0.0029	-0.0307
658	0.0057	-0.0082	-0.0015	0.0057	-0.0028	-0.0269
659	0.0060	-0.0062	-0.0017	0.0008	-0.0022	-0.0229
660	0.0062	-0.0034	-0.0019	-0.0016	-0.0016	-0.0155
668	0.0062	-0.0024	-0.0020	-0.0016	-0.0015	-0.0151
669	0.0055	-0.0006	-0.0021	-0.0017	-0.0011	-0.0094
670	0.0045	-0.0001	-0.0019	-0.0016	-0.0010	-0.0048
680	0.0030	-0.0001	-0.0014	-0.0015	-0.0008	-0.0035
685	0.0028	-0.0001	-0.0013	-0.0015	-0.0008	-0.0034
690	0.0016	-0.0001	-0.0008	-0.0015	-0.0008	-0.0034

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 11 (SUS) W+P1+H

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
700	0.0013	-0.0001	-0.0007	-0.0015	-0.0008	-0.0034
710	0.0010	-0.0001	-0.0005	-0.0015	-0.0007	-0.0031
720	0.0003	-0.0000	-0.0002	-0.0013	-0.0006	-0.0024
728	0.0001	-0.0000	-0.0000	-0.0012	-0.0005	-0.0021
729	-0.0000	0.0000	0.0001	-0.0007	-0.0005	0.0001
730	-0.0000	-0.0000	0.0001	-0.0006	-0.0003	0.0002
740	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0001	-0.0001	-0.0002
750	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
760	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
1658	0.0036	-0.0160	-0.0015	0.0014	0.0008	-0.0360
1659	0.0038	-0.0135	-0.0014	-0.0025	0.0020	-0.0373
1660	0.0039	-0.0079	-0.0011	-0.0020	0.0017	-0.0346
1668	0.0039	-0.0055	-0.0010	-0.0019	0.0017	-0.0341
1669	0.0023	-0.0012	-0.0007	-0.0015	0.0010	-0.0214
1670	0.0004	-0.0002	-0.0005	-0.0006	0.0007	-0.0047
1680	-0.0004	-0.0001	-0.0003	-0.0004	0.0005	-0.0004
1685	-0.0004	-0.0001	-0.0003	-0.0004	0.0005	-0.0004
1690	-0.0005	-0.0001	-0.0002	-0.0004	0.0005	-0.0004
1700	-0.0005	-0.0001	-0.0001	-0.0004	0.0005	-0.0003
1710	-0.0005	-0.0001	-0.0001	-0.0004	0.0005	0.0002
1720	-0.0003	-0.0000	-0.0000	-0.0003	0.0004	0.0009
1728	-0.0002	-0.0000	-0.0000	-0.0003	0.0003	0.0009
1729	-0.0000	-0.0001	0.0000	-0.0001	0.0002	0.0008
1730	-0.0000	-0.0001	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0001
1740	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0003
1750	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
1760	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 16 (OCC) L16=L11+L13

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	-0.0000	0.0012	0.0018	-0.0008	-0.0000	0.0000
34	-0.0000	0.0010	0.0018	-0.0008	-0.0000	0.0000
35	-0.0000	0.0010	0.0029	-0.0008	-0.0000	0.0000
40	-0.0000	0.0002	0.0017	-0.0008	-0.0000	0.0000
50	-0.0000	-0.0003	0.0017	-0.0008	-0.0000	0.0000
60	-0.0000	-0.0031	0.0015	-0.0005	-0.0000	0.0000
70	0.0000	-0.0026	0.0008	0.0004	-0.0000	0.0000
80	0.0000	-0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
90	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
210	0.0000	0.0002	0.0028	-0.0008	-0.0000	0.0000
500	0.0001	0.0010	0.0052	-0.0214	-0.0048	0.0011
501	0.0001	0.0010	0.0052	-0.0214	-0.0048	0.0011
510	0.0002	0.0010	0.0067	-0.0217	-0.0049	0.0011
518	0.0104	0.0001	0.4501	-0.1097	-0.1156	-0.0065
519	0.0087	0.0010	0.4586	-0.1039	-0.1229	-0.0174
520	0.0074	0.0045	0.4454	-0.0993	-0.1394	-0.0302
530	0.0074	0.0182	0.3858	-0.1008	-0.1437	-0.0354
540	0.0074	0.0978	0.1250	-0.1088	-0.0400	-0.0060
548	0.0074	0.0678	0.1428	-0.1138	0.0392	0.0353
549	0.0099	0.0620	0.1561	-0.1147	0.0427	0.0418
550	0.0164	0.0593	0.1755	-0.1085	0.0403	0.0458
558	0.0261	0.0593	0.1981	-0.1054	0.0391	0.0463
559	0.0309	0.0539	0.2119	-0.0766	0.0365	0.0501
560	0.0290	0.0453	0.2159	-0.0411	0.0314	0.0524
570	-0.0365	-0.0000	0.2160	-0.0267	0.0271	0.0585
578	-0.1216	-0.0764	0.2159	0.0065	0.0371	0.0659
579	-0.1236	-0.0728	0.2139	0.0429	0.0433	0.0645
580	-0.1168	-0.0695	0.2051	0.0714	0.0455	0.0641
588	-0.1034	-0.0695	0.1897	0.0744	0.0474	0.0644
589	-0.0937	-0.0655	0.1749	0.0810	0.0506	0.0649
590	-0.0898	-0.0560	0.1623	0.0806	0.0493	0.0617
600	-0.0898	-0.0000	0.1250	0.0764	0.0056	0.0340
610	-0.0897	-0.0000	0.1995	0.0694	-0.0718	-0.0278
618	-0.0897	-0.0383	0.2783	0.0653	-0.0807	-0.0415
619	-0.0904	-0.0416	0.2838	0.0647	-0.0826	-0.0407
620	-0.0922	-0.0444	0.2865	0.0634	-0.0844	-0.0395
628	-0.1084	-0.0607	0.2960	0.0614	-0.0859	-0.0387
629	-0.1071	-0.0612	0.2990	0.0557	-0.0905	-0.0403
630	-0.0951	-0.0553	0.3007	0.0480	-0.0939	-0.0420
638	-0.0217	-0.0206	0.3006	0.0380	-0.0913	-0.0453
639	-0.0089	-0.0140	0.2955	0.0154	-0.0783	-0.0388
640	-0.0045	-0.0084	0.2852	0.0049	-0.0593	-0.0294
650	-0.0045	-0.0047	0.2781	0.0006	-0.0567	-0.0287
655	0.0130	-0.0049	0.2781	0.0000	-0.0552	-0.0184
658	0.0302	-0.0046	0.2781	0.0058	-0.0557	-0.0081
659	0.0390	-0.0009	0.2743	0.0379	-0.0630	-0.0120
660	0.0430	0.0037	0.2644	0.0517	-0.0697	-0.0131
668	0.0430	0.0045	0.2595	0.0563	-0.0699	-0.0127
669	0.0421	0.0064	0.2442	0.0753	-0.0849	-0.0166
670	0.0388	0.0076	0.2241	0.1203	-0.0979	-0.0275
680	0.0284	0.0075	0.1783	0.1335	-0.0957	-0.0294
685	0.0264	0.0075	0.1690	0.1336	-0.0957	-0.0294

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 16 (OCC) L16=L11+L13

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
690	0.0162	0.0075	0.1229	0.1338	-0.0956	-0.0294
700	0.0142	0.0075	0.1136	0.1338	-0.0956	-0.0294
710	0.0112	0.0075	0.0996	0.1334	-0.0949	-0.0283
720	0.0046	0.0075	0.0671	0.1291	-0.0934	-0.0250
728	0.0016	0.0075	0.0515	0.1251	-0.0927	-0.0228
729	-0.0002	0.0080	0.0309	0.0782	-0.0754	-0.0011
730	0.0001	0.0068	0.0181	0.0526	-0.0416	0.0125
740	0.0001	0.0005	0.0010	0.0134	-0.0152	0.0059
750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	-0.0005	0.0002
760	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
1658	-0.0383	-0.0038	0.2780	0.0044	-0.0543	-0.0424
1659	-0.0470	-0.0045	0.2743	0.0411	-0.0655	-0.0345
1660	-0.0513	-0.0033	0.2636	0.0593	-0.0760	-0.0220
1668	-0.0513	-0.0017	0.2583	0.0643	-0.0763	-0.0214
1669	-0.0518	0.0003	0.2413	0.0845	-0.0926	0.0006
1670	-0.0493	-0.0003	0.2192	0.1310	-0.1058	0.0321
1680	-0.0362	-0.0002	0.1696	0.1435	-0.1028	0.0392
1685	-0.0335	-0.0002	0.1596	0.1436	-0.1028	0.0392
1690	-0.0256	-0.0002	0.1308	0.1437	-0.1027	0.0393
1700	-0.0228	-0.0002	0.1207	0.1437	-0.1027	0.0393
1710	-0.0187	-0.0002	0.1057	0.1433	-0.1018	0.0392
1720	-0.0092	-0.0001	0.0709	0.1386	-0.0997	0.0375
1728	-0.0046	-0.0000	0.0540	0.1343	-0.0987	0.0359
1729	-0.0007	-0.0014	0.0321	0.0834	-0.0797	0.0162
1730	-0.0001	-0.0023	0.0187	0.0559	-0.0430	-0.0017
1740	-0.0000	-0.0003	0.0010	0.0142	-0.0156	-0.0025
1750	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0005	-0.0006	-0.0001
1760	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 17 (OCC) L17=L11+L14

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	0.0008	0.0010	0.0000	-0.0007	0.0000	-0.0004
34	0.0008	0.0008	0.0000	-0.0007	0.0000	-0.0004
35	0.0002	0.0008	0.0010	-0.0007	0.0000	-0.0004
40	0.0006	0.0000	0.0000	-0.0008	0.0000	-0.0005
50	0.0007	-0.0004	0.0000	-0.0008	0.0000	-0.0004
60	0.0007	-0.0031	0.0000	-0.0005	0.0000	-0.0003
70	0.0004	-0.0025	0.0000	0.0003	0.0001	-0.0001
80	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
90	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
210	0.0000	0.0001	0.0011	-0.0008	0.0000	-0.0005
500	0.0013	0.0007	0.0010	0.0008	0.0008	0.0115
501	0.0013	0.0007	0.0010	0.0008	0.0008	0.0115
510	0.0022	0.0007	0.0010	0.0009	0.0008	0.0117
518	0.2408	-0.0001	-0.0636	0.0249	0.0182	0.0450
519	0.2462	-0.0021	-0.0664	0.0267	0.0186	0.0267
520	0.2475	-0.0046	-0.0651	0.0268	0.0211	0.0076
530	0.2475	-0.0062	-0.0560	0.0281	0.0226	0.0004
540	0.2474	-0.0000	0.0080	0.0357	0.0347	0.0241
548	0.2474	-0.0703	0.0638	0.0404	0.0451	0.0615
549	0.2512	-0.0796	0.0686	0.0389	0.0526	0.0619
550	0.2603	-0.0833	0.0662	0.0388	0.0550	0.0601
558	0.2728	-0.0833	0.0581	0.0392	0.0573	0.0599
559	0.2779	-0.0808	0.0521	0.0419	0.0603	0.0575
560	0.2719	-0.0744	0.0494	0.0451	0.0673	0.0556
570	0.1250	0.0114	0.0494	0.0030	0.0429	0.0591
578	0.0757	-0.0679	0.0494	-0.0273	0.0090	0.0633
579	0.0782	-0.0713	0.0508	-0.0194	0.0091	0.0636
580	0.0872	-0.0724	0.0531	-0.0134	0.0090	0.0646
588	0.1007	-0.0723	0.0558	-0.0123	0.0091	0.0648
589	0.1104	-0.0683	0.0567	-0.0073	0.0108	0.0660
590	0.1145	-0.0586	0.0553	-0.0053	0.0128	0.0639
600	0.1145	-0.0000	0.0413	0.0013	0.0134	0.0363
610	0.1145	-0.0000	0.0196	0.0122	0.0099	-0.0320
618	0.1145	-0.0459	0.0119	0.0185	0.0051	-0.0524
619	0.1137	-0.0502	0.0113	0.0187	0.0028	-0.0556
620	0.1111	-0.0541	0.0103	0.0188	0.0017	-0.0583
628	0.0861	-0.0791	0.0018	0.0225	-0.0021	-0.0612
629	0.0796	-0.0844	-0.0003	0.0227	-0.0026	-0.0659
630	0.0772	-0.0838	-0.0012	0.0254	-0.0046	-0.0671
638	0.0811	-0.0633	-0.0012	0.0246	-0.0046	-0.0751
639	0.0817	-0.0557	-0.0014	0.0161	-0.0018	-0.0744
640	0.0817	-0.0438	-0.0014	0.0121	0.0013	-0.0739
650	0.0817	-0.0347	-0.0012	0.0098	0.0016	-0.0738
655	0.0810	-0.0317	-0.0012	0.0081	0.0025	-0.0708
658	0.0802	-0.0296	-0.0012	0.0058	0.0029	-0.0677
659	0.0797	-0.0251	-0.0010	0.0015	0.0032	-0.0645
660	0.0795	-0.0159	-0.0006	-0.0003	0.0026	-0.0591
668	0.0795	-0.0118	-0.0004	-0.0003	0.0025	-0.0588
669	0.0760	-0.0034	-0.0001	-0.0001	0.0018	-0.0552
670	0.0681	-0.0001	0.0000	0.0001	0.0016	-0.0514
680	0.0500	-0.0001	-0.0000	0.0001	0.0013	-0.0493
685	0.0466	-0.0001	-0.0000	0.0001	0.0013	-0.0493
690	0.0296	-0.0001	-0.0001	0.0001	0.0013	-0.0492

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 17 (OCC) L17=L11+L14

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
700	0.0262	-0.0001	-0.0001	0.0001	0.0013	-0.0491
710	0.0211	-0.0001	-0.0001	0.0001	0.0012	-0.0476
720	0.0099	-0.0000	-0.0001	0.0001	0.0010	-0.0433
728	0.0048	-0.0000	-0.0001	0.0001	0.0009	-0.0407
729	0.0006	0.0014	-0.0001	0.0001	0.0007	-0.0160
730	0.0000	0.0022	-0.0000	0.0002	0.0002	0.0022
740	0.0000	0.0002	-0.0000	0.0001	0.0000	0.0022
750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
760	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1658	0.0826	-0.0383	-0.0012	0.0032	0.0013	-0.0774
1659	0.0828	-0.0336	-0.0012	-0.0011	0.0007	-0.0796
1660	0.0828	-0.0215	-0.0011	-0.0017	0.0005	-0.0804
1668	0.0828	-0.0159	-0.0011	-0.0016	0.0005	-0.0802
1669	0.0781	-0.0044	-0.0009	-0.0014	0.0002	-0.0725
1670	0.0683	-0.0002	-0.0007	-0.0008	0.0001	-0.0595
1680	0.0478	-0.0001	-0.0005	-0.0007	0.0000	-0.0548
1685	0.0440	-0.0001	-0.0004	-0.0007	0.0000	-0.0548
1690	0.0330	-0.0001	-0.0003	-0.0006	0.0000	-0.0547
1700	0.0292	-0.0001	-0.0003	-0.0006	0.0000	-0.0546
1710	0.0236	-0.0001	-0.0002	-0.0006	0.0000	-0.0528
1720	0.0112	-0.0000	-0.0000	-0.0005	0.0000	-0.0480
1728	0.0055	-0.0000	0.0000	-0.0005	0.0000	-0.0453
1729	0.0007	0.0017	0.0001	-0.0002	-0.0001	-0.0186
1730	0.0001	0.0026	0.0001	-0.0002	-0.0001	0.0024
1740	0.0000	0.0002	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0026
1750	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0001
1760	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 18 (OCC) L18=L11+L15

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	0.0000	0.0018	0.0002	-0.0009	-0.0000	-0.0000
34	0.0000	0.0015	0.0002	-0.0009	-0.0000	-0.0000
35	-0.0000	0.0015	0.0013	-0.0009	-0.0000	-0.0000
40	0.0000	0.0006	0.0001	-0.0009	-0.0000	-0.0000
50	0.0000	0.0001	0.0001	-0.0009	-0.0000	-0.0000
60	0.0000	-0.0028	0.0001	-0.0006	-0.0000	-0.0000
70	0.0000	-0.0025	0.0001	0.0003	0.0000	-0.0000
80	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
90	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
210	-0.0000	0.0006	0.0013	-0.0009	-0.0000	-0.0000
500	-0.0001	0.0014	0.0028	-0.0134	-0.0022	-0.0010
501	-0.0001	0.0014	0.0028	-0.0134	-0.0022	-0.0010
510	-0.0002	0.0014	0.0037	-0.0135	-0.0022	-0.0010
518	-0.0548	0.0006	0.2999	-0.0746	-0.0531	-0.0239
519	-0.0588	0.0023	0.3070	-0.0664	-0.0582	-0.0302
520	-0.0608	0.0074	0.3015	-0.0619	-0.0682	-0.0382
530	-0.0608	0.0241	0.2723	-0.0593	-0.0709	-0.0418
540	-0.0608	0.1119	0.1250	-0.0455	-0.0422	-0.0080
548	-0.0608	0.0849	0.0913	-0.0369	-0.0134	0.0326
549	-0.0586	0.0796	0.0920	-0.0366	-0.0091	0.0373
550	-0.0528	0.0773	0.0966	-0.0312	-0.0094	0.0398
558	-0.0444	0.0773	0.1030	-0.0293	-0.0084	0.0402
559	-0.0379	0.0760	0.1064	-0.0160	-0.0076	0.0413
560	-0.0344	0.0748	0.1071	-0.0010	-0.0047	0.0410
570	-0.0309	0.0770	0.1072	-0.0246	0.0005	0.0482
578	-0.0325	-0.0630	0.1072	-0.0459	-0.0004	0.0567
579	-0.0288	-0.0691	0.1097	-0.0372	-0.0028	0.0581
580	-0.0197	-0.0712	0.1146	-0.0292	-0.0042	0.0612
588	-0.0069	-0.0712	0.1206	-0.0275	-0.0047	0.0617
589	0.0025	-0.0673	0.1242	-0.0185	-0.0023	0.0643
590	0.0065	-0.0577	0.1253	-0.0148	0.0000	0.0631
600	0.0065	-0.0000	0.1250	-0.0005	0.0009	0.0351
610	0.0065	-0.0000	0.1181	0.0229	0.0076	-0.0281
618	0.0065	-0.0385	0.1095	0.0364	0.0082	-0.0419
619	0.0059	-0.0419	0.1083	0.0375	0.0071	-0.0418
620	0.0040	-0.0447	0.1061	0.0391	0.0073	-0.0412
628	-0.0132	-0.0619	0.0864	0.0445	0.0017	-0.0411
629	-0.0173	-0.0636	0.0819	0.0420	-0.0050	-0.0407
630	-0.0175	-0.0591	0.0805	0.0414	-0.0157	-0.0395
638	-0.0030	-0.0275	0.0804	0.0366	-0.0196	-0.0440
639	-0.0001	-0.0207	0.0793	0.0201	-0.0178	-0.0397
640	0.0009	-0.0143	0.0770	0.0121	-0.0119	-0.0330
650	0.0009	-0.0102	0.0756	0.0087	-0.0109	-0.0323
655	0.0043	-0.0076	0.0756	0.0071	-0.0111	-0.0264
658	0.0079	-0.0057	0.0756	0.0071	-0.0117	-0.0205
659	0.0098	-0.0031	0.0747	0.0123	-0.0149	-0.0184
660	0.0108	-0.0000	0.0723	0.0142	-0.0177	-0.0127
668	0.0108	0.0008	0.0710	0.0155	-0.0178	-0.0123
669	0.0103	0.0022	0.0670	0.0209	-0.0224	-0.0086
670	0.0091	0.0027	0.0614	0.0334	-0.0261	-0.0077
680	0.0063	0.0027	0.0488	0.0368	-0.0255	-0.0072
685	0.0058	0.0027	0.0462	0.0368	-0.0255	-0.0072
690	0.0034	0.0027	0.0335	0.0369	-0.0255	-0.0072

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 18 (OCC) L18=L11+L15

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
700	0.0029	0.0027	0.0309	0.0369	-0.0255	-0.0072
710	0.0021	0.0027	0.0271	0.0367	-0.0254	-0.0067
720	0.0006	0.0028	0.0182	0.0353	-0.0250	-0.0054
728	-0.0000	0.0028	0.0139	0.0342	-0.0248	-0.0047
729	-0.0002	0.0028	0.0083	0.0213	-0.0201	0.0018
730	0.0000	0.0022	0.0049	0.0144	-0.0112	0.0045
740	0.0000	0.0001	0.0003	0.0037	-0.0041	0.0018
750	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	-0.0001	0.0001
760	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
1658	-0.0048	-0.0130	0.0756	0.0038	-0.0088	-0.0379
1659	-0.0063	-0.0116	0.0749	0.0109	-0.0126	-0.0369
1660	-0.0072	-0.0071	0.0726	0.0161	-0.0169	-0.0323
1668	-0.0072	-0.0048	0.0714	0.0175	-0.0171	-0.0319
1669	-0.0086	-0.0009	0.0672	0.0237	-0.0229	-0.0175
1670	-0.0097	-0.0002	0.0612	0.0372	-0.0270	0.0026
1680	-0.0077	-0.0002	0.0471	0.0406	-0.0265	0.0076
1685	-0.0071	-0.0002	0.0443	0.0406	-0.0265	0.0076
1690	-0.0056	-0.0002	0.0361	0.0406	-0.0265	0.0077
1700	-0.0051	-0.0001	0.0333	0.0406	-0.0265	0.0077
1710	-0.0042	-0.0001	0.0291	0.0404	-0.0263	0.0081
1720	-0.0021	-0.0000	0.0193	0.0389	-0.0260	0.0083
1728	-0.0011	-0.0000	0.0145	0.0376	-0.0258	0.0081
1729	-0.0002	-0.0003	0.0085	0.0233	-0.0207	0.0040
1730	-0.0000	-0.0006	0.0050	0.0158	-0.0113	-0.0003
1740	-0.0000	-0.0001	0.0003	0.0040	-0.0042	-0.0007
1750	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0001	-0.0001	-0.0000
1760	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 19 (OCC) L19=L11+L16

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
32	-0.0000	0.0022	0.0018	-0.0016	-0.0000	0.0000
34	-0.0000	0.0017	0.0018	-0.0016	-0.0000	0.0000
35	-0.0000	0.0017	0.0039	-0.0016	-0.0000	0.0000
40	-0.0000	0.0002	0.0018	-0.0016	-0.0000	0.0000
50	-0.0000	-0.0007	0.0018	-0.0016	-0.0000	0.0000
60	-0.0000	-0.0062	0.0016	-0.0010	-0.0000	0.0000
70	0.0000	-0.0051	0.0009	0.0007	-0.0000	0.0000
80	0.0000	-0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000
90	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
210	0.0000	0.0002	0.0039	-0.0016	-0.0000	0.0000
500	0.0001	0.0016	0.0062	-0.0215	-0.0044	0.0011
501	0.0001	0.0016	0.0062	-0.0215	-0.0044	0.0011
510	0.0002	0.0016	0.0078	-0.0218	-0.0045	0.0011
518	0.0106	-0.0000	0.4216	-0.0961	-0.1068	-0.0068
519	0.0088	0.0008	0.4284	-0.0876	-0.1145	-0.0184
520	0.0074	0.0046	0.4155	-0.0823	-0.1303	-0.0337
530	0.0074	0.0201	0.3598	-0.0821	-0.1340	-0.0408
540	0.0074	0.0978	0.1250	-0.0812	-0.0268	0.0268
548	0.0074	-0.0158	0.1629	-0.0806	0.0545	0.1071
549	0.0144	-0.0324	0.1765	-0.0808	0.0585	0.1153
550	0.0318	-0.0396	0.1916	-0.0719	0.0557	0.1186
558	0.0567	-0.0396	0.2065	-0.0681	0.0548	0.1191
559	0.0712	-0.0425	0.2145	-0.0354	0.0529	0.1219
560	0.0712	-0.0447	0.2159	0.0046	0.0491	0.1236
570	-0.0365	-0.0000	0.2160	-0.0208	0.0447	0.1285
578	-0.1634	-0.1457	0.2159	-0.0168	0.0487	0.1344
579	-0.1626	-0.1449	0.2150	0.0277	0.0518	0.1339
580	-0.1460	-0.1424	0.2080	0.0626	0.0528	0.1342
588	-0.1178	-0.1423	0.1942	0.0667	0.0538	0.1344
589	-0.0979	-0.1340	0.1799	0.0778	0.0574	0.1342
590	-0.0897	-0.1145	0.1665	0.0787	0.0547	0.1267
600	-0.0897	-0.0000	0.1249	0.0822	0.0084	0.0691
610	-0.0896	-0.0000	0.1996	0.0880	-0.0760	-0.0554
618	-0.0896	-0.0757	0.2856	0.0913	-0.0911	-0.0819
619	-0.0909	-0.0823	0.2916	0.0908	-0.0960	-0.0808
620	-0.0945	-0.0877	0.2942	0.0896	-0.0992	-0.0789
628	-0.1271	-0.1204	0.2989	0.0921	-0.1056	-0.0780
629	-0.1286	-0.1232	0.3009	0.0875	-0.1121	-0.0801
630	-0.1149	-0.1140	0.3021	0.0834	-0.1191	-0.0813
638	-0.0215	-0.0513	0.3021	0.0711	-0.1152	-0.0894
639	-0.0058	-0.0382	0.2958	0.0350	-0.0932	-0.0797
640	-0.0006	-0.0258	0.2842	0.0177	-0.0634	-0.0646
650	-0.0006	-0.0179	0.2766	0.0102	-0.0596	-0.0632
655	0.0177	-0.0150	0.2766	0.0079	-0.0581	-0.0491
658	0.0359	-0.0128	0.2765	0.0115	-0.0585	-0.0350
659	0.0450	-0.0071	0.2727	0.0387	-0.0652	-0.0349
660	0.0491	0.0003	0.2625	0.0501	-0.0713	-0.0286
668	0.0491	0.0021	0.2575	0.0547	-0.0715	-0.0278
669	0.0476	0.0058	0.2421	0.0736	-0.0860	-0.0261
670	0.0433	0.0075	0.2221	0.1187	-0.0989	-0.0323
680	0.0314	0.0074	0.1770	0.1320	-0.0965	-0.0329
685	0.0292	0.0074	0.1677	0.1321	-0.0964	-0.0329
690	0.0178	0.0074	0.1221	0.1323	-0.0963	-0.0328

C A E S A R II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

DISPLACEMENTS REPORT: Nodal Movements
CASE 19 (OCC) L19=L11+L16

NODE	DX in.	DY in.	DZ in.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
700	0.0155	0.0074	0.1129	0.1323	-0.0963	-0.0328
710	0.0122	0.0074	0.0991	0.1320	-0.0956	-0.0314
720	0.0049	0.0075	0.0670	0.1278	-0.0940	-0.0274
728	0.0017	0.0075	0.0515	0.1238	-0.0931	-0.0249
729	-0.0002	0.0080	0.0310	0.0775	-0.0759	-0.0010
730	0.0001	0.0067	0.0182	0.0520	-0.0419	0.0128
740	0.0001	0.0005	0.0010	0.0132	-0.0153	0.0058
750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	-0.0005	0.0002
760	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
1658	-0.0347	-0.0198	0.2765	0.0058	-0.0535	-0.0784
1659	-0.0432	-0.0181	0.2729	0.0386	-0.0634	-0.0718
1660	-0.0474	-0.0113	0.2625	0.0573	-0.0742	-0.0565
1668	-0.0473	-0.0072	0.2573	0.0623	-0.0746	-0.0556
1669	-0.0495	-0.0009	0.2407	0.0830	-0.0916	-0.0207
1670	-0.0488	-0.0005	0.2188	0.1304	-0.1051	0.0274
1680	-0.0366	-0.0003	0.1693	0.1431	-0.1023	0.0388
1685	-0.0339	-0.0003	0.1593	0.1432	-0.1022	0.0388
1690	-0.0261	-0.0003	0.1306	0.1433	-0.1022	0.0389
1700	-0.0233	-0.0003	0.1206	0.1433	-0.1022	0.0390
1710	-0.0192	-0.0003	0.1056	0.1430	-0.1013	0.0394
1720	-0.0095	-0.0001	0.0708	0.1383	-0.0994	0.0384
1728	-0.0048	-0.0000	0.0540	0.1340	-0.0984	0.0368
1729	-0.0007	-0.0015	0.0321	0.0833	-0.0796	0.0170
1730	-0.0001	-0.0024	0.0187	0.0559	-0.0431	-0.0016
1740	-0.0001	-0.0003	0.0010	0.0142	-0.0156	-0.0028
1750	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0005	-0.0006	-0.0001
1760	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
Various Load Cases

DEFINITION KEY

CASE 3 (HYD) WW+HP+H
CASE 4 (OPE) W+T1+P1+H
CASE 5 (OPE) W+T2+P1+H
CASE 6 (OPE) W+T3+P1+H
CASE 7 (OPE) W+T4+P1+H
CASE 8 (OPE) W+T5+P1+H
CASE 9 (OPE) W+T6+P1+H
CASE 10 (OPE) W+T7+P1+H
CASE 11 (SUS) W+P1+H
CASE 16 (OCC) L16=L11+L13
CASE 17 (OCC) L17=L11+L14
CASE 18 (OCC) L18=L11+L15
CASE 19 (OCC) L19=L11+L16

NODE	Load Case	FX lb.	FY lb.	FZ lb.	MX ft.lb.	MY ft.lb.	MZ ft.lb.	DX in.	DY in.	DZ in.
90		Rigid ANC								
	3 (HYD)	-1	258985	-6	2038164.5	-9.8	-2.8	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	4 (OPE)	29	-88186	61	1913769.9	707.6	-1372.2	0.0000	-0.0000	0.0000
	5 (OPE)	-73	-55941	-84	440578.5	-1566.7	2843.1	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	6 (OPE)	25	-55975	103	442111.8	720.5	-1512.1	0.0000	-0.0000	0.0000
	7 (OPE)	24	-55980	109	442197.2	707.0	-1484.9	0.0000	-0.0000	0.0000
	8 (OPE)	-14	-55896	-81	440133.2	-344.5	665.5	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	9 (OPE)	-14	-55896	-81	440130.5	-344.0	664.7	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	10 (OPE)	-14	-55896	-81	440130.5	-344.1	665.0	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	11 (SUS)	-2	-55936	-1	441050.5	-21.9	7.6	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	16 (OCC)	19	-55902	82588	952543.6	43.3	327.8	0.0000	-0.0000	0.0000
	17 (OCC)	8065	-55882	-14	438554.5	68324.3	93355.3	0.0000	-0.0000	-0.0000
	18 (OCC)	16	-55917	4971	450573.2	232.6	-296.5	0.0000	-0.0000	0.0000
	19 (OCC)	17	111837	82588	1393599.4	21.4	335.4	0.0000	-0.0000	0.0000
	MAX	8065/ 17	258985/ 3	82588/ 16	2038164.5/ 3	68324.3/ 17	93355.3/ 17	0.0000/ 17	0.0000/ 3	0.0000/ 16
210		Rigid +Y; Rigid X								
	3 (HYD)	1	259119	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0000	0.0050
	4 (OPE)	-143	-27139	0	0.0	0.0	0.0	-0.0000	-0.0000	-0.0157
	5 (OPE)	312	-58943	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0000	0.0011
	6 (OPE)	-149	-59367	0	0.0	0.0	0.0	-0.0000	-0.0000	-0.2998
	7 (OPE)	-146	-59359	0	0.0	0.0	0.0	-0.0000	-0.0000	-0.2998
	8 (OPE)	71	-59210	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0000	0.1493
	9 (OPE)	71	-59211	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0000	0.1493
	10 (OPE)	71	-59210	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0000	0.1493
	11	3	-59244	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0000	0.0011

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
Various Load Cases

NODE	Load Case	FX lb.	FY lb.	FZ lb.	MX ft.lb.	MY ft.lb.	MZ ft.lb.	DX in.	DY in.	DZ in.
	(SUS)									
	16 (OCC)	17	-59244	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	0.0002	0.0028
	17 (OCC)	9913	-59244	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	0.0001	0.0011
	18 (OCC)	-17	-59244	0	0.0	0.0	0.0	-0.0000	0.0006	0.0013
	19 (OCC)	20	118488	0	0.0	0.0	0.0	0.0000	0.0002	0.0039
	MAX	9913/17	259119/3	0/3	0.0/3	0.0/3	0.0/3	0.0000/17	0.0006/18	0.2998/6
500		Rigid ANC								
	3 (HYD)	0	1268	6	-249.7	-53.6	2.5	-0.0000	0.0036	0.0054
	4 (OPE)	113	1661	-61	752.0	-98.6	1270.8	-0.0005	-0.0009	-0.0587
	5 (OPE)	-239	1221	84	-1281.2	-239.1	-2628.8	0.0010	-0.0121	0.0007
	6 (OPE)	124	1678	-103	1506.4	-380.2	1401.1	-0.0005	0.0067	-0.3414
	7 (OPE)	122	1675	-109	1606.2	-377.9	1375.6	-0.0005	0.0067	-0.3414
	8 (OPE)	-56	1442	81	-1480.9	50.0	-615.1	0.0002	-0.0023	0.1697
	9 (OPE)	-56	1443	81	-1481.2	49.9	-614.4	0.0002	-0.0023	0.1697
	10 (OPE)	-56	1443	81	-1480.7	50.1	-614.6	0.0002	-0.0023	0.1697
	11 (SUS)	-1	1516	1	-177.3	-81.7	-6.8	0.0000	0.0006	0.0011
	16 (OCC)	-36	1482	-750	5621.7	1072.9	-295.1	0.0001	0.0010	0.0052
	17 (OCC)	-412	1463	14	-453.7	-168.7	-3277.2	0.0013	0.0007	0.0010
	18 (OCC)	1	1497	-394	3434.5	493.1	295.7	-0.0001	0.0014	0.0028
	19 (OCC)	-37	2998	-750	5444.4	991.2	-301.9	0.0001	0.0016	0.0062
	MAX	412/17	2998/19	750/16	5621.7/16	1072.9/16	3277.2/17	0.0013/17	0.0121/5	0.3414/6
540		Rigid +Y; Rigid GUI w/gap								
	3 (HYD)	-9	-1099	15	0.0	0.0	0.0	-0.0000	-0.0000	0.0000
	4 (OPE)	-111	-1136	-322	0.0	0.0	0.0	-0.0045	-0.0000	-0.0131
	5 (OPE)	-100	-1736	511	0.0	0.0	0.0	-0.0037	-0.0000	0.0191
	6 (OPE)	-76	-1098	-320	0.0	0.0	0.0	-0.0160	-0.0000	-0.0672
	7 (OPE)	-73	-1108	-324	0.0	0.0	0.0	-0.0134	-0.0000	-0.0593
	8 (OPE)	54	-1418	297	0.0	0.0	0.0	0.0001	-0.0000	0.0003
	9 (OPE)	56	-1415	297	0.0	0.0	0.0	0.0001	-0.0000	0.0003
	10 (OPE)	54	-1417	297	0.0	0.0	0.0	0.0001	-0.0000	0.0003
	11 (SUS)	-12	-1324	3	0.0	0.0	0.0	-0.0000	-0.0000	0.0000
	16 (OCC)	-12	-1324	1800	0.0	0.0	0.0	0.0074	0.0978	0.1250
	17	4	-1380	3	0.0	0.0	0.0	0.2474	-0.0000	0.0080

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
Various Load Cases

NODE	Load Case	FX lb.	FY lb.	FZ lb.	MX ft.lb.	MY ft.lb.	MZ ft.lb.	DX in.	DY in.	DZ in.
	(OCC)									
	18 (OCC)	-12	-1324	612	0.0	0.0	0.0	-0.0608	0.1119	0.1250
	19 (OCC)	-25	-2649	1803	0.0	0.0	0.0	0.0074	0.0978	0.1250
	MAX	111/ 4	2649/ 19	1803/ 19	0.0/ 3	0.0/ 3	0.0/ 3	0.2474/ 17	0.1119/ 18	0.1250/ 19
570		Rigid +Y; Rigid GUI w/gap								
	3 (HYD)	3	-1115	3	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0000	0.0000
	4 (OPE)	436	-1459	38	0.0	0.0	0.0	0.0240	-0.0000	0.0021
	5 (OPE)	-315	-1053	23	0.0	0.0	0.0	-0.1237	-0.0000	0.0089
	6 (OPE)	448	-1494	5	0.0	0.0	0.0	0.0070	-0.0000	0.0001
	7 (OPE)	437	-1476	70	0.0	0.0	0.0	0.0112	-0.0000	0.0018
	8 (OPE)	-217	-1253	20	0.0	0.0	0.0	-0.0002	-0.0000	0.0000
	9 (OPE)	-222	-1262	0	0.0	0.0	0.0	-0.0002	-0.0000	0.0000
	10 (OPE)	-218	-1259	10	0.0	0.0	0.0	-0.0002	-0.0000	0.0000
	11 (SUS)	4	-1335	11	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0000	0.0000
	16 (OCC)	1	-1390	27	0.0	0.0	0.0	-0.0365	-0.0000	0.2160
	17 (OCC)	562	-1335	11	0.0	0.0	0.0	0.1250	0.0114	0.0494
	18 (OCC)	4	-1335	11	0.0	0.0	0.0	-0.0309	0.0770	0.1072
	19 (OCC)	4	-2725	38	0.0	0.0	0.0	-0.0365	-0.0000	0.2160
	MAX	562/ 17	2725/ 19	70/ 7	0.0/ 3	0.0/ 3	0.0/ 3	0.1250/ 17	0.0770/ 18	0.2160/ 19
600		Rigid Y; Rigid GUI w/gap								
	3 (HYD)	40	-920	-34	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.0000	-0.0000
	4 (OPE)	184	-873	187	0.0	0.0	0.0	0.0557	-0.0000	0.0566
	5 (OPE)	55	-1488	-443	0.0	0.0	0.0	0.0100	-0.0000	-0.0799
	6 (OPE)	188	-851	173	0.0	0.0	0.0	0.0557	-0.0000	0.0511
	7 (OPE)	203	-975	211	0.0	0.0	0.0	0.0557	-0.0000	0.0580
	8 (OPE)	106	-1223	-351	0.0	0.0	0.0	0.0019	-0.0000	-0.0062
	9 (OPE)	32	-1156	-345	0.0	0.0	0.0	0.0005	-0.0000	-0.0055
	10 (OPE)	113	-1209	-345	0.0	0.0	0.0	0.0021	-0.0000	-0.0065
	11 (SUS)	67	-1086	-41	0.0	0.0	0.0	0.0001	-0.0000	-0.0000
	16 (OCC)	58	-1034	1504	0.0	0.0	0.0	-0.0898	-0.0000	0.1250
	17 (OCC)	87	-1014	-33	0.0	0.0	0.0	0.1145	-0.0000	0.0413
	18	67	-1091	121	0.0	0.0	0.0	0.0065	-0.0000	0.1250

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
Various Load Cases

NODE	Load Case	FX lb.	FY lb.	FZ lb.	MX ft.lb.	MY ft.lb.	MZ ft.lb.	DX in.	DY in.	DZ in.
	(OCC)									
	19 (OCC)	124	-2120	1463	0.0	0.0	0.0	-0.0897	-0.0000	0.1249
	MAX	203/ 7	2120/ 19	1504/ 16	0.0/ 3	0.0/ 3	0.0/ 3	0.1145/ 17	0.0000/ 19	0.1250/ 16
610	Rigid Y									
	3 (HYD)	53	-443	35	0.0	0.0	0.0	0.0001	-0.0000	0.0000
	4 (OPE)	-197	-897	-17	0.0	0.0	0.0	-0.0002	-0.0000	-0.0000
	5 (OPE)	16	58	6	0.0	0.0	0.0	0.1292	0.0000	0.0496
	6 (OPE)	-201	-916	103	0.0	0.0	0.0	-0.0002	-0.0000	0.0001
	7 (OPE)	-135	-674	-105	0.0	0.0	0.0	-0.0001	-0.0000	-0.0001
	8 (OPE)	105	-382	47	0.0	0.0	0.0	0.0289	-0.0000	0.0129
	9 (OPE)	117	-511	99	0.0	0.0	0.0	0.0275	-0.0000	0.0233
	10 (OPE)	101	-401	65	0.0	0.0	0.0	0.0292	-0.0000	0.0187
	11 (SUS)	91	-570	25	0.0	0.0	0.0	0.0001	-0.0000	0.0000
	16 (OCC)	83	-632	42	0.0	0.0	0.0	-0.0897	-0.0000	0.1995
	17 (OCC)	119	-668	30	0.0	0.0	0.0	0.1145	-0.0000	0.0196
	18 (OCC)	91	-595	33	0.0	0.0	0.0	0.0065	-0.0000	0.1181
	19 (OCC)	174	-1202	67	0.0	0.0	0.0	-0.0896	-0.0000	0.1996
	MAX	201/ 6	1202/ 19	105/ 7	0.0/ 3	0.0/ 3	0.0/ 3	0.1292/ 5	0.0000/ 5	0.1996/ 19
655	Prog Design VSH									
	3 (HYD)	0	-919	0	0.0	0.0	0.0	-0.0033	-0.0000	-0.0036
	4 (OPE)	0	-760	0	0.0	0.0	0.0	-0.0598	-0.0522	0.0127
	5 (OPE)	0	-726	0	0.0	0.0	0.0	0.1960	0.0617	-0.0234
	6 (OPE)	0	-750	0	0.0	0.0	0.0	-0.0324	-0.0192	0.0281
	7 (OPE)	0	-755	0	0.0	0.0	0.0	-0.0512	-0.0367	-0.0014
	8 (OPE)	0	-747	0	0.0	0.0	0.0	0.0292	-0.0087	-0.0161
	9 (OPE)	0	-745	0	0.0	0.0	0.0	0.0377	-0.0010	0.0086
	10 (OPE)	0	-742	0	0.0	0.0	0.0	0.0429	0.0071	-0.0056
	11 (SUS)	0	-747	0	0.0	0.0	0.0	0.0048	-0.0101	-0.0015
	16 (OCC)	0	-746	0	0.0	0.0	0.0	0.0130	-0.0049	0.2781
	17 (OCC)	0	-754	0	0.0	0.0	0.0	0.0810	-0.0317	-0.0012
	18 (OCC)	0	-746	0	0.0	0.0	0.0	0.0043	-0.0076	0.0756
	19 (OCC)	0	-1493	0	0.0	0.0	0.0	0.0177	-0.0150	0.2766
	MAX	0/ 3	1493/ 19	0/ 3	0.0/ 3	0.0/ 3	0.0/ 3	0.1960/ 5	0.0617/ 5	0.2781/ 16

CAESAR II VER.5.00.7, (Build 070122) DEC 15,2009 9:23:56

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
Various Load Cases

NODE	Load Case	FX lb.	FY lb.	FZ lb.	MX ft.lb.	MY ft.lb.	MZ ft.lb.	DX in.	DY in.	DZ in.
728		Rigid +Y								
	3 (HYD)	-130	-624	-7	0.0	0.0	0.0	-0.0001	-0.0000	-0.0000
	4 (OPE)	-373	-1256	52	0.0	0.0	0.0	-0.0310	-0.0000	0.0043
	5 (OPE)	192	-647	-26	0.0	0.0	0.0	0.0704	-0.0000	-0.0095
	6 (OPE)	-147	-938	240	0.0	0.0	0.0	-0.0011	-0.0000	0.0017
	7 (OPE)	-342	-1150	46	0.0	0.0	0.0	-0.0307	-0.0000	0.0041
	8 (OPE)	254	-941	-124	0.0	0.0	0.0	0.0018	-0.0000	-0.0009
	9 (OPE)	255	-851	-12	0.0	0.0	0.0	0.0153	-0.0000	-0.0007
	10 (OPE)	240	-805	-26	0.0	0.0	0.0	0.0155	-0.0000	-0.0017
	11 (SUS)	67	-930	-2	0.0	0.0	0.0	0.0001	-0.0000	-0.0000
	16 (OCC)	67	-930	-2	0.0	0.0	0.0	0.0016	0.0075	0.0515
	17 (OCC)	213	-1416	-6	0.0	0.0	0.0	0.0048	-0.0000	-0.0001
	18 (OCC)	67	-930	-2	0.0	0.0	0.0	-0.0000	0.0028	0.0139
	19 (OCC)	134	-1861	-4	0.0	0.0	0.0	0.0017	0.0075	0.0515
	MAX	373/ 4	1861/ 19	240/ 6	0.0/ 3	0.0/ 3	0.0/ 3	0.0704/ 5	0.0075/ 16	0.0515/ 16
760		Rigid ANC								
	3 (HYD)	133	-155	11	-29.9	-42.5	-112.4	0.0000	-0.0000	0.0000
	4 (OPE)	331	178	40	289.4	-284.5	1176.9	0.0000	0.0000	0.0000
	5 (OPE)	-134	-451	-131	-574.6	758.3	-1924.0	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	6 (OPE)	49	-280	-148	360.4	393.4	-338.4	0.0000	-0.0000	-0.0000
	7 (OPE)	357	209	76	198.7	-399.9	1240.8	0.0000	0.0000	0.0000
	8 (OPE)	-206	-111	77	-208.8	-218.5	-6.9	-0.0000	-0.0000	0.0000
	9 (OPE)	-283	-322	-24	-29.1	98.1	-714.5	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	10 (OPE)	-254	-301	-11	-146.3	81.5	-671.6	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	11 (SUS)	-77	-171	-2	-36.1	-18.1	-123.2	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	16 (OCC)	175	605	1220	2986.9	-5094.0	2158.7	0.0000	0.0000	0.0000
	17 (OCC)	15	313	7	12.3	2.9	854.8	0.0000	0.0000	0.0000
	18 (OCC)	-17	49	341	814.8	-1388.6	584.3	-0.0000	0.0000	0.0000
	19 (OCC)	98	434	1218	2950.8	-5112.0	2035.6	0.0000	0.0000	0.0000
	MAX	357/ 7	605/ 16	1220/ 16	2986.9/ 16	5112.0/ 19	2158.7/ 16	0.0000/ 8	0.0000/ 5	0.0000/ 11
1728		Rigid +Y								
	3 (HYD)	-170	-1096	-50	0.0	0.0	0.0	-0.0002	-0.0000	-0.0001
	4 (OPE)	-445	-1490	-45	0.0	0.0	0.0	-0.0316	-0.0000	-0.0032
	5 (OPE)	464	-1559	57	0.0	0.0	0.0	0.0710	-0.0000	0.0087
	6 (OPE)	-424	-1421	-41	0.0	0.0	0.0	-0.0309	-0.0000	-0.0030
	7 (OPE)	-318	-1199	-169	0.0	0.0	0.0	-0.0026	-0.0000	-0.0014

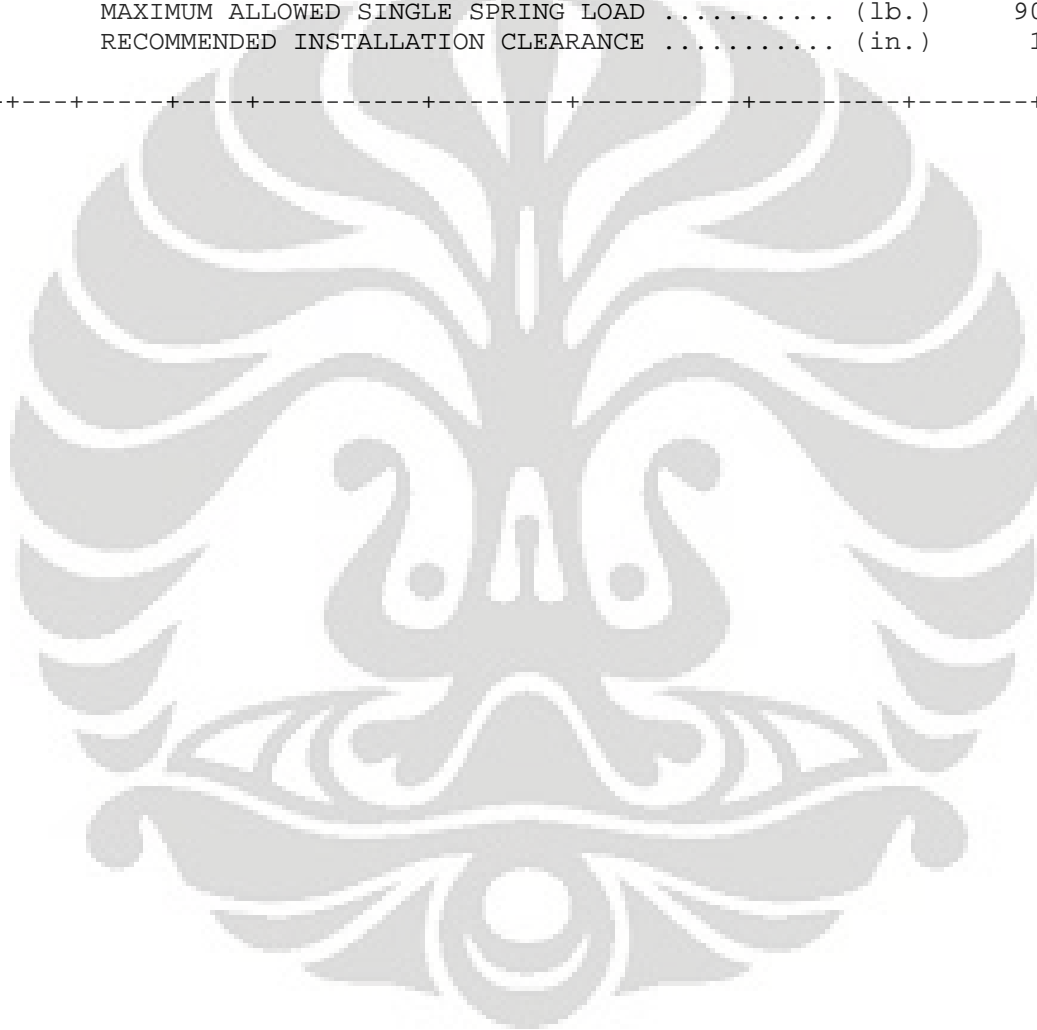
RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
Various Load Cases

NODE	Load Case	FX lb.	FY lb.	FZ lb.	MX ft.lb.	MY ft.lb.	MZ ft.lb.	DX in.	DY in.	DZ in.
	8 (OPE)	398	-1330	31	0.0	0.0	0.0	0.0148	-0.0000	0.0011
	9 (OPE)	424	-1437	79	0.0	0.0	0.0	0.0010	-0.0000	0.0002
	10 (OPE)	389	-1303	42	0.0	0.0	0.0	0.0151	-0.0000	0.0016
	11 (SUS)	-172	-1362	-3	0.0	0.0	0.0	-0.0002	-0.0000	-0.0000
	16 (OCC)	-179	-1645	82	0.0	0.0	0.0	-0.0046	-0.0000	0.0540
	17 (OCC)	-16	-1884	-2	0.0	0.0	0.0	0.0055	-0.0000	0.0000
	18 (OCC)	-174	-1477	32	0.0	0.0	0.0	-0.0011	-0.0000	0.0145
	19 (OCC)	-351	-3007	79	0.0	0.0	0.0	-0.0048	-0.0000	0.0540
	MAX	464/ 5	3007/ 19	169/ 7	0.0/ 3	0.0/ 3	0.0/ 3	0.0710/ 5	0.0000/ 19	0.0540/ 16
1760	Rigid ANC									
	3 (HYD)	80	-161	34	-4.8	-72.7	-128.4	0.0000	-0.0000	0.0000
	4 (OPE)	322	121	-23	-269.8	162.1	1062.9	0.0000	0.0000	-0.0000
	5 (OPE)	-478	-411	126	687.7	-607.7	-1855.7	-0.0000	-0.0000	0.0000
	6 (OPE)	349	192	-72	-181.6	307.4	1206.8	0.0000	0.0000	-0.0000
	7 (OPE)	48	-430	120	-356.0	-361.8	-640.5	0.0000	-0.0000	0.0000
	8 (OPE)	-514	-386	35	91.2	-118.8	-853.0	-0.0000	-0.0000	0.0000
	9 (OPE)	-420	-92	-55	132.2	184.1	23.5	-0.0000	-0.0000	-0.0000
	10 (OPE)	-490	-354	11	164.6	-65.5	-788.2	-0.0000	-0.0000	0.0000
	11 (SUS)	33	-190	8	-0.5	-18.1	-156.1	0.0000	-0.0000	0.0000
	16 (OCC)	-229	-656	1224	3177.6	-5208.5	-1107.1	-0.0000	-0.0000	0.0000
	17 (OCC)	186	396	5	-10.5	-17.4	1030.4	0.0000	0.0000	0.0000
	18 (OCC)	-23	-285	346	897.0	-1405.3	-351.4	-0.0000	-0.0000	0.0000
	19 (OCC)	-196	-846	1232	3177.2	-5226.7	-1263.2	-0.0000	-0.0000	0.0000
	MAX	514/ 8	846/ 19	1232/ 19	3177.6/ 16	5226.7/ 19	1855.7/ 5	0.0000/ 16	0.0000/ 7	0.0000/ 9

HANGER REPORT
(TABLE DATA FROM DESIGN RUNS)

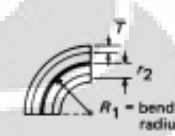
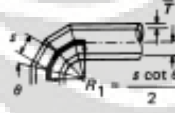
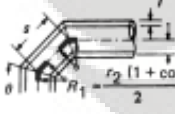
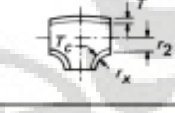
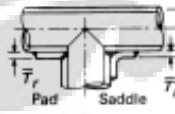
NO.	FIG.	VERTICAL	HOT	THEORETICAL	ACTUAL	SPRING	HORIZONTAL		
NODE	REQD	MOVEMENT	LOAD	INSTALLED	INSTALLED	RATE	MOVEMENT		
NO.	NO.	SIZE		LOAD	LOAD				
655	1	82	8	-0.052	760.	744.	0.	300.	0.061
		ANVIL							
									LOAD VARIATION = 2%

** VARIABLE SUPPORT SPRING DESIGNED SHORT RANGE
 MAXIMUM TABLE DISPLACEMENT RANGE (in.) 5.000
 MINIMUM ALLOWED SINGLE SPRING LOAD (lb.) 525.000
 MAXIMUM ALLOWED SINGLE SPRING LOAD (lb.) 900.000
 RECOMMENDED INSTALLATION CLEARANCE (in.) 10.438



APPENDIX D FLEXIBILITY AND STRESS INTENSIFICATION FACTORS

Table D300¹ Flexibility Factor, *k*, and Stress Intensification Factor, *i*

Description	Flexibility Factor, <i>k</i>	Stress Intensification Factor [Notes (2), (3)]		Flexibility Characteristic, <i>h</i>	Sketch
		Out-of-Plane, <i>i_o</i>	In-Plane, <i>i_i</i>		
Welding elbow or pipe bend [Notes (2), (4)-(7)]	$\frac{1.65}{h}$	$\frac{0.75}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\bar{T}R_1}{r^2}$	
Closely spaced miter bend $s < r_2 (1 + \tan \theta)$ [Notes (2), (4), (5), (7)]	$\frac{1.52}{h^{5/8}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\cot \theta}{2} \left(\frac{\bar{T}}{r_2} \right)$	
Single miter bend or widely spaced miter bend $s \geq r_2 (1 + \tan \theta)$ [Notes (2), (4), (7)]	$\frac{1.52}{h^{5/8}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{1 + \cot \theta}{2} \left(\frac{\bar{T}}{r_2} \right)$	
Welding tee per ASME B16.9 [Notes (2), (4), (6), (11), (13)]	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$3.1 \frac{\bar{T}}{r_2}$	
Reinforced fabricated tee with pad or saddle [Notes (2), (4), (8), (12), (13)]	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{(\bar{T} + \frac{1}{2} \bar{T}_r)^{1.5}}{\bar{T}^{1.5} r_2}$	

Lampiran 2 : Stress Intensification Factor

Table D300¹ Flexibility Factor, *k*, and Stress Intensification Factor, *I* (Cont'd)

Description	Flexibility Factor, <i>k</i>	Stress Intensification Factor (Notes (2), (3))		Flexibility Characteristic, <i>h</i>	Sketch
		Out-of-Plane, <i>i_o</i>	In-Plane, <i>i_i</i>		
Unreinforced fabricated tee [Notes (2), (4), (12), (13)]	1	$\frac{0.9}{h^{0.75}}$	$\frac{3}{4}i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{T}{r_2}$	
Extruded welding tee with $r_c \geq 0.05 D_o$ $T_c < 1.5 T$ [Notes (2), (4), (13)]	1	$\frac{0.9}{h^{0.75}}$	$\frac{3}{4}i_o + \frac{1}{4}$	$(1 + \frac{r_c}{2}) \frac{T}{r_2}$	
Welded-in contour insert [Notes (2), (4), (11), (13)]	1	$\frac{0.9}{h^{0.75}}$	$\frac{3}{4}i_o + \frac{1}{4}$	$3.1 \frac{T}{r_2}$	
Branch welded-on fitting (integrally reinforced) [Notes (2), (4), (9), (12)]	1	$\frac{0.9}{h^{0.75}}$	$\frac{0.9}{h^{0.75}}$	$3.3 \frac{T}{r_2}$	

Description	Flexibility Factor, <i>k</i>	Stress Intensification Factor, <i>I</i> [Note (1)]
Butt welded joint, reducer, or weld neck flange	1	1.0
Double-welded slip-on flange	1	1.2
Fillet welded joint, or socket weld flange or fitting	1	Note (14)
Lap joint flange (with ASME-B16.9 lap joint stub)	1	1.6
Threaded pipe joint or threaded flange	1	2.3
Corrugated straight pipe, or corrugated or creased bend [Note (10)]	5	2.5

Lampiran 2 : Stress Intensification Factor

Table D300¹ Flexibility Factor, k , and Stress Intensification Factor, i (Cont'd)

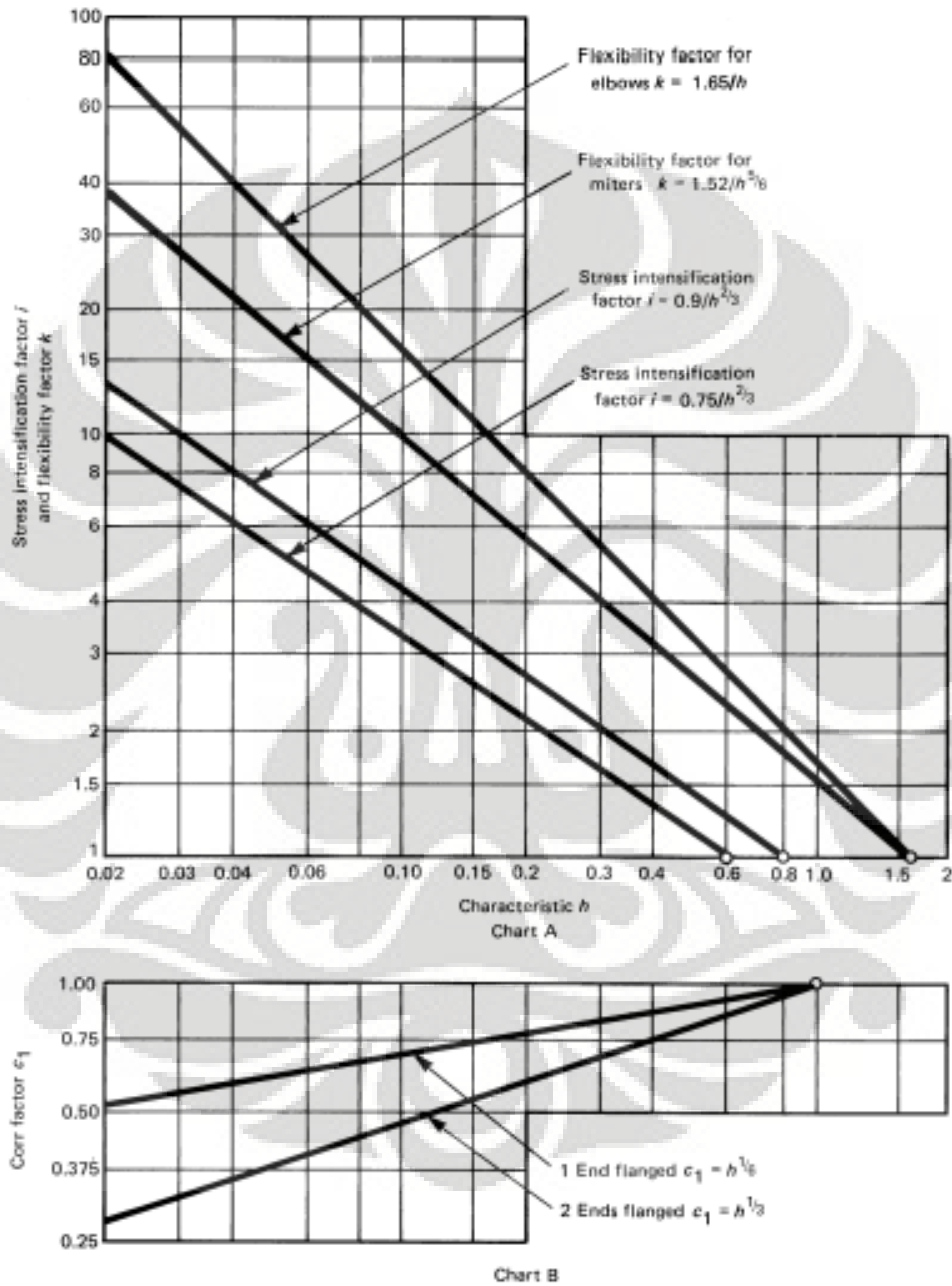


Table D300¹ Flexibility Factor, *k*, and Stress Intensification Factor, *i* (Cont'd)

NOTES:

- (1) Stress intensification and flexibility factor data in Table D300 are for use in the absence of more directly applicable data (see para. 319.3.6). Their validity has been demonstrated for $D/\bar{T} \leq 100$.
- (2) The flexibility factor, *k*, in the Table applies to bending in any plane. The flexibility factors, *k*, and stress intensification factors, *i*, shall not be less than unity; factors for torsion equal unity. Both factors apply over the effective arc length (shown by heavy centerlines in the sketches) for curved and miter bends, and to the intersection point for tees.
- (3) A single intensification factor equal to $0.9/h^{2/3}$ may be used for both *i_b* and *i_t* if desired.
- (4) The values of *k* and *i* can be read directly from Chart A by entering with the characteristic *h* computed from the formulas given above. Nomenclature is as follows:
 D_b = outside diameter of branch
 R_1 = bend radius of welding elbow or pipe bend
 r_c = see definition in para. 30A.3.4(c)
 r_2 = mean radius of matching pipe
 s = miter spacing at centerline
 \bar{T} = for elbows and miter bends, the nominal wall thickness of the fitting
 = for tees, the nominal wall thickness of the matching pipe
 T_c = crotch thickness of branch connections measured at the center of the crotch where shown in the sketches
 \bar{T}_r = pad or saddle thickness
 θ = one-half angle between adjacent miter axes
- (5) Where flanges are attached to one or both ends, the values of *k* and *i* in the Table shall be corrected by the factors *C_f*, which can be read directly from Chart B, entering with the computed *h*.
- (6) The designer is cautioned that cast butt-welded fittings may have considerably heavier walls than that of the pipe with which they are used. Large errors may be introduced unless the effect of these greater thicknesses is considered.
- (7) In large diameter thin-wall elbows and bends, pressure can significantly affect the magnitudes of *k* and *i*. To correct values from the Table, divide *k* by

$$1 + 6 \left(\frac{P}{E} \right) \left(\frac{r_2}{\bar{T}} \right)^{2/3} \left(\frac{R_1}{r_2} \right)^{3/5}$$

$$1 + 3.25 \left(\frac{P}{E} \right) \left(\frac{r_2}{\bar{T}} \right)^{2/3} \left(\frac{R_1}{r_2} \right)^{3/5}$$

divide *i* by

- For consistency, use kPa and mm for SI metric, and psi and in. for U.S. customary notation.
- (8) When \bar{T}_r is $> 1\frac{1}{2} \bar{T}$, use $h = 4 \bar{T}/r_2$.
 - (9) The designer must be satisfied that this fabrication has a pressure rating equivalent to straight pipe.
 - (10) Factors shown apply to bending. Flexibility factor for torsion equals 0.9.
 - (11) If $r_2 \geq \frac{1}{8} D_b$ and $T_c \geq 1.5 \bar{T}$, a flexibility characteristic of $4.4 \bar{T}/r_2$ may be used.
 - (12) The out-of-plane stress intensification factor (SIF) for a reducing branch connection with branch-to-run diameter ratio of $0.5 < d/D < 1.0$ may be nonconservative. A smooth concave weld contour has been shown to reduce the SIF. Selection of the appropriate SIF is the designer's responsibility.
 - (13) Stress intensification factors for branch connections are based on tests with at least two diameters of straight run pipe on each side of the branch centerline. More closely loaded branches may require special consideration.
 - (14) 2.1 max. or $2.1 \bar{T}/C_r$, but not less than 1.3. *C_r* is the fillet weld leg length (see Fig. 328.5.2C). For unequal leg lengths, use the smaller leg for *C_r*.

Lampiran 3 : API 610 - 2004 Nozzle Forces and Moments

5.5 External nozzle forces and moments

5.5.1 Steel and alloy steel horizontal pumps and their baseplates and vertically suspended pumps shall be designed for satisfactory performance if subjected to the forces and moments in Table 4. For horizontal pumps, two effects of nozzle loads are considered: Distortion of the pump casing (see 5.3.3 and 5.3.4) and misalignment of the pump and driver shafts (see 6.3.5).

5.5.2 Allowable forces and moments for vertical in-line pumps shall be twice the values in Table 4 for side nozzles.

5.5.3 For pump casings constructed of materials other than steel or alloy steel or for pumps with nozzles larger than DN 400 (NPS 16), the vendor shall submit allowable nozzle loads corresponding to the format in Table 4.

Table 4 — Nozzle loadings

	SI units								
	Nominal size of flange (DN)								
	50	80	100	150	200	250	300	350	400
Forces (N)									
Each top nozzle									
F_X	710	1 070	1 420	2 490	3 780	5 340	6 670	7 120	8 450
F_Y	580	890	1 160	2 050	3 110	4 450	5 340	5 780	6 670
F_Z	890	1 330	1 780	3 110	4 890	6 670	8 000	8 900	10 230
F_R	1 280	1 930	2 560	4 480	6 920	9 630	11 700	12 780	14 850
Each side nozzle									
F_X	710	1 070	1 420	2 490	3 780	5 340	6 670	7 120	8 450
F_Y	890	1 330	1 780	3 110	4 890	6 670	8 000	8 900	10 230
F_Z	580	890	1 160	2 050	3 110	4 450	5 340	5 780	6 670
F_R	1 280	1 930	2 560	4 480	6 920	9 630	11 700	12 780	14 850
Each end nozzle									
F_X	890	1 330	1 780	3 110	4 890	6 670	8 000	8 900	10 230
F_Y	710	1 070	1 420	2 490	3 780	5 340	6 670	7 120	8 450
F_Z	580	890	1 160	2 050	3 110	4 450	5 340	5 780	6 670
F_R	1 280	1 930	2 560	4 480	6 920	9 630	11 700	12 780	14 850
Moments (N·m)									
Each nozzle									
M_X	460	950	1 330	2 300	3 530	5 020	6 100	6 370	7 320
M_Y	230	470	680	1 180	1 760	2 440	2 980	3 120	3 660
M_Z	350	720	1 000	1 760	2 580	3 800	4 610	4 750	5 420
M_R	620	1 280	1 800	3 130	4 710	6 750	8 210	8 540	9 820

Lampiran 3 : API 610 - 2004 Nozzle Forces and Moments

Table 4 — Nozzle loadings (continued)

	US Customary units								
	Nominal size of flange (NPS)								
	≤ 2	3	4	6	8	10	12	14	16
Forces (lbf)									
Each top nozzle									
F_X	160	240	320	560	850	1 200	1 500	1 600	1 900
F_Y	130	200	260	460	700	1 000	1 200	1 300	1 500
F_Z	200	300	400	700	1 100	1 500	1 800	2 000	2 300
F_R	290	430	570	1 010	1 560	2 200	2 600	2 900	3 300
Each side nozzle									
F_X	160	240	320	560	850	1 200	1 500	1 600	1 900
F_Y	200	300	400	700	1 100	1 500	1 800	2 000	2 300
F_Z	130	200	260	460	700	1 000	1 200	1 300	1 500
F_R	290	430	570	1 010	1 560	2 200	2 600	2 900	3 300
Each end nozzle									
F_X	200	300	400	700	1 100	1 500	1 800	2 000	2 300
F_Y	160	240	320	560	850	1 200	1 500	1 600	1 900
F_Z	130	200	260	460	700	1 000	1 200	1 300	1 500
F_R	290	430	570	1 010	1 560	2 200	2 600	2 900	3 300
Moments (ft-lbf)									
Each nozzle									
M_X	340	700	980	1 700	2 600	3 700	4 500	4 700	5 400
M_Y	170	350	500	870	1 300	1 800	2 200	2 300	2 700
M_Z	260	530	740	1 300	1 900	2 800	3 400	3 500	4 000
M_R	460	950	1 330	2 310	3 500	5 000	6 100	6 300	7 200
NOTE 1	See Figures 20 through 24 for orientation of nozzle loads (X, Y and Z).								
NOTE 2	Each value shown above indicates range from minus that value to plus that value; for example 160 indicates a range from -160 to +160.								

5.5.4 The coordinate system(s) shown in Figures 20 through 24 shall be used to apply the forces and moments in Table 4.

5.5.5 Annex F gives methods of qualifying nozzle loads in excess of those in Table 4. These methods may be used if approved by the purchaser, and the purchaser should then direct the piping designer accordingly. The purchaser should be aware that the use of Annex F methods can result in up to 50 % greater misalignment than would occur using the loads of Table 4.

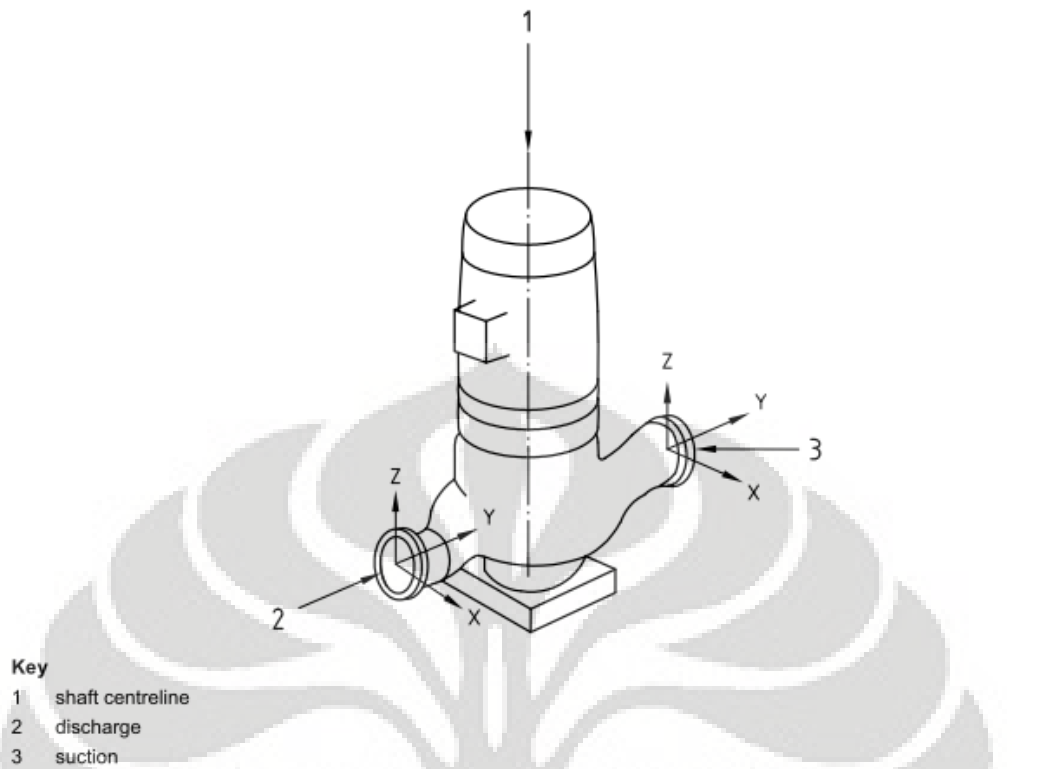


Figure 20 — Coordinate system for the forces and moments in Table 4 — Vertical in-line pumps

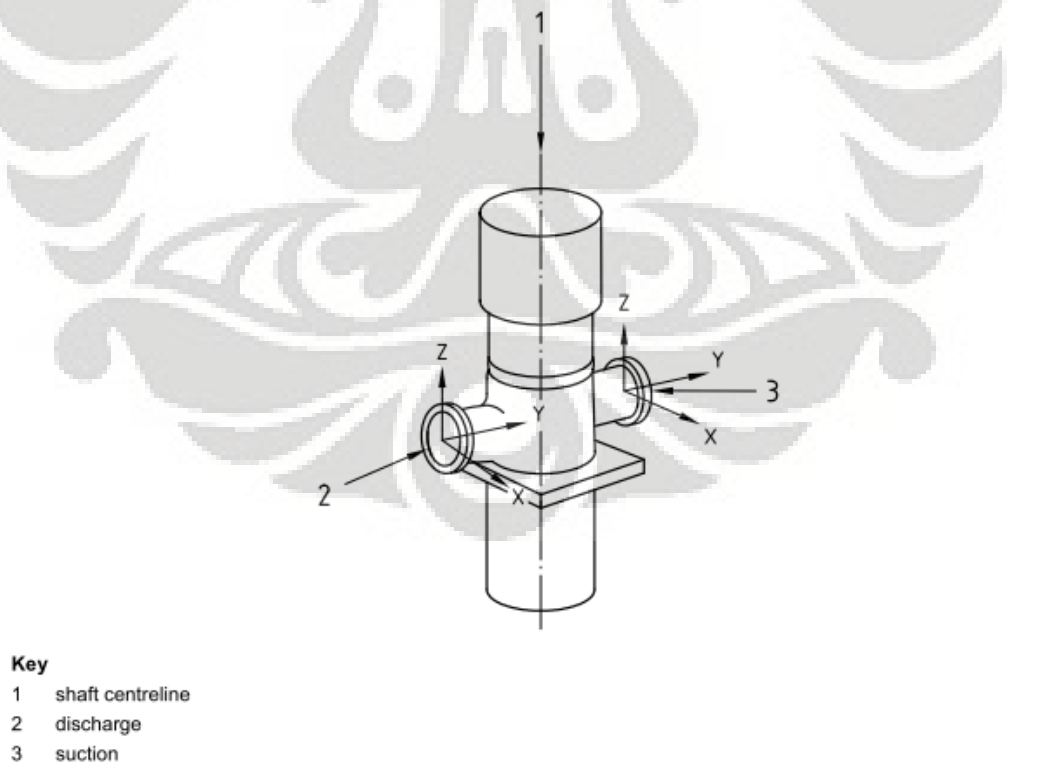


Figure 21 — Coordinate system for the forces and moments in Table 4 — Vertically suspended double-casing pumps

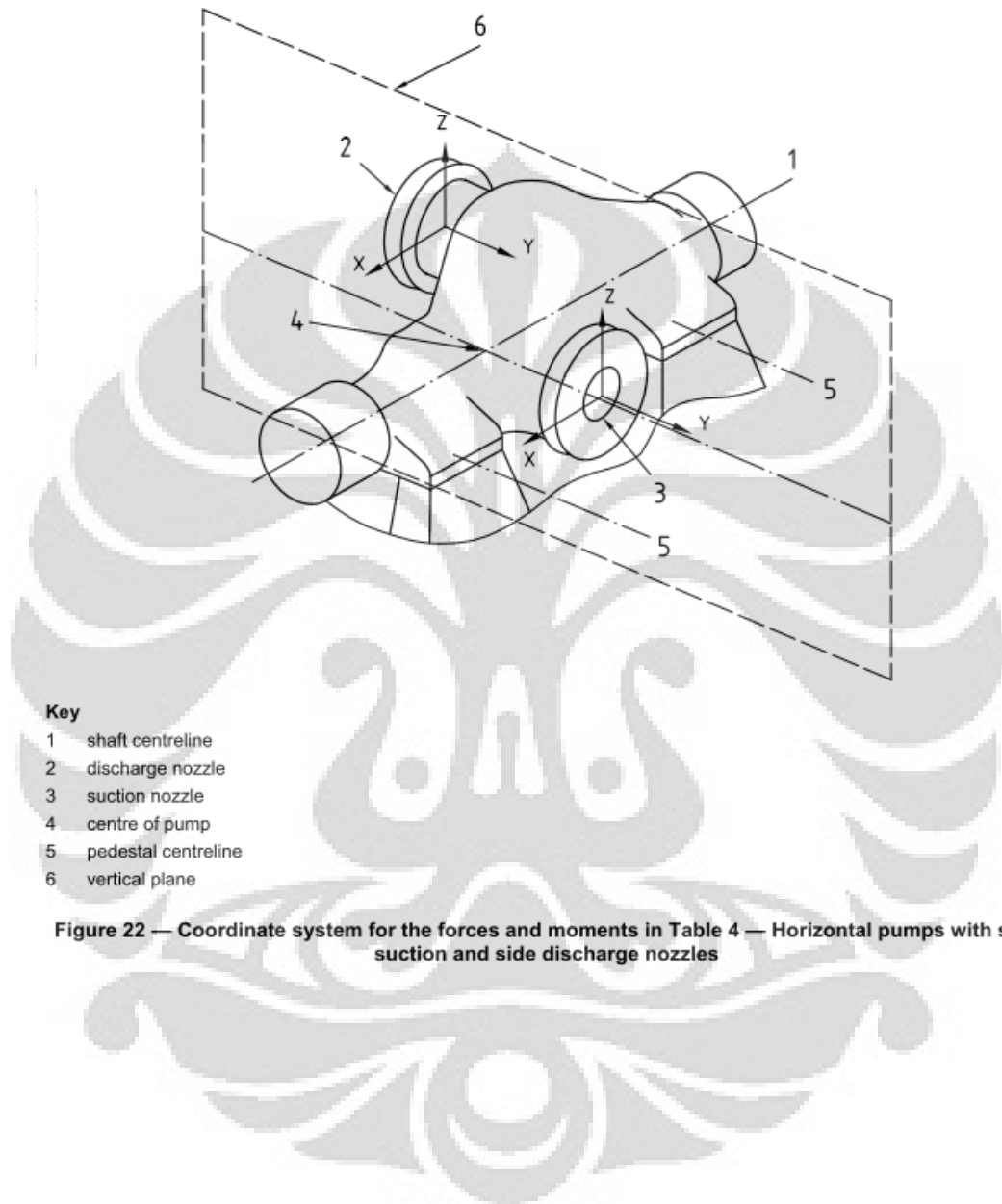
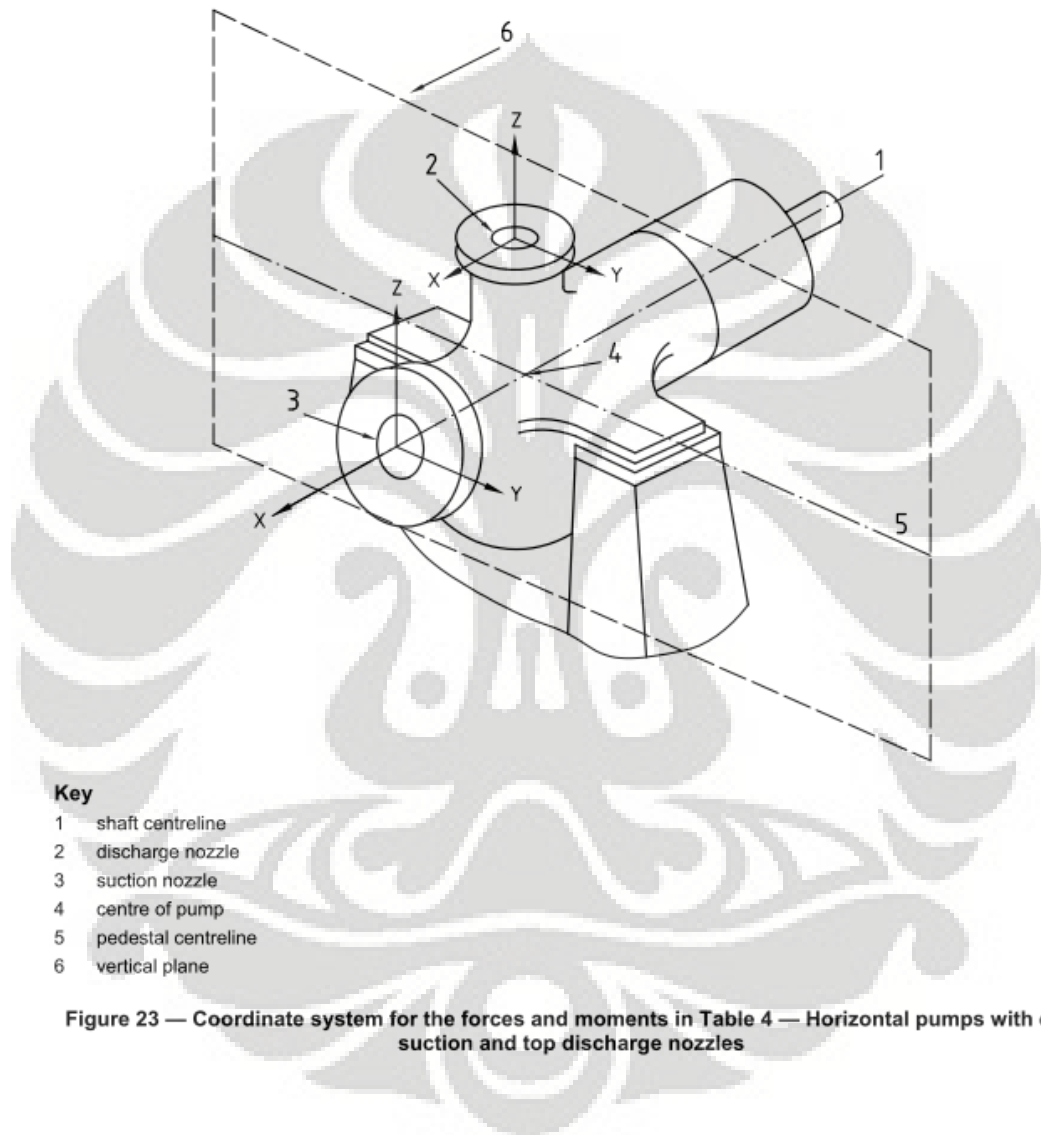
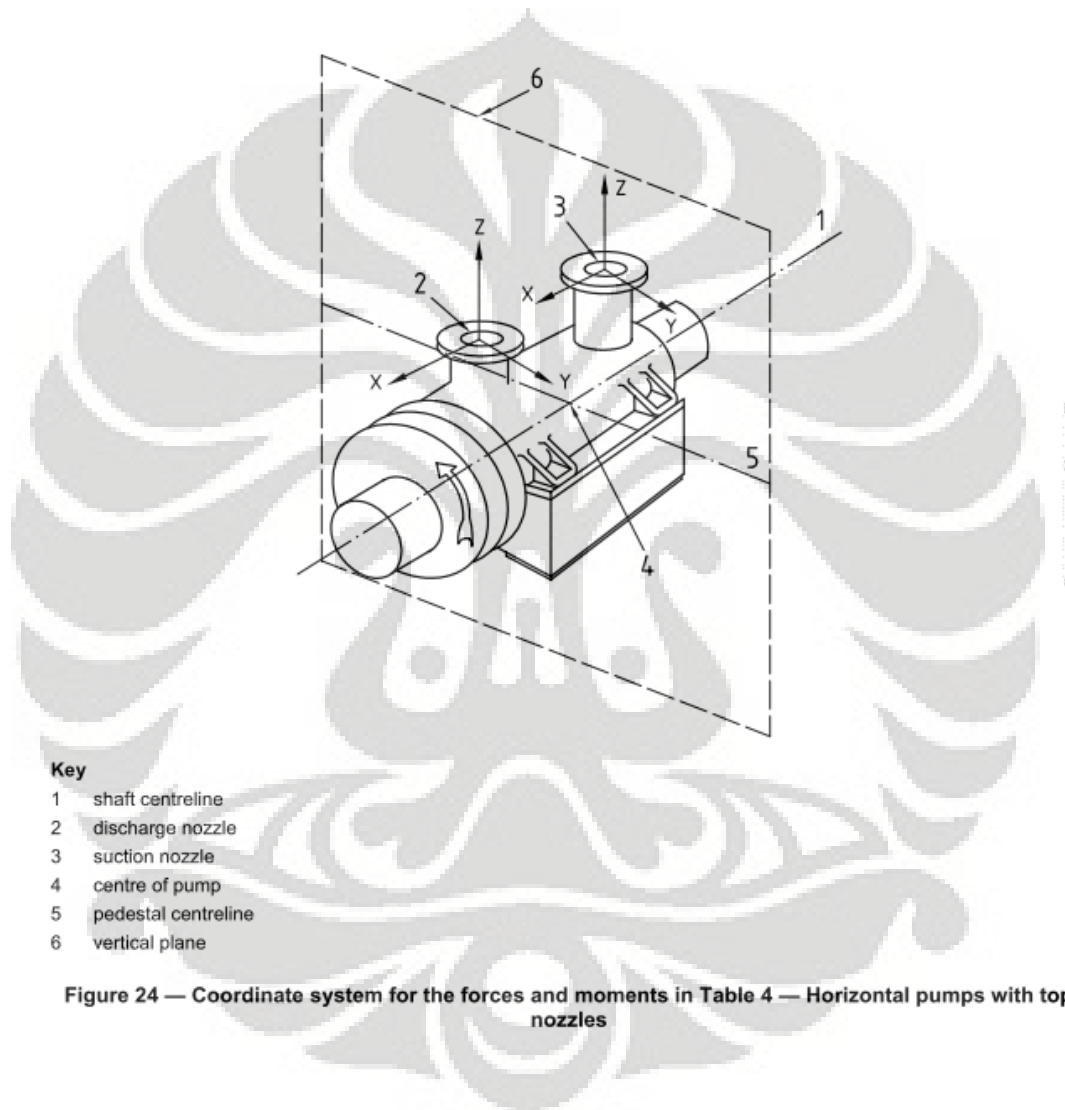


Figure 22 — Coordinate system for the forces and moments in Table 4 — Horizontal pumps with side suction and side discharge nozzles



- Key**
- 1 shaft centreline
 - 2 discharge nozzle
 - 3 suction nozzle
 - 4 centre of pump
 - 5 pedestal centreline
 - 6 vertical plane

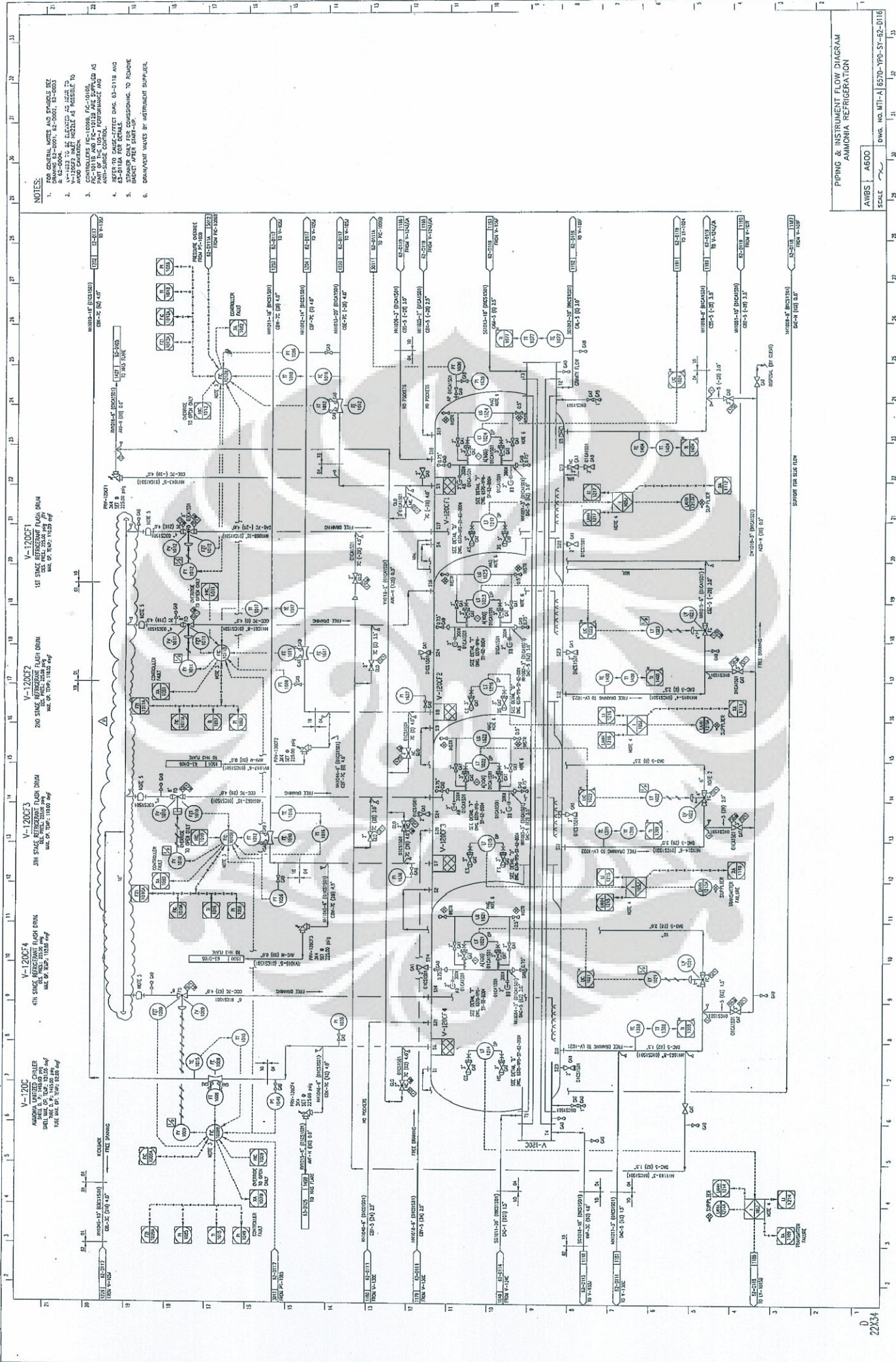
Figure 23 — Coordinate system for the forces and moments in Table 4 — Horizontal pumps with end suction and top discharge nozzles



- Key**
- 1 shaft centreline
 - 2 discharge nozzle
 - 3 suction nozzle
 - 4 centre of pump
 - 5 pedestal centreline
 - 6 vertical plane

Figure 24 — Coordinate system for the forces and moments in Table 4 — Horizontal pumps with top nozzles

LINE ID	PIPELINE DATA					DESIGN		TEST		FLEX TEMP degF		INSULATION			ORIGINATING P&ID NUMBER	OBJECT ENGINEERING (OE)
	SIZE in	CLASS	SCH/THK in	DES CODE	FLUID PHASE	PRESS psig %Vacuum	TEMP degF	MEDIUM	PRESS psig	HIGH	LOW	OPER TEMP degF	TYPE	THK inches		
NH1016	3	01C-A1S01	STD	ACD	L	0	110	X	0	110	86	90	N	0	1	4
NH1016	3	01C-A1S01	STD	CBS	L	240/100	110	H	360	250	-30	-28	5	3"	6	4
NH1016	8	01C-A1S01	STD	CBS	L	240/100	110	H	360	250	-30	-28	5	3"	6	4
NH1016	8	01C-A1S01	STD	CBS	L	240/100	110	H	360	250	-30	-28	5	3"	6	4
NH1016	8	01C-A1S01	STD	MBO	L	145	150	H	218	250	-30	-28	5	3"	6	4

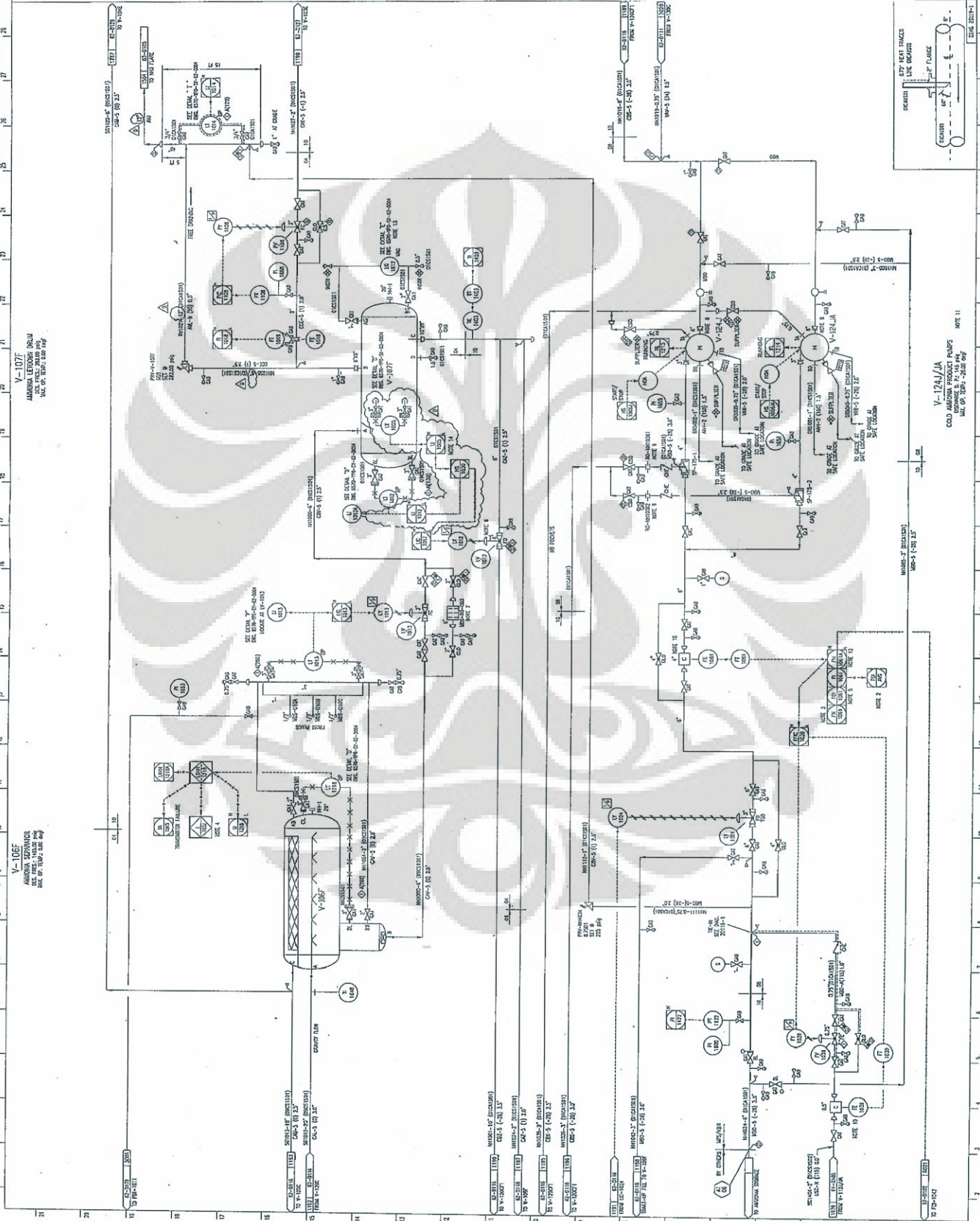


PIPING & INSTRUMENTATION FLOW DIAGRAM
AMMONIA REFRIGERATION

AWBS	A600
SCALE	1" = 10'-0"
DWG. NO.	MT-A-1570-YP-SY-02-0116

NOTES:

1. FOR GENERAL NOTES AND SYMBOLS SEE DRAWING 62-0001, 62-0002, 62-0003
2. CALCULATE INVENTORY PRODUCTION AVERAGE AND DISPLAY PROJECTED PRODUCTION FOR 24 HRS.
3. CALCULATE INVENTORY PRODUCTION AVERAGE AND DISPLAY PROJECTED PRODUCTION FOR 24 HRS.
4. REFER TO CAMEX AND CHECK DIAG. 62-0110 AND 62-0111 FOR DETAILS.
5. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR LAST 24 HOURS FOR MONTH.
6. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR LAST 24 HOURS FOR YEAR.
7. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR YEAR.
8. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR YEAR.
9. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR YEAR.
10. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR YEAR.
11. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR YEAR.
12. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR YEAR.
13. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR YEAR.
14. 24 HOUR PRODUCTION HISTORY FOR YEAR.



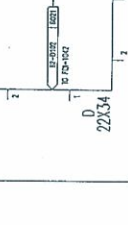
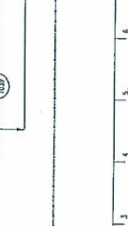
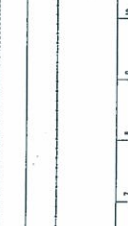
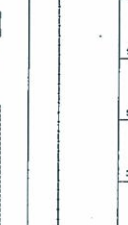
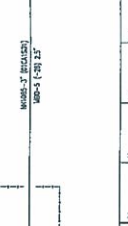
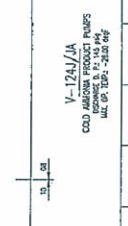
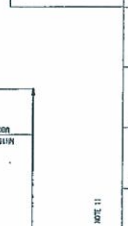
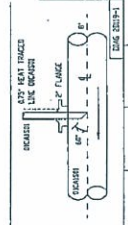
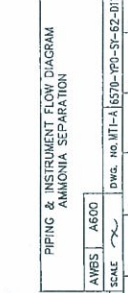
V-107F
AMMONIA LEAKAGE DRAW
DATE: 01-10-2009

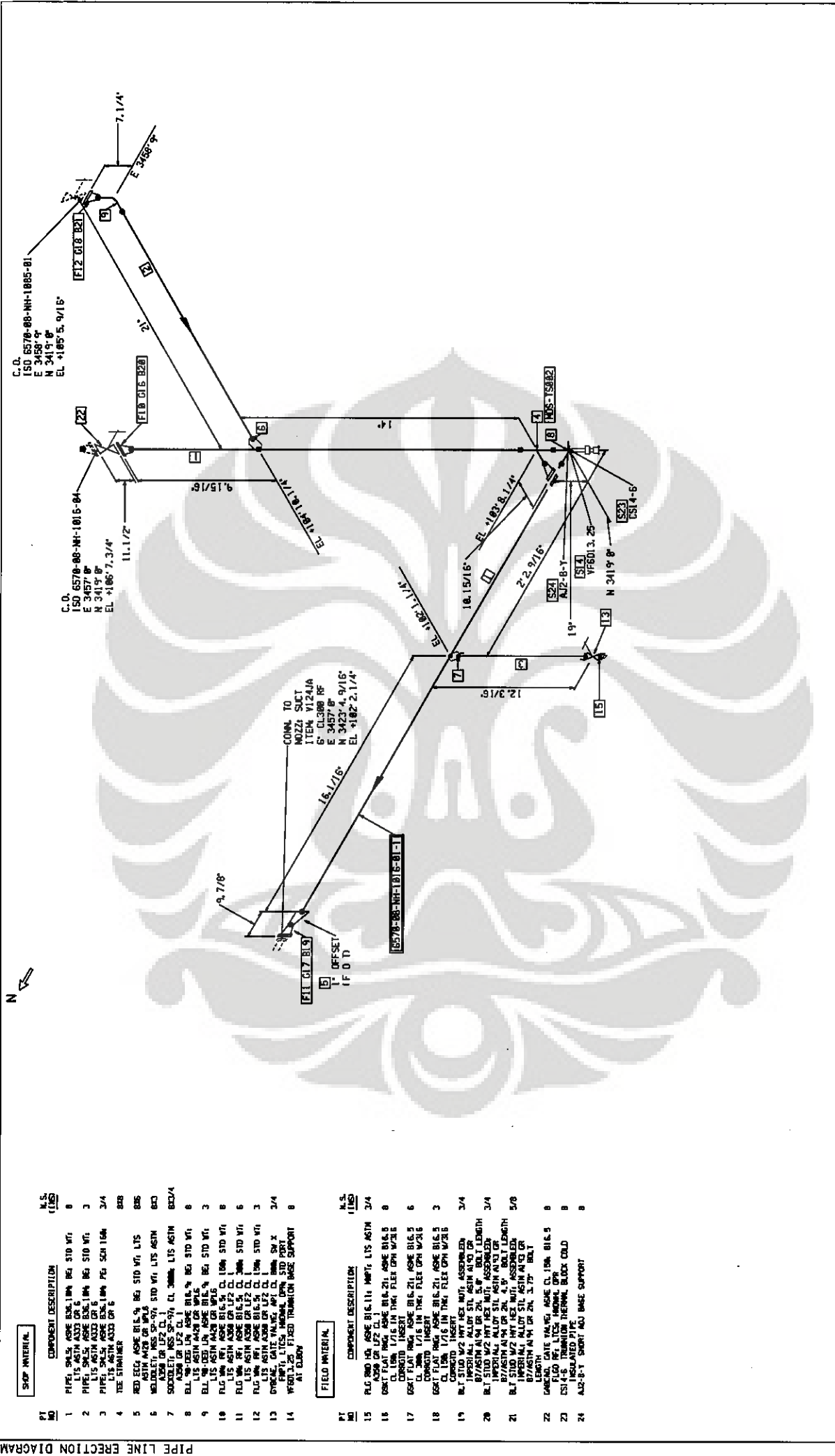
V-108F
AMMONIA STORAGE
DATE: 01-10-2009

V-109F
AMMONIA STORAGE
DATE: 01-10-2009

V-110F
AMMONIA STORAGE
DATE: 01-10-2009

V-111F
AMMONIA STORAGE
DATE: 01-10-2009





PIPE LINE ERECTION DIAGRAM

PT NO	COMPONENT DESCRIPTION	Q.S. (LBS)
1	PIPE, SMLS, ASME B31.1M, BEI STD WT,	8
2	PIPE, SMLS, ASME B31.1M, BEI STD WT,	3
3	PIPE, SMLS, ASME B31.1M, PES SCH 16M,	3/4
4	TEE, SWEET,	888
5	RED ELEC ASME B16.5, BEI STD WT, LTS	888
6	VALVE, GATE, ASME B16.5, STD WT, LTS, ASTM	880
7	SOCKET, MSS SP-97, CL 3000, LITS ASTM	880/4
8	ELL, LITS, ASTM A182, BEI STD WT,	8
9	ELL, W, DEE, LIT, ASME B16.5, BEI STD WT,	3
10	FLG, W, STD, ASME B16.5, CL 1500, STD WT,	8
11	FLG, W, STD, ASME B16.5, CL 3000, STD WT,	6
12	FLG, W, STD, ASME B16.5, CL 1500, STD WT,	3
13	CONV, LITS, W, ASME B16.5, CL 1500, STD WT,	3/4
14	WFLD, 3.25, FIXED TRUNNION BASE SUPPORT AT ELBOW	8

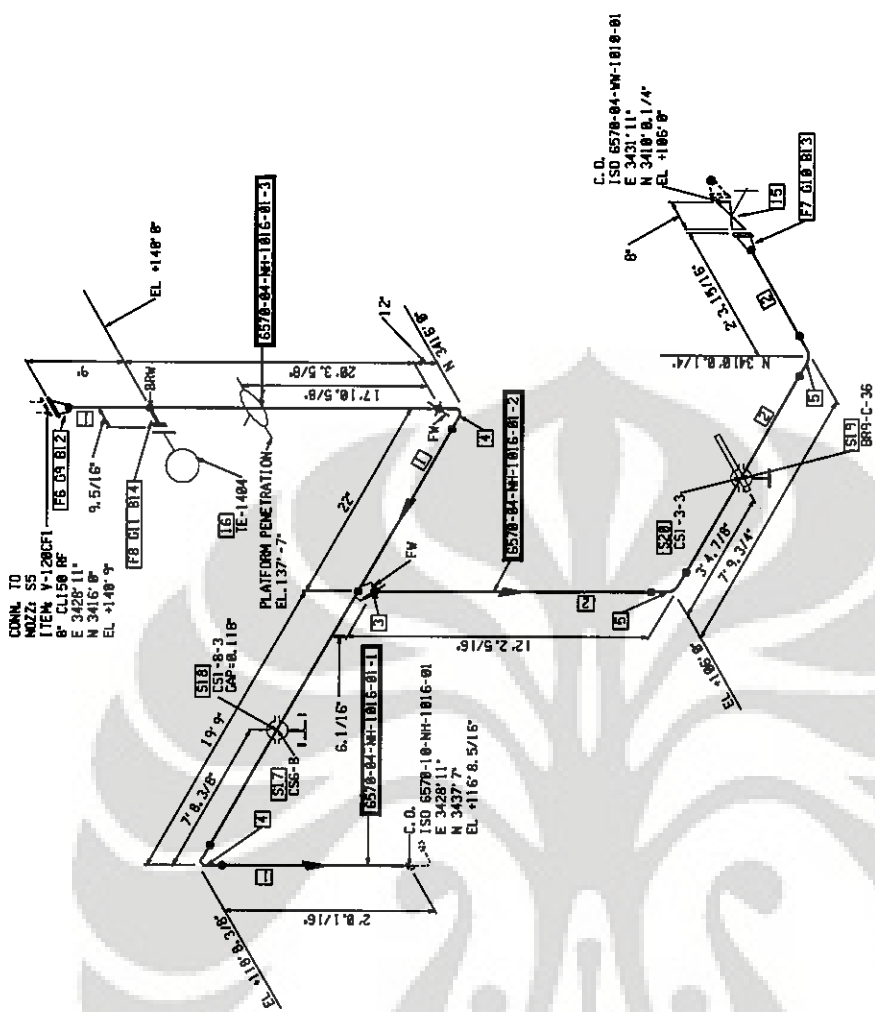
PT NO	COMPONENT DESCRIPTION	Q.S. (LBS)
15	FLG, STD, ASME B16.11, MPT, LITS, ASTM	3/4
16	CONV, FLAT, MPT, ASME B16.21, ASME B16.5, CL 1500, 1/16 IN THK, FLEX, OPN, W/SL	8
17	CONV, FLAT, MPT, ASME B16.21, ASME B16.5, CL 1500, 1/16 IN THK, FLEX, OPN, W/SL	6
18	CONV, FLAT, MPT, ASME B16.21, ASME B16.5, CL 1500, 1/16 IN THK, FLEX, OPN, W/SL	3
19	BLT, STD, W2, MPT, HEX, MPT, ASSEMBLY, IMPERIALS, ALLY, STD, ASTM A193 OR A194, 2 1/2 IN DIA, 5.0 FT LENGTH	3/4
20	BLT, STD, W2, MPT, HEX, MPT, ASSEMBLY, IMPERIALS, ALLY, STD, ASTM A193 OR A194, 2 1/2 IN DIA, 5.0 FT LENGTH	3/4
21	BLT, STD, W2, MPT, HEX, MPT, ASSEMBLY, IMPERIALS, ALLY, STD, ASTM A193 OR A194, 2 1/2 IN DIA, 5.0 FT LENGTH	5/8
22	WFLD, 3.25, FIXED TRUNNION BASE SUPPORT AT ELBOW	8
23	INSULATED PIPE	8
24	AUT-B-Y SHORT AGO BASE SUPPORT	8

62-0119	ISOMETRIC
PIPE SHEET	
AG000 MTI-A 6570-08-NH-1016-01	1 of 1
REV	

*SEE LINE LIST (MTI-A-6570-120-SY-0001) FOR ALL PROCESS INFORMATION

PIPE LINE ERECTION DIAGRAM

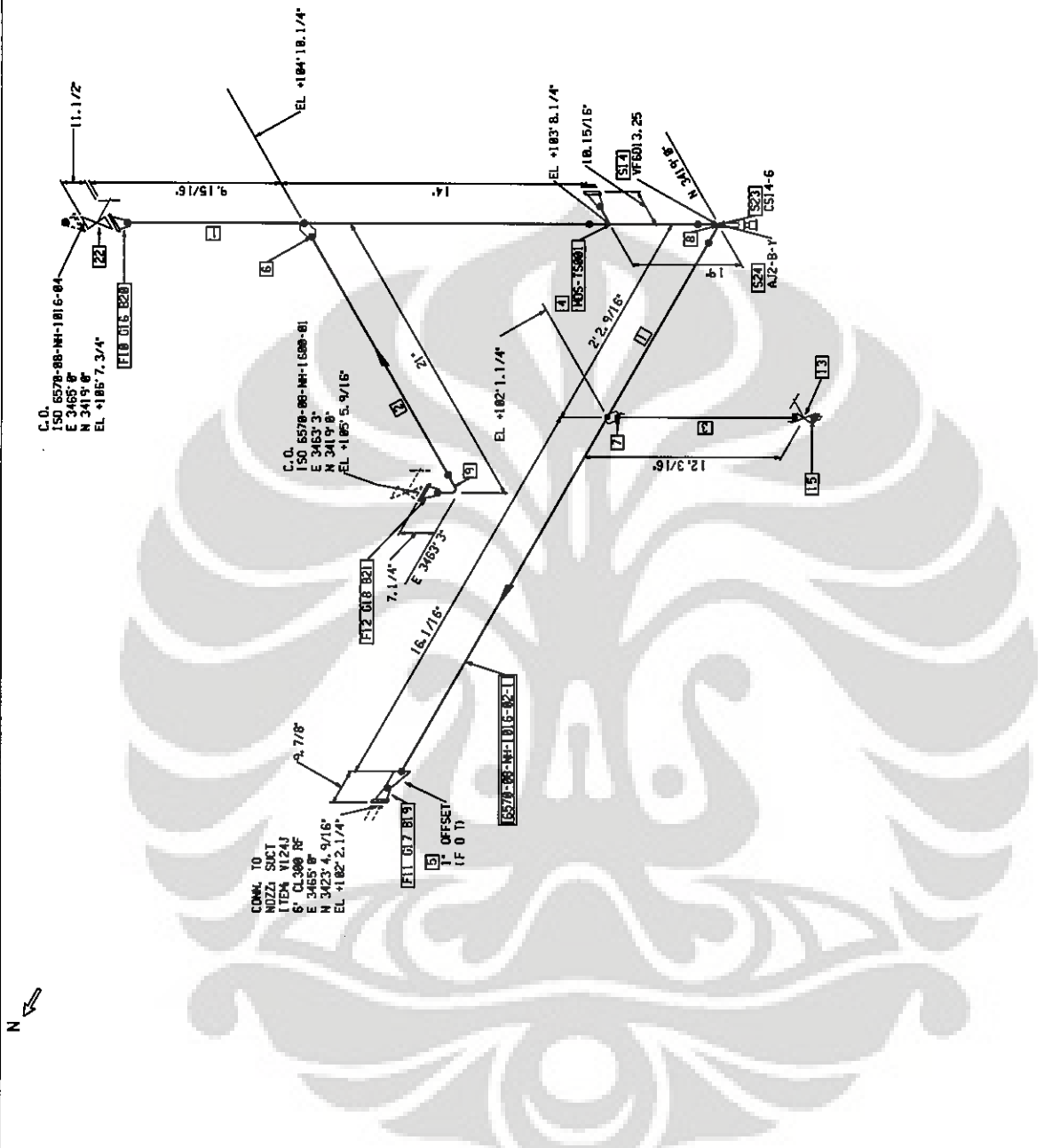
PT	NO	SHEP MATERIAL	COMPONENT DESCRIPTION	N.S. (LBS)
1	1	PIPE, 8" S.S. ASME B16.21 8" STD WT	PIPE, 8" S.S. ASME B16.21 8" STD WT	8
2	2	LTS ASTM A307 OR 5	LTS ASTM A307 OR 5	3
3	3	LTS ASTM A307 OR 6	LTS ASTM A307 OR 6	800
4	4	BOLTS 1/2" DIA. 19.9" STD WT, LTS ASTM A307 OR 5	BOLTS 1/2" DIA. 19.9" STD WT, LTS ASTM A307 OR 5	3
5	5	BOLTS 3/4" DIA. 19.9" STD WT, LTS ASTM A307 OR 6	BOLTS 3/4" DIA. 19.9" STD WT, LTS ASTM A307 OR 6	3
6	6	FLG W/ 8" DIA. ASME B16.5 CL. 150# STD WT	FLG W/ 8" DIA. ASME B16.5 CL. 150# STD WT	8
7	7	FLG W/ 8" DIA. ASME B16.5 CL. 150# STD WT	FLG W/ 8" DIA. ASME B16.5 CL. 150# STD WT	3
8	8	FLG LONG W/ 8" DIA. ASME B16.5 CL. 150# LTS 1.1/2	FLG LONG W/ 8" DIA. ASME B16.5 CL. 150# LTS 1.1/2	1.1/2
9	9	CSKRT FLAT RING ASME B16.21 ASME B16.5 CL. 150# 1/16" IN THK, FLEX CPR W/26	CSKRT FLAT RING ASME B16.21 ASME B16.5 CL. 150# 1/16" IN THK, FLEX CPR W/26	8
10	10	CSKRT INSERT B16.21 ASME B16.5 CL. 150# 1/16" IN THK, FLEX CPR W/26	CSKRT INSERT B16.21 ASME B16.5 CL. 150# 1/16" IN THK, FLEX CPR W/26	3
11	11	CSKRT FLAT RING ASME B16.21 ASME B16.5 CL. 150# 1/16" IN THK, FLEX CPR W/26	CSKRT FLAT RING ASME B16.21 ASME B16.5 CL. 150# 1/16" IN THK, FLEX CPR W/26	1.1/2
12	12	BOLT STD W/2 W/1 HEX W/1 ASSEMBLY IMPERIAL, ALLDY STL ASTM A193 OR 304, 3.5" BOLT LENGTH	BOLT STD W/2 W/1 HEX W/1 ASSEMBLY IMPERIAL, ALLDY STL ASTM A193 OR 304, 3.5" BOLT LENGTH	3/4
13	13	BOLT IMPERIAL, ALLDY STL ASTM A193 OR 304, 3.5" BOLT LENGTH	BOLT IMPERIAL, ALLDY STL ASTM A193 OR 304, 3.5" BOLT LENGTH	5/8
14	14	BOLT IMPERIAL, ALLDY STL ASTM A193 OR 304, 3.5" BOLT LENGTH	BOLT IMPERIAL, ALLDY STL ASTM A193 OR 304, 3.5" BOLT LENGTH	1/2
15	15	CARTRIDGE W/1 W/1 ASME B16.5 CL. 150# 1/16" IN THK, FLEX CPR W/26	CARTRIDGE W/1 W/1 ASME B16.5 CL. 150# 1/16" IN THK, FLEX CPR W/26	3
16	16	INSULATOR 1E-1404	INSULATOR 1E-1404	1.1/2
17	17	CSK-B LINE GUIDE FOR COLD INSULATED PIPE	CSK-B LINE GUIDE FOR COLD INSULATED PIPE	8
18	18	CS1-8-3 SHOE FOR COLD INSULATED PIPE	CS1-8-3 SHOE FOR COLD INSULATED PIPE	8
19	19	BR9-C-36 BRACKET BOLTED ON CONCRETE	BR9-C-36 BRACKET BOLTED ON CONCRETE	3
20	20	CS1-3-3 SHOE FOR COLD INSULATED PIPE	CS1-3-3 SHOE FOR COLD INSULATED PIPE	3



62-0116	ISOMETRIC
AG008	MTI-A 6570-04-NH-1016-01
REVISED NUMBER: 2-2007	

*SEE LINE LIST (MTI-A-6570-120-SI-0001) FOR ALL PROCESS INFORMATION

62-0119	ISOMETRIC
PLM SHEET	
A600	MTI-A 6570-08-NH-1016-02 0
	REVISION NUMBER - 0001



*SEE LINE LIST (MTI-A-6570-120-SI-0001) FOR ALL PROCESS INFORMATION

PT	MD	SHOP MATERIAL	COMPONENT DESCRIPTION	N.S. (LBS)
1	0	PIPE, 3/4", ASME B36.10M, BE, STD W/		0
2	3	PIPE, 3/4", ASME B36.10M, BE, STD W/		3
3	3/4	PIPE, 3/4", ASME B36.10M, PS, SCH 10M		3/4
4	0/8	TEE, STAINLESS		0/8
5	0/8	REDUCER, ASME B16.9, BE, STD W/ L/S		0/8
6	0/8	WELDED, MSS SP-97, STD W/ L/S, ASTM		0/8
7	0/8	SOCKET, MSS SP-97, CL 3000, L/S, ASTM		0/8
8	0	ELL, 90 DEG, L/S, ASME B16.9, BE, STD W/		0
9	0	ELL, 90 DEG, L/S, ASME B16.9, BE, STD W/		0
10	0	FLG, STD W/ L/S, ASME B16.9, BE, STD W/		0
11	6	FLG, STD W/ L/S, ASME B16.9, BE, STD W/		6
12	3	FLG, STD W/ L/S, ASME B16.9, BE, STD W/		3
13	3/4	FLG, STD W/ L/S, ASME B16.9, BE, STD W/		3/4
14	0	WELD, L/S, 3000, UPON, STD PORT		0

PT	MD	FIELD MATERIAL	COMPONENT DESCRIPTION	N.S. (LBS)
15	3/4	PLG, 1/2", ASME B16.11, NPT, L/S, ASTM		3/4
16	0	GRAT, FLAT, ASME B16.21, ASME B16.5		0
17	6	GRAT, FLAT, ASME B16.21, ASME B16.5		6
18	3	GRAT, FLAT, ASME B16.21, ASME B16.5		3
19	3/4	BLT, STD W/ L/S, HEX NUT, ASSEMBLED		3/4
20	3/4	BLT, STD W/ L/S, HEX NUT, ASSEMBLED		3/4
21	5/8	BLT, STD W/ L/S, HEX NUT, ASSEMBLED		5/8
22	0	GRAND, GATE VALVE, ASME B16.5		0
23	0	CS1-A-E TRUNKLINE THERMAL BLOCK COLD		0
24	0	A12-B-Y SHOT AU BASE SUPPORT		0

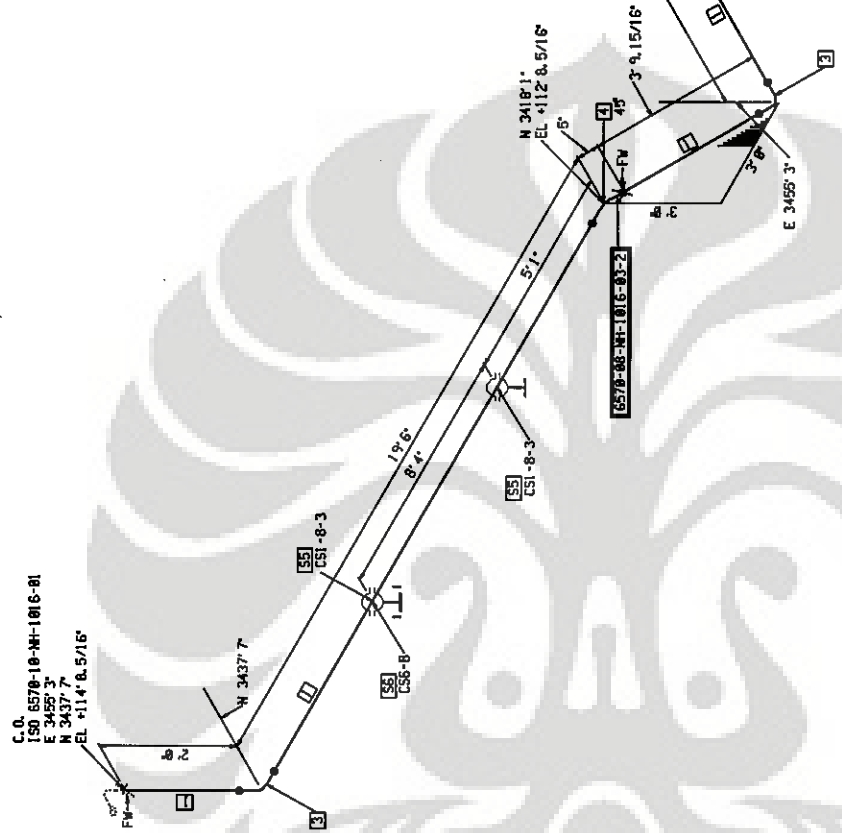
PIPE LINE ERECTION DIAGRAM

PT NO	SHOP MATERIAL	QTY	FIELD MATERIAL	QTY
1	PIPE, 3/4", ASME B36.10M B6, STD WT, L15 ASTM A337 OR E	0	CS1-8-3	0
2	SOCKET, MSS SP-97, EL. 3MM, L15 ASTM A337 OR L15 ASTM A337	0	CS6-B	0
3	ELL, L15 ASTM A337 OR WPL5, B6, STD WT	0	CS1-8-3	0
4	ELL, 45-DEG LRA, ASME B16.9, B6, STD WT, L15 ASTM A337 OR WPL5	0	CS1-8-3	0
5	CS1-8-3	0	CS1-8-3	0
6	CS6-B LINE GUIDE FOR COLD INSULATED PIPE	0	CS6-B	0

C.O. 6570-10-NH-1016-01
 I.S.D. 3435.3
 E 3437.7
 N 3437.7
 EL +114 0.5/16'

C.O. 6570-08-NH-1016-04
 I.S.D. 3461.0
 E 3461.0
 N 3416.1
 EL +109' 0.5/16'

C.O. 6570-08-NH-1016-03-1
 I.S.D. 3459.5
 E 3459.5
 N 3414.7
 EL +109' 0.5/16'



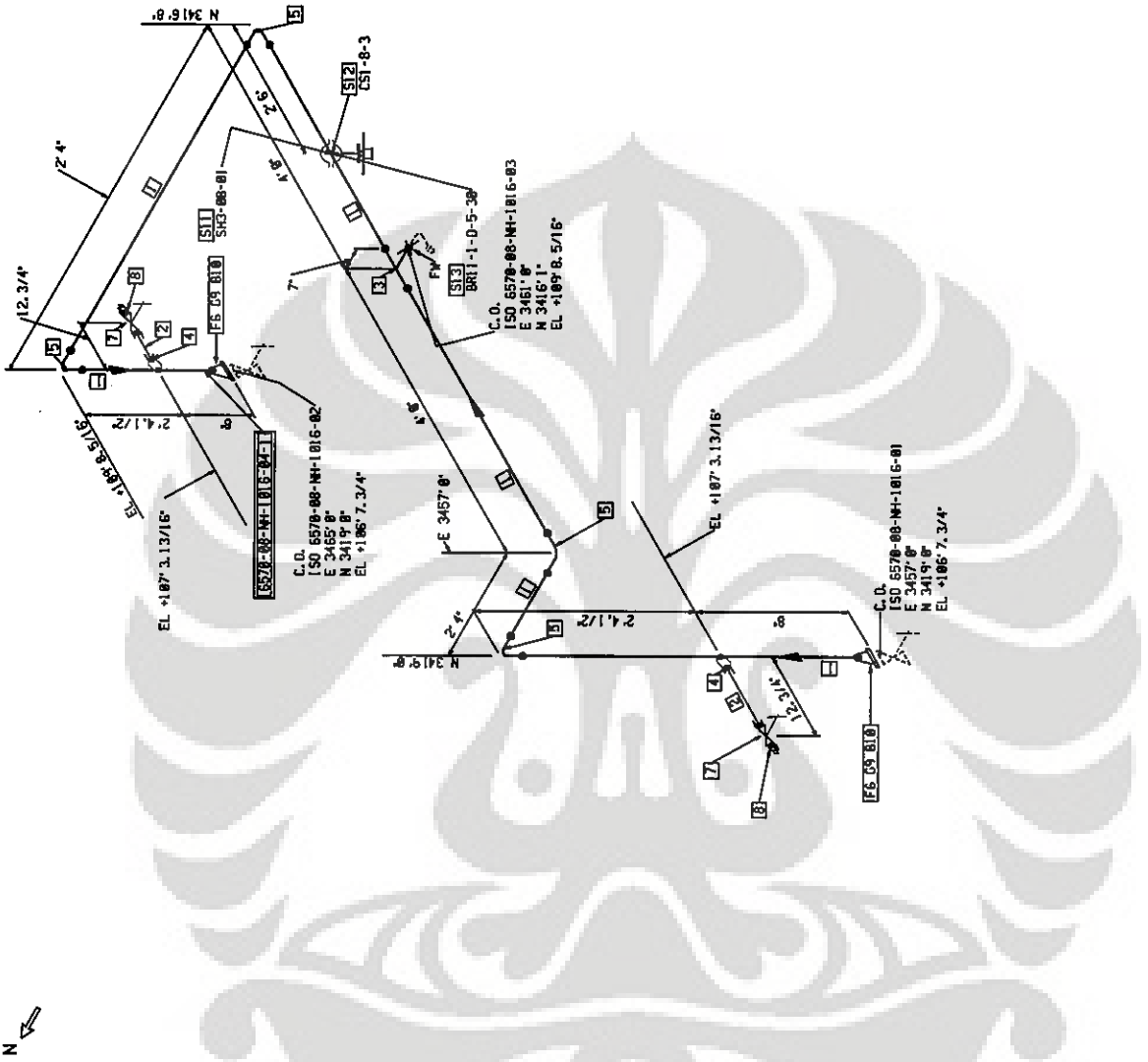
62-0119	ISOMETRIC
AG00	FLOW SHEET
MTI-A	6570-08-NH-1016-03
	1 of 1

*SEE LINE LIST (MTI-A-6570-120-SY-0001) FOR ALL PROCESS INFORMATION

PIPE LINE ERECTION DIAGRAM

PT	NO	SHIP MATERIAL	COMPONENT DESCRIPTION	N.S (TMS)
1	1	PIPE	PIPE, 3/4" ASME B36.10M BE STD WT	8
2	2	PIPE	PIPE, 1 1/2" ASME B36.10M BE STD WT	8
3	3	PIPE	PIPE, 2" ASME B36.10M BE STD WT	8
4	4	PIPE	PIPE, 3" ASME B36.10M BE STD WT	8
5	5	FLANGE	FLANGE, 3" ASME B16.5, 150 LB, 304 SS	8
6	6	FLANGE	FLANGE, 2" ASME B16.5, 150 LB, 304 SS	8
7	7	FLANGE	FLANGE, 1 1/2" ASME B16.5, 150 LB, 304 SS	8
8	8	FLANGE	FLANGE, 3/4" ASME B16.5, 150 LB, 304 SS	8
9	9	FLANGE	FLANGE, 1 1/2" ASME B16.5, 150 LB, 304 SS	8
10	10	FLANGE	FLANGE, 2" ASME B16.5, 150 LB, 304 SS	8
11	11	FLANGE	FLANGE, 3" ASME B16.5, 150 LB, 304 SS	8
12	12	FLANGE	FLANGE, 4" ASME B16.5, 150 LB, 304 SS	8
13	13	FLANGE	FLANGE, 6" ASME B16.5, 150 LB, 304 SS	8

PT	NO	FIELD MATERIAL	COMPONENT DESCRIPTION	N.S (TMS)
1	1	PLATE	PLATE, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
2	2	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
3	3	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
4	4	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
5	5	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
6	6	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
7	7	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
8	8	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
9	9	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
10	10	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
11	11	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
12	12	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8
13	13	BRACKET	BRACKET, 1/4" THK, 18" X 18" X 1/4"	8

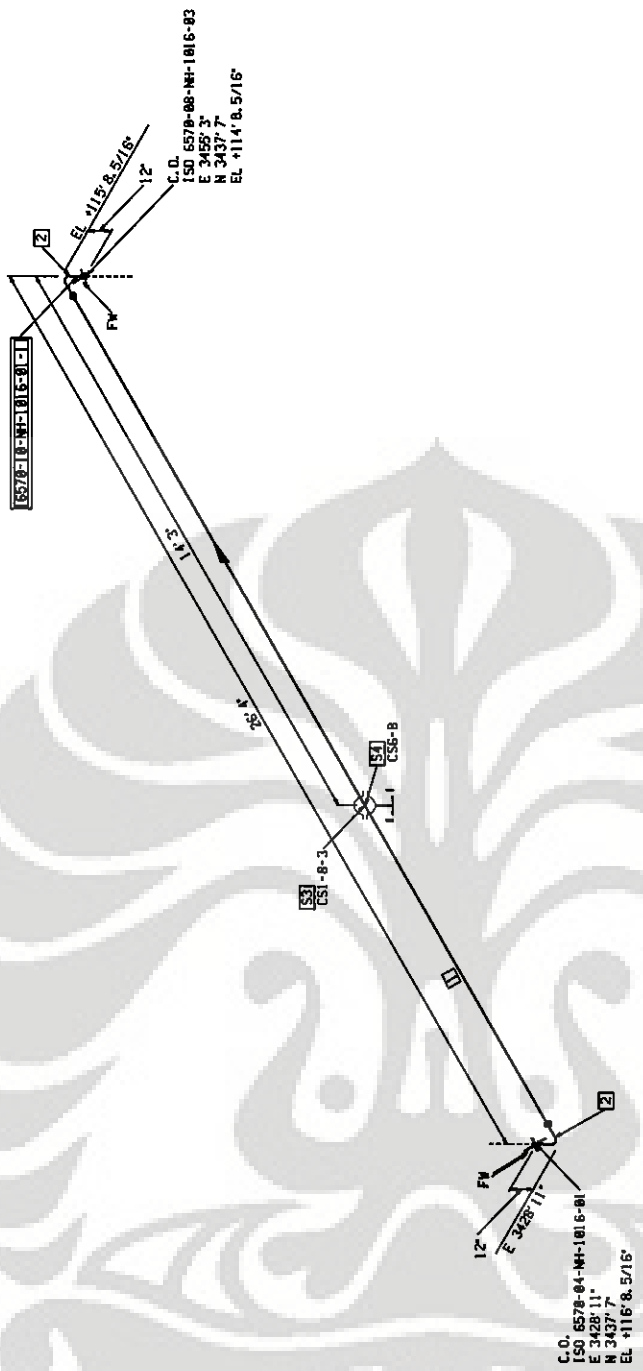


62-0119	ISOMETRIC
AS08	MTI-A 6570-08-NH-1016-04 1 of 1
AS08	MTI-A 6570-08-NH-1016-04 1 of 1

*SEE LINE LIST (MTI-A-6570-120-SY-0001) FOR ALL PROCESS INFORMATION

PIPE LINE ERECTION DIAGRAM

PT NO	SHOP MATERIAL	COMPONENT DESCRIPTION	QTY	U.S. (LBS)
1	PIPE, 3/4" SCH. 40E GALV. BEG. STD. WT.		8	
2	ELL. 90 DEG. L.A. 3/4" SCH. 40E GALV. BEG. STD. WT. LITS ASTM A233 OR WPLG		8	
3	PIPE, 3/4" SCH. 40E GALV. BEG. STD. WT.		8	
4	ELL. 90 DEG. L.A. 3/4" SCH. 40E GALV. BEG. STD. WT. LITS ASTM A233 OR WPLG		8	



62-0116	ISOMETRIC
PLUM SHEET	
AG00	MTI-A 6578-10-NH-1016-01 [0] 0
REV	REVISION NUMBER - SHEET

*SEE LINE LIST (MTI-A-6578-129-ST-0001) FOR ALL PROCESS INFORMATION

Lampiran 7 : Ammonia Unitized Chiller Drawing

GENERAL NOTES

- ALL DIMENSIONS GIVEN ARE IN FEET AND INCHES.
- ALL BOLT HOLES TO STRADDLE VERTICAL AND HORIZONTAL CENTRAL LINES.
- ALL CHANNEL HEADS, AND ALL CHANNEL END VIEW PENETRATIONS INTO INTERNAL AND EXTERNAL CHANNELS, AND ALL CHANNEL END VIEW PENETRATIONS INTO TUBESHEETS, TO BE WELDED INTO INTERMEDIATE TUBESHEETS.
- BOLL OUTER TUBES INTO INTERMEDIATE TUBESHEETS.
- STRESSER WELD AND BOLL OUTER TUBES INTO PRIMARY TUBESHEETS.
- SEE DRAWING 6570-MC-7-MC-052 FOR MATERIALS OF CONSTRUCTION.
- EACH BOLL 120-CF1, 052, AND 054 SHALL BE TESTED SEPARATELY.
- DESIGN SHALL BE FOR ALTERNATE CONDITION OF 25 PSIG AT -28°F.
- DESIGN INTERNAL HEADS FOR 75 PSI DIFFERENTIAL PRESSURE ON THE CONDENSE SIDE.
- DESIGN TUBES AND SECONDARY TUBESHEETS FOR 75 PSI DIFFERENTIAL PRESSURE.
- VENDOR TO DESIGN AND PROVIDE UNIT LIFTING LUGS.

DESIGN DATA

TUBE SIZE		SHELL SIZE	
DESIGN PRESSURE	PSIG 1485 (NOTE J)	DESIGN PRESSURE	PSIG 120-CF1 120-CF2 120-CF4
DESIGN TEMPERATURE	°F -28/150	DESIGN TEMPERATURE	°F -28/150
CORROSION ALLOWANCE	IN 1/8	CORROSION ALLOWANCE	IN 1/8
NUMBER OF PASSES	ONE	NUMBER OF PASSES	ONE

SPECIAL	
TEMA TYPE	RT-3 (SHELL) & RT-1 (CHANNELS)
RADIOGRAPH	YES - CHANNELS
P.W.R.T.	YES - CHANNELS
ESTIMATED WEIGHTS	433,000 LBS
SHIPPING	914,300 LBS
PULL UP WATER	750,100 LBS
OPERATING	

NOTES & TABLE OF CONNECTIONS

- SUPPLY BLIND FLANGE, RATS AND GASKETS
- FURNISH WAREHOUSE DRIP (SEE DETAIL 'P')
- FURNISH 6 IN. LONG THROUGH PIPE NIPPLE W/20P
- INSULATION SHALL BE 2 IN. LONG SINK-HAVE
- INSULATION SHALL BE 2 IN. LONG SINK-HAVE
- WITH INTERNAL DEFLECTOR BOX (SEE DETAIL 'J')
- ON DNG. 6570-MC-7-MC-052
- WITH ANTI-SIPHON BUBBLE (SEE DNG. 6570-MC-7-MC-052)
- WITH INTERNAL DEFLECTOR BOX (SEE DETAIL 'J')
- WITH ANTI-SIPHON BUBBLE (SEE DNG. 6570-MC-7-MC-052)
- INTERNAL PIPING USE DNG. 6570-MC-7-MC-052
- STUB END WELD BEVEL DETAILS PER MBR

ALL DIMENSIONS SHOWN ON THIS DRAWING ARE UNLESS OTHERWISE SPECIFIED. ALL DIMENSIONS AND TOLERANCES MUST BE CHECKED BY THE VENDOR FOR THE SPECIFIED DESIGN CONDITIONS. THE VENDOR SHALL BE RESPONSIBLE FOR THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE EXCHANGER IN ACCORDANCE WITH THE RULES OF ASME CODE.

NO.	DESCRIPTION	DATE	BY	CHKD.
1	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN
2	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN
3	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN
4	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN
5	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN
6	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN
7	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN
8	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN
9	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN
10	ISSUED FOR FABRICATION	05/10/05	J. BROWN	J. BROWN

Keith Brown & Root
 Incubator Engineering Center
 Incubator Engineering

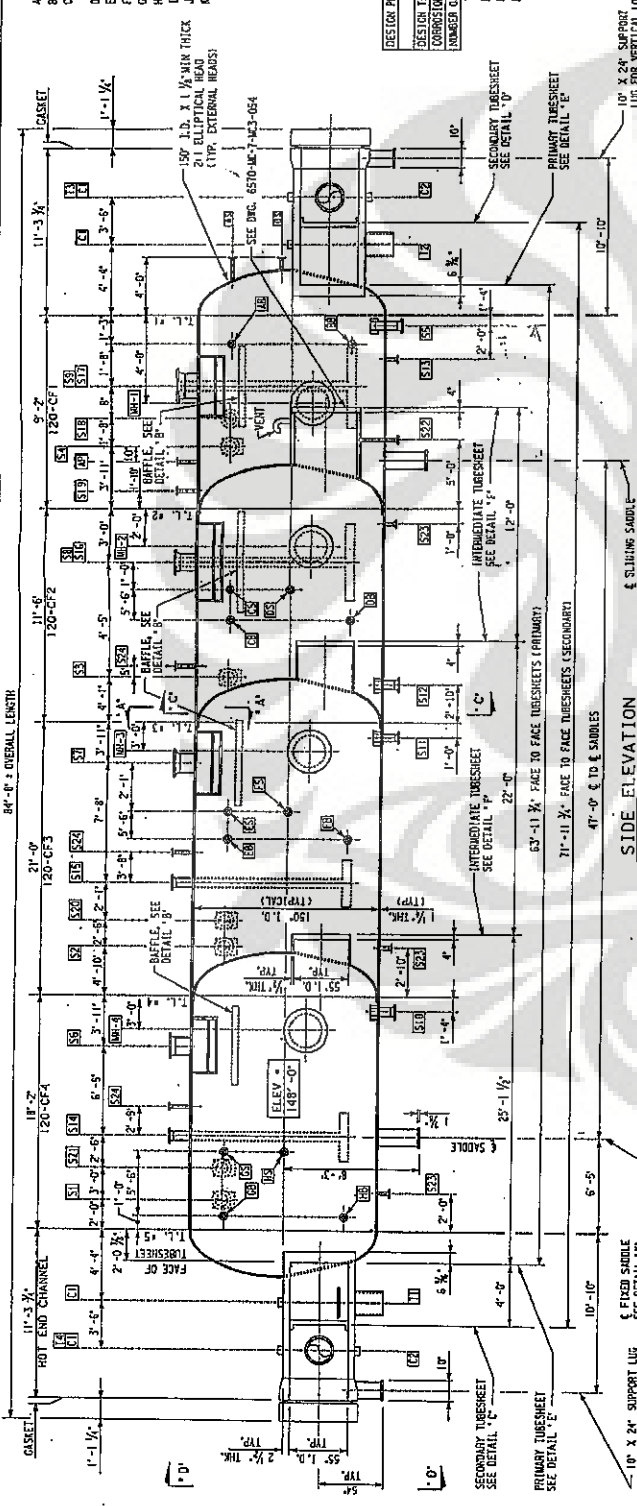
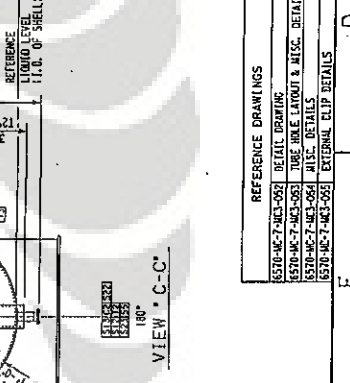
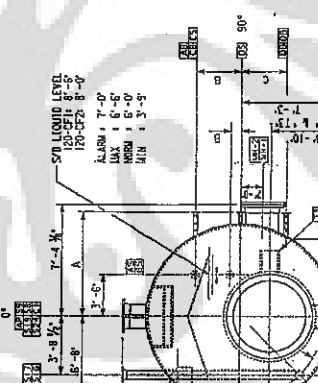


TABLE OF CONNECTIONS

SYMBOL	SIZE (INCH)	RATING	FACE	SERVICE
S1	10"	150#	R.F.	WAPOR / LIQUID INLET
S2	10"	150#	R.F.	WAPOR / LIQUID INLET
S3	10"	150#	R.F.	WAPOR / LIQUID INLET
S4	10"	150#	R.F.	WAPOR / LIQUID INLET
S5	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S6	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S7	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S8	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S9	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S10	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S11	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S12	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S13	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S14	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S15	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S16	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S17	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S18	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S19	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S20	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S21	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S22	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S23	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S24	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S25	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S26	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S27	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S28	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S29	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S30	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S31	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S32	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S33	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S34	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S35	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S36	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S37	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S38	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S39	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S40	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S41	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S42	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S43	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S44	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S45	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S46	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S47	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S48	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S49	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S50	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S51	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S52	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S53	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S54	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S55	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S56	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S57	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S58	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S59	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S60	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S61	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S62	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S63	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S64	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S65	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S66	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S67	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S68	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S69	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S70	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S71	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S72	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S73	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S74	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S75	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S76	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S77	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S78	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S79	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S80	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S81	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S82	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S83	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S84	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S85	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S86	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S87	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S88	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S89	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S90	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S91	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S92	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S93	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S94	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S95	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S96	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S97	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S98	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S99	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET
S100	8"	150#	R.F.	LIQUID OUTLET

SIDE ELEVATION

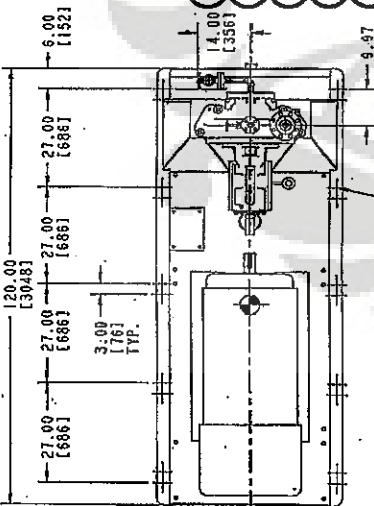


NOZZLE	LOCATION	INSULATION BY OTHERS
A	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
B	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
C	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
D	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
E	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
F	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
G	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
H	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
I	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
J	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
K	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
L	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
M	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
N	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
O	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
P	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
Q	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
R	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
S	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
T	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
U	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
V	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
W	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
X	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
Y	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO
Z	10" X 24" SUPPORT LUG FOR VERTICAL LOADING	NO

ITEM	NO. NUMBER	DESCRIPTION
1	6570-MC-7-MC-051	ASSEMBLY DRAWING
2	6570-MC-7-MC-052	ASSEMBLY DRAWING
3	6570-MC-7-MC-053	ASSEMBLY DRAWING
4	6570-MC-7-MC-054	ASSEMBLY DRAWING
5	6570-MC-7-MC-055	EXTERNAL CLIP DETAILS

VENDOR TO CHECK POSSIBILITY TO REDUCE TO 110"

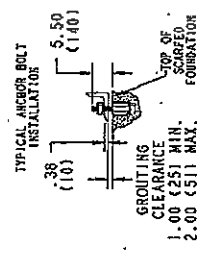
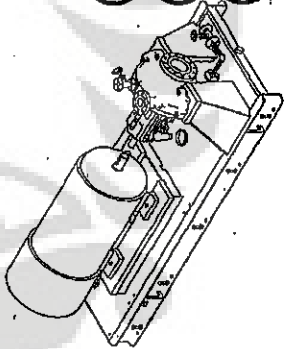
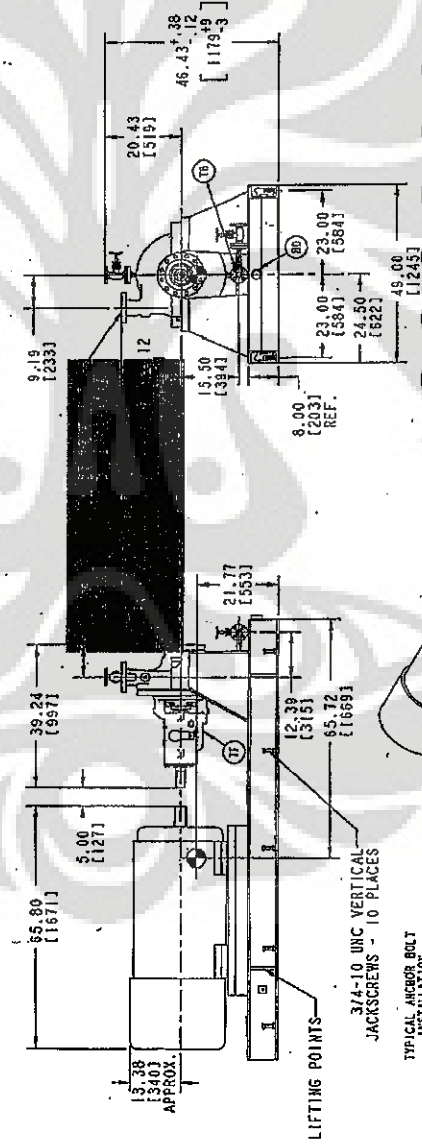
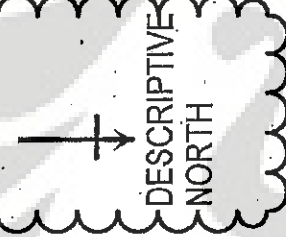
SUPPLIER TO INCLUDE MAJOR CONNECTIONS, SUCTION/DISCHARGE TO CONNECTION TABLE



NO	SIZE	TYPE	QTY	PURPOSE	STATUS	FOR USE BY
1				CASING VENT	COVERED	CUSTOMER
2				CASING DRAIN	COVERED	CUSTOMER
3				BEARING FRAME DRAIN	PLUGGED	CUSTOMER
4				MECHANICAL SEAL FLUSH CONNECTION	PLUGGED	CUSTOMER
5				BASEPLATE DRAIN	*****	CUSTOMER

NOTES

- FLANGES CONFORM TO ASST BIS.S. BOLT HOLES STRADDLE.
- ROTATION CEN VIEWED FROM COUPLING END.
- DIMENSIONAL TOLERANCE TO PIPED CONNECTIONS IS ±0.00 (13) EXCEPT FOR PUMP SUCTION AND DISCHARGE.
- BASEPLATE IS SUPPLIED WITH MOTOR ALIGNMENT WRENCH (NOT SHOWN).
- REFER TO MECHANICAL SEAL DRAWING FOR MOTOR VENT & DRAIN IS 3/4" SCH. 160 SILESS PIPE. WITH FLANGED VALVES AT TERMINATION POINTS.
- SEAL PIPING PLANS WILL BE ADDED ONCE REVIEW OF THE RESERVATOR HAS BEEN DONE.



SCALE 0.040

GROUP: LX	MODEL: 3700	SIZE: 3.0-1.7
LUBRICATION: DMS OIL		
BEARING ARRANGEMENT: BALL/BALL		
BASEPLATE: FABRICATED STEEL		
MOTOR SPECIFICATIONS		
MFR: SIEMENS	FRAME: 5615	
POWER: 300 HP	PH: 3400	
PHASE: 3	VOLTS: 400V	
REVIZ: 40		
EXCLOSURE: TEFC		
COUPLING SPECIFICATIONS		
MFR: HENDRIM	SIZE: 0135	
TYPE: 100		
MECHANICAL SEAL SPECIFICATIONS		
MFR: 3000		
TYPE: 3000		
CLAMP TYPE: BARBARA INBOARD		

ITEM	WT	UNIT
100	185	LB
101	175	LB
102	21	LB
103	21	LB
104	52	LB
105	34	LB
106	1030	LB
107	1030	LB
108	1030	LB
109	1030	LB
110	1030	LB
111	1030	LB
112	1030	LB
113	1030	LB
114	1030	LB
115	1030	LB
116	1030	LB
117	1030	LB
118	1030	LB
119	1030	LB
120	1030	LB
121	1030	LB
122	1030	LB
123	1030	LB
124	1030	LB
125	1030	LB
126	1030	LB
127	1030	LB
128	1030	LB
129	1030	LB
130	1030	LB
131	1030	LB
132	1030	LB
133	1030	LB
134	1030	LB
135	1030	LB
136	1030	LB
137	1030	LB
138	1030	LB
139	1030	LB
140	1030	LB
141	1030	LB
142	1030	LB
143	1030	LB
144	1030	LB
145	1030	LB
146	1030	LB
147	1030	LB
148	1030	LB
149	1030	LB
150	1030	LB
151	1030	LB
152	1030	LB
153	1030	LB
154	1030	LB
155	1030	LB
156	1030	LB
157	1030	LB
158	1030	LB
159	1030	LB
160	1030	LB
161	1030	LB
162	1030	LB
163	1030	LB
164	1030	LB
165	1030	LB
166	1030	LB
167	1030	LB
168	1030	LB
169	1030	LB
170	1030	LB
171	1030	LB
172	1030	LB
173	1030	LB
174	1030	LB
175	1030	LB
176	1030	LB
177	1030	LB
178	1030	LB
179	1030	LB
180	1030	LB
181	1030	LB
182	1030	LB
183	1030	LB
184	1030	LB
185	1030	LB
186	1030	LB
187	1030	LB
188	1030	LB
189	1030	LB
190	1030	LB
191	1030	LB
192	1030	LB
193	1030	LB
194	1030	LB
195	1030	LB
196	1030	LB
197	1030	LB
198	1030	LB
199	1030	LB
200	1030	LB



ITT
Brown & Root
Engineering Center
PUMPS
0 MAY 2008
MASTER COPY

DRAWING REVIEWED FOR SPECIFICATION COMPLIANCE AND PIPING INTERFACES. REVIEW FOR ALL OTHER INTERFACES BY PROMAN.

PUMP OUTLINE DRAWING
MODEL 3700
CERTIFIED FOR CONNECTIONS ONLY (SEE NOTES)
REVISION: S.E. PUTRIJAJI DATE: 06/27/07
Goulds Pumps
ITC
REV: 01
DATE: 06/27/07
DRAWN BY: S.E. PUTRIJAJI
CHECKED BY: S.E. PUTRIJAJI
DATE: 06/27/07
SCALE: 0.040
SHEET 1 OF 1