

**ANALISA OVER STRESS
PADA PIPA COOLING WATER SYSTEM
MILIK PT. CHEVRON PACIFIC INDONESIA
DENGAN BANTUAN SOFTWARE CAESAR II**

TUGAS AKHIR

Disusun guna memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Fakultas Teknik Industri Universitas Mercu Buana



**TRI JOKO MULATO
NIM. 41307120019**

**FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2012**

LEMBAR PERSETUJUAN

NIM : 41307120019

Nama : TRI JOKO MULATO

Judul SkriKPa : ANALISA OVER STRESS

PADA PIPA COOLING WATER SYSTEM

MILIK PT. CHEVRON PACIFIC INDONESIA

DENGAN BANTUAN SOFTWARE CAESAR II

SKRIKPAINI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI OLEH :

JAKARTA, 29 Juli 2012

Nanang Ruhyat, ST. MT.

Pembimbing

Dr. Ir. Abdul Hamid M.Eng

Koord. Tugas Akhir Teknik Mesin

Dr. Ir. Abdul Hamid M.Eng

Kaprodi Teknik Mesin

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunianya, sehingga skriKPa ini dapat diselesaikan. Berkat ijin serta pertolongan Allah SWT, dan juga doa serta dukungan orang tua, saudara, kerabat dan teman-teman, akhirnya penyusun dapat menyelesaikan skriKPa ini. Salam serta shalawat tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan, dorongan dan bimbingan yang telah diberikan, sehingga skriKPa ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada :

- Bapak Nanang Ruhyat, ST selaku dosen Pembimbing
- Bapak Dr. Ir. Abdul Hamid M.Eng selaku coordinator tugas akhir dan selaku kaprodi jurusan Teknik Mesin
- Bapak Iwan Kurniawan selaku Manager Engineering PT. Advanced Engineering Services yang telah member ijin untuk melakukan penelitian.
- Bapak Ir. Bambang Hariadi yang telah banyak memberikan masukkan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
- Bapak Yusep Nurdiana ST yang telah membimbing dan mengarahkan sehingga tugas ini dapat terselesaikan.
- Seluruh staff pengajar Teknik Mesin Universitas Mercubuana
- Keluarga tercinta, Bapak, Ibu, Kakak-kakak untuk dorongan, dan do'anya selama ini.

- Sobat-sobat Teknik Mesin M12 yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah banyak saya repotkan, terima kasih atas motivasi-motivasi yang diberikan.
- Rekan-rekan piping society, terima kasih atas saran dan masukan mengenai stress analisys.

Karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT, maka didalam skriKPa ini pasti ada kekurangan-kekurangan yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu semua saran dan kritik demi perbaikan dan pembangunan skriKPa ini sangat penulis hargai.

Jakarta, 29 Juli 2012

Tri Joko Mulato

ABSTRAK

Proses pengolahan minyak bumi, baik eksplorasi maupun proses pengolahan lanjut untuk memperoleh bahan bakar yang diinginkan, diperlukan adanya sistem perpipaan untuk mengantarkan *fluida* tersebut dari satu tempat ketempat yang lainnya untuk dilakukan proses pengolahan selanjutnya. Maka dari itu perlu dilakukan analisis fleksibilitas sistem perpipaan. Dalam kondisi umum, biasanya pembebanan yang dialami pipa antara lain : beban *sustain*, beban *occasional*, beban ekspansi, dan beban operasi.

Analisis fleksibilitas sistem perpipaan ini meliputi analisis tegangan, dan beban pada *nozzle equipment*. Analisis ini bertujuan agar dapat dilakukan langkah perbaikan dengan memperhatikan aspek teknis dan ekonomi, yang pada akhirnya diperoleh kondisi sistem perpipaan yang aman operasi. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah ini adalah dengan metode analisis dengan melakukan pemodelan sistem perpipaan *Discharge Pump to Filter* menggunakan program CAESAR II 5.0 yang berbasis pada Metode Elemen Hingga dengan code ASME B31.3.

Pada kondisi awal sistem perpipaan *Discharge Pump to Filter* tidak terjadi *over stress*, akan tetapi terjadi *over load* pada *nozzle equipment Filter* sebesar **5143.98 Nm** yang melebihi beban yang diijinkan yaitu **4630 Nm**, sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan melakukan perubahan jalur perpipaan agar diperoleh jalur perpipaan yang aman beroperasi. Pada kondisi akhir diperoleh kondisi dimana tidak terjadi *over stress* dan tidak terjadi *over load*, sehingga dapat disimpulkan sistem perpipaan *Discharge Pump to Filter* aman beroperasi.

Kata kunci : Tegangan, Beban *Nozzle Equipment*, *Discharge Pump to Filter*, *Over Stress*, *Over Load*, *Support*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMBANG	xi

BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Metode Riset	5
1.6 Sistematika Penulisan	8

BAB II : LANDASAN TEORI

2.1 Pendahuluan	9
2.2 Data Desain	10
2.3 Klasifikasi Beban pada Sistem Perpipaan	10
2.4 Teori Tegangan Pipa	12

2.5	Kriteria Design pada Jalur Perpipaan	16
2.6	Tebal Dinding Pipa	17
2.7	Fleksibilitas Pipa	18
2.8	Nozzle Displacement	21
2.9	Analisis Tegangan	22
2.10	Kondisi Pembebanan	23
2.11	Teori-teori kegagalan (<i>Failure Theories</i>)	24
2.12	Sistem Penggambaran	25
2.13	<i>Support</i> atau Penyangga	26
2.14	Program Caesar II 5.0.....	27
2.14.1	Input Caesar II 5.0	28
2.14.2	Output Caesar II 5.0	28

BAB III : ANALISA PEMBAHASAN

3.1	Perhitungan Tebal Dinding Pipa	29
3.2	Perhitungan Nozzle Displacement	31
3.3	Analisis Pembebanan pada Pipa	32
3.4	Data-data Awal (input) untuk Caesar II	34
3.5	Pemodelan	36
3.4.1	Pemasukkan Input	36
3.6	Analisa Software Caesar II 5.0	38
3.5.1	Study Kasus	38
3.5.2	Pemecahan Kasus	50

BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN	64
4.2 SARAN	65

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR ACUAN

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar		Hal
Gambar 1.1	Diagram Alir Studi Perencanaan Jalur Perpipaan	7
Gambar 2.1	Arah Tegangan yang Terjadi pada Pipa	12
Gambar 2.2	Tegangan Utama Longitudinal Akibat Gaya Aksial	13
Gambar 2.3	Tegangan Utama Longitudinal	14
Gambar 2.4	Tegangan Geser Akibat Momen Puntir	16
Gambar 2.5a	Pipa Berekspansi Menekan Dinding Bejana	19
Gambar 2.5b	Pipa Melengkung Akibat Pipa Berekspansi	19
Gambar 2.5c	Jalur Pipa dengan <i>Loop</i>	20
Gambar 2.5d	Jalur Pipa dengan <i>Loop</i>	20
Gambar 2.6	Gambar untuk Perhitungan Pemuaian Awal	21
Gambar 3.1	Input Diameter Pipa	37
Gambar 3.2	Input Desain Pressure dan Operating Perssure, Input Desain Temperature dan Operating Temperature	37
Gambar 3.3	Input Material	37
Gambar 3.4	Input Density	38
Gambar 3.5	Pemodelan Pipa dan Titik Node	39
Gambar 3.6	Over Load yang Terjadi pada Sistem Perpipaan	50
Gambar 3.7	Pemodelan Pipa dan Titik Node	51
Gambar 3.8	Beban yang Terjadi pada Sistem Perpipaan	52

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel		Hal
Tabel 2.1	Nilai Koefisien bahan (Y)	18
Tabel 2.2	Jarak Maksimum antar Pipa	27
Tabel 3.1	Nilai Tegangan yang diijinkan	30
Tabel 3.2	Koefisien Thermal Ekspansi	32
Tabel 3.3	Functional Properties	35
Tabel 3.4	Mechanical Properties	36
Tabel 3.5	Beban yang diijinkan pada Nozzle Pressure Vessel	48
Tabel 3.6	Beban yang diijinkan pada Nozzle Pompa Sentrifugal	49

DAFTAR LAMBANG

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas Penampang	mm
C	Corrosion Allowance	mm
D	Diameter	mm
Di	Diameter Dalam	mm
Do	Diameter Luar	mm
DP	Pressure Desain	KPa
DT	Temperatur Desain	°C
e	Koefisien Thermal Ekspansi	
E	Faktor Efisiensi Sambungan	
OP	Pressure Operasi	KPa
OT	Temperatur Operasi	°C
P	Pressure / Tekanan	KPa
r	Radius	mm
S	Tegangan	KPa
Sa	Tegangan yang diijinkan	KPa
S _L	Tegangan Aksial	KPa
S _R	Tegangan Radial	KPa
S _{exp}	Tegangan Ekspansi	KPa
S _{occ}	Tegangan Occasional	KPa
S _{ope}	Tegangan Operasi	KPa
t	Tebal Pipa	mm

T	Temperatur	$^{\circ}\text{C}$
t_m	tebal minimum	mm
Y	Koefisien bahan	