

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA ACOUSTIC INDUCED VIBRATION DAN STRESS

ANALISIS

PADA PIPA FLARE

Diajukan Guna Memenuhi Syarat Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir

Pada Program Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Hasrad Rudin Ismail

NIM : 41310120039

Program Studi : Teknik Mesin

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2015

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hasrad Rudin Ismail
N.I.M : 41310120039
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : **Analisa Acoustic Induced Vibration dan Stress
Analysis pada Pipa Flare**

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



Hasrad Rudin Ismail

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA ACOUSTIC INDUCED VIBRATION DAN STRESS
ANALYSIS PADA PIPA FLARE



Disusun Oleh :

Nama : Hasrad Rudin Ismail
NIM : 41310120039
Program Studi : Teknik Mesin

Mengetahui

Pembimbing



(Dr. Abdul Hamid M.Eng)

Kordinator TA



(Imam Hidayat, ST. MT)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Tabaraka Wata „ala, yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan karya tulis yang berjudul “**Analisa Acoustic Induced Vibration dan Stress Analysis Pada Pipa Flare**”. Karya tulis ini disusun sebagai syarat kelulusan pada program Sarjana Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih saya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada saya sehingga tugas ini dapat diselesaikan dengan baik. Terkhusus penulis dedikasikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu dan keluarga besar tercinta atas dukungan moril yang diberikan sebagai motivasi yang sangat berharga.
2. Istri dan anak-anak tercinta yang telah merelakan waktu dan kebersamaan nya tersita selama empat tahun penulis menempuh pendidikan di Universitas Mercu Buana.
3. Dosen pembimbing Bapak Abdul Hamid yang telah meluangkan waktu untuk membimbing saya. Juga kepada Kaprodi dan sekprodi teknik mesin, dan segenap dosen yang telah mendedikasikan ilmunya.
4. Teman –teman kerja di PT. Amec Berca Indonesia yang telah membantu memberikan saran, ide-ide dan berbagi pengetahuan dan pengalaman yang sangat membantu dalam penulisan ini.

5. Rekan-rekan mahasiswa kelas karyawan atas motivasi dan semangat kebersamaan selama ini.
6. Dan semua pihak yang telah turut serta membantu.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis akan menerima setiap saran dan kritikan yang membangun. Dan penulis berharap, karya tulis ini dapat berguna bagi pembaca pada umumnya dan terkhusus kepada penulis sendiri. Semoga Allah Ta'ala memberberkahi setiap usaha kita semua.



Jakarta, Januari 2015

Penulis

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Keterangan perusahaan	iv
Abstrak.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix

BAB II PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.4 Tujuan	3
1.5 Perumusan masalah.....	4
1.6 Pembatasan masalah	6
1.7 Metodologi perhitungan	6
1.8 Sistematika penulisan.....	7

BAB II LANDASAN TEORI

2.1	Fluida	8
2.1.1	Sifat-sifat Fluida.....	9
2.1.2	Aliran Fluida Gerak dan Persamaan Dasar	13
2.1.3	Aliran Liminer dan Turbulen	24
2.2	Sistem Flare.....	26
2.2.1	Flare.....	28
2.2.2	Desain Flare	32
2.2.3	Komponen - Komponen Flare.....	35
2.2.4	Aplikasi Software.....	38
2.3	Getaran.....	39
2.3.1	Vibrasi pada Piping.....	40
2.3.2	Frekwensi Tinggi Akuistik Eksitasi.....	46
2.3.3	Penilaian Risiko	49
2.3.4	Penilaian kuantitatif terhadap main line LOF	54
2.3.5	Tindakan Koreksi pada Piping Sistem	60
2.3.6	Respon pada Main line.....	61
2.4	Piping Stress Teori.....	63
2.4.1	Defenisi Stress.....	63
2.4.2	Kategori Stres.....	64
2.4.3	Kategori Pembebanan (Load)	67
2.4.4	Jenis-jenis Pembebanan (Loads).....	69
2.4.5	Teori Kegagalan	72

2.4.6	Kelelahan Metal (Fatigue).....	75
2.4.7	Analisis Tegangan Pipa.....	83

BAB DATA DESAIN DAN METODELOGI PENELITIAN

3.1	Desain Proses data	86
3.1.1	Data proses Flare system.....	86
3.1.3	PSV Line sizing	87
3.1.4	Blowdown Skenario	90
3.2.1	Data Isometric	94
3.3	Data Pemodelan dan Analysis.....	97
3.3.1	Piping Design & Material Specification	98
3.3.2	Line List	99
3.3.2	Process and Instrument Diagram	100
3.3.4	Pipe support standard.....	100
3.3.5	Piping Material Class Properties.....	101
3.4	Basis Kalkulasi.....	102
3.4.1	Koefisien Gesekan	102
3.4.1	Temperatur Terpasang (Mounting Temperatur)	102
3.4.2	Temperatur	102
3.4.3	Reaksi PSV	102
3.4.4	Kecepatan Angin.....	102
3.4.5	Gempa Bumi	103
3.3.7	Hydrostatic Test Condition	104
3.4.8	Referensi Point.....	105

3.4.9	Thermal Bowing Delta Temperature	105
3.4.10	Piping support Legend	105
3.5	Diagram Alir Analisa AIV dan Stress pada Pipa Flare.....	107
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASA		108
4.1	Analisa AIV	108
4.1.1	Menentukan SWL sources (SWL _S) & SWL limit (SWL) pada PSV-Line .	108
4.1.2	Penurunan mass flowrate	114
4.1.3	Menentukan Likelihood of failure (LOF).....	119
4.1.4	Penambahan ketebalan Pipa.....	127
4.3.2	Perhitungan LOF dengan Ketebalan Pipa yang sesuai Kriteria Desain.....	128
4.2	Pipe Stress Analisis.....	140
4.2.1	Tujuan Analisa stress pada Pipa Flare	140
	Gambar 4.1 Stress model pada Flare line	141
4.2.2	<i>Load Cases</i>	141
4.2.3	Pembebanan pada Restraint	146
4.2.12	Maksimum pipe displacement.....	147
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	KESIMPULAN.....	149
5.2	Saran	150

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Batas Ambang Radiasi Panas	34
Tabel 2.2	Parameter Penilaian LOF	48
Tabel 2.3	Koreksi pada Main Line sesuai LOF Skor	52
Tabel 2.4	Koreksi pada SBC line sesuai LOF Skor	53
Tabel 2.5	Koreksi pada Thermowel sesuai LOF Skor	54
Tabel 2.6	Deskripsi formula	55
Tabel 2.7	Sustain Load pada laporan stress	69
Tabel 2.8	Occasional Load pada Laporan Stress	70
Tabel 2.9	Ekpansion Load Pada Laporan Stress	71
Tabel 2.10	Nilai Faktor Reduksi ASME B31.3	78
Tabel 3.1	Data PSV -3901	83
Tabel 3.2	Hasil Kalkulasi PSV-3901	88
Tabel 3.3	Data PSV-3902	89
Tabel 3.4	Hasil Kalkulasi PSV-3902	89
Tabel 3.5	Data PSV-3903, 3904, 3905,3906	90
Tabel 3.6	Hasil Kalkulasi PSV-3903, 3904, 3905, 3906	90
Tabel 3.7	Kapasitas Blowdown BDV	91
Tabel 3.8	Data Kalkulasi SWL dan LOF	93
Tabel 3.9	Line List Pipa	99
Tabel 3.10	Material Pipa yang digunakan	101

Tabel 3.11	Data kecepatan Angin	103
Tabel 4.1	Hasil kalkulasi SWL	113
Tabel 4.2	Hasil SWL dengan Mass Flow rate yang Baru	118
Tabel 4.3	Hasil Kalkulasi LOF	126
Tabel 4.4	PSV Line Skrining dengan minimal Ketebalan	127
Tabel 4.5	Hasil Kalkulasi LOF dengan Ketebalan Pipa yang Baru	138
Tabel 4.6	Statik Load Case	143
Tabel 4.7	Maksimum Stress karena Pembebanan	145
Tabel 4.7	Gaya Maksimum pada Restrain Load	146
Tabel 4.9	Maksimum Piping Displacement dengan Friksion	147
Tabel 4.10	Maksimum Piping Displacement dengan Non Frikson	148



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Jalur Pipa Flare	3
Gambar 2 Perubahan bentuk akibat gaya-gaya geser tetap.	10
Gambar 3 Grafik Pengaruh temperature terhadap viskositet	12
Gambar 4a Stream Line	16
Gambar 4b Stream Tube	17
Gambar 5 Pipa Lurus dengan Ukuran Tetap	17
Gambar 6 Tabung Aliran	19
Gambar 7 Stream Tube	22
Gambar 8 Aliran Laminer dan Turbulen	25
Gambar 9 Elevated Flare	26
Gambar 10 Steam Elevated Flare Sistem	29
Gambar 11 Stack Enclosed Ground Flare	36
Gambar 12 Burner	37
Gambar 13 Pilot Model	38
Gambar 14 Vibrasi Sederhana yang Menggunakan Sistim Masa pegas	40
Gambar 15 Fatigue Crack Pada Koneksi Header	42
Gambar 16 Fatigue Crack pada SBC	43
Gambar 17 Distribusi Energi Kinetik oleh Flow Induced Turbulence	44
Gambar 18 Grafik Energi Turbulen sebagai fungsi dari Frekwensi	44

Gambar 19	Dead Leg Branch	46
Gambar 20	Kritikal Matrik Kalkulasi	51
Gambar 21	Kriteria Pipe Desain – SWL vs D/t	56
Gambar 22	Flowchart Perhitungan SWL dan LOF	59
Gambar 23	Kurva Stress – Strain	65
Gambar 24	Displacement Figure	68
Gambar 25	Kurva Fatigue Baja Karbon dan Baja Alloy	76
Gambar 26	Maksimum Range Dibatasi dua kali Tegangan Luluh	77
Gambar 27	Grafik reduksi Siklus beban Periode 20 Tahun	79
Gambar 28	Distribusi Akibat Diskontinuitas Geometri	81
Gambar 29	Grafik Parameter dari Dimensi Nominal dan Diskontinuitas	82
Gambar 30	Arah Beban In Plane dan Outt Plane	83
Gambar 31	Grafik Kecepatan Alir vs Diameter Pipa	92
Gambar 32	Jalur Pipa Flare Koneksi dari BDV dan PSV	94-96
Gambar 33	Jalur Pipa Flare Downstream BDV dan PSV	97
Gambar 34	Piping Spesifikasi	98
Gambar 35	Pipe Support Standar	100
Gambar 36	Stress model pada Flare line	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A1-Process and Instrument Diagram

Lampiran B1-Stress Isometrik

Lampiran C1-Pipe Support Standard

Lampiran D1- Strees Analysis Report



NOMENKLATUR

P	Tekanan	Barg
T	Temperatur	°C
W	Flow Rate (massa)	Kg/jam
Q	Flow Rate Debit Aliran Fluida	M ³ /jam
L	Length	m
D _{in}	Diameter Dalam Pipa	m
D _{ext}	Diameter Luar Pipa	m
t	Tebal Dinding Pipa	mm
SWL	Sound Power Level	Db
v	Kecepatan Fluida	m/det
V	Volume	m ³
F	Force	N
S	Jarak	m
M _w	Molecular Weight of Gas	Gram/mol
M	Debit Aliran Masa Fluida	Kg/s
E	Modulus Elastisitas	N/mm ²
G	Gaya berat dalam kilogram gaya	kgf
g	Gravitasi	N/det ²
dV	Diferensial Kecepatan	m/det
dP	Diferensial Tekanan	N/m ²

dY	Diferensial Jarak	m
m	Massa	Kg
K	Modulus Borongan	Mpa
I	Insulation Density	Kg/m ³
S _T	Tranlation Stiffnes	N/mm
S _R	Rotational Stiffness	N.m/deg)
U	Uniform Load	N/mm
G L	G Load	g*s
Win	Wind Load	N/m ²
W	Usaha/Kerja	Joule
Re	Reynold Number	
α	Percepatan	m/s ²
η	Tegangan geser	N/mm ²
ρ	Masa Jenis	Kg/m ³
ζ	Tegangan (Normal)	N/mm ²
μ	Viskositet Dinamik	c.P (centi poise)
ν	Viskositet Kinematik	c.Stoke
ε	Regangan	m/m
γ	Berat Jenis	N/m ³