

PERENCANAAN *PIPELINE* GAS DENGAN *CORROSION ALLOWANCE*  
TINGGI OLEH KANDUNGAN CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN PENDEKATAN  
NORSOK M-506 AGAR MENCAPAI UMUR DESAIN



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN *PIPELINE* GAS DENGAN *CORROSION ALLOWANCE*  
TINGGI OLEH KANDUNGAN CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN PENDEKATAN  
NORSOK M-506 AGAR MENCAPAI UMUR DESAIN



Disusun Oleh:

Nama : Mustamsyi  
NIM : 41317120036  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
DESEMBER 2021

## HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN *PIPELINE* GAS DENGAN *CORROSION ALLOWANCE*  
TINGGI OLEH KANDUNGAN CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN PENDEKATAN  
NORSOK M-506 AGAR MENCAPAI UMUR DESAIN

Disusun Oleh:


Nama : Mustamsyi  
NIM : 41317120036  
Program Studi : Teknik Mesin

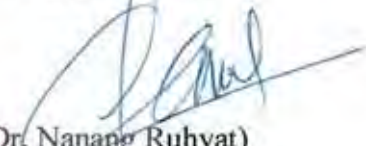
Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 30 Desember 2021

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA

Penguji Sidang I

  
(Bambang Sukiyono, ST. MT.)

  
(Dr. Nanang Ruhyat)

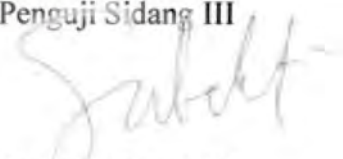
NIP. 617730149

NIP. 101730256

Penguji Sidang II

Penguji Sidang III

  
(Gian Villany Golwa, ST., M.Si.)

  
(Subekti, ST., MT.)

NIP. 1975800639

NIP. 217730018

Mengetahui,

  
Kaprodin Teknik Mesin  
  
(Muhammad Fitri, ST, Ph.D)  
NIP. 113690617

Kordinator TA  
  
(Alief Avicena Luthfie, ST, M.Eng.)  
NIP. 216910097

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mustamsyi  
NIM : 41317120036  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Kerja Praktik : Perencanaan *Pipeline* Gas Dengan *Corrosion allowance* Tinggi Oleh Kandungan CO<sub>2</sub> Menggunakan Pendekatan NORSOK M-506 Agar Mencapai Umur Desain.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penelitian Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 24 Desember 2021



(Mustamsyi)

## PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat dengan baik menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul Perencanaan *Pipeline Gas* dengan *Corrosion Allowance* Tinggi oleh Kandungan CO<sub>2</sub> menggunakan Pendekatan NORSOK M-506 agar mencapai Umur Desain. Penulisan ini disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan kurikulum sarjana strata satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana. Dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir ini, penulis telah mendapatkan banyak bimbingan, saran, dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhamad Fitri, ST, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicena Luthfie, ST, M.Eng. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Bambang Sukiyono, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Bapak Slamet Supriyanta selaku Project Manager PetroChina International Jabung Ltd. yang telah memberikan izin pelaksanaan Tugas Akhir.
7. Bapak Rado Riady selaku Sr. Facilities Engineer PetroChina International Jabung Ltd. yang telah memberikan informasi dan data selama Tugas Akhir.
8. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa selama penyusunan laporan Tugas Akhir

Dalam hal ini penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Jakarta, Desember 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. MANFAAT	2
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. <i>PIPELINE GAS</i>	9
2.3. <i>KOMPONEN PIPELINE</i>	9
2.3.1. <i>Pipa</i>	10
2.3.2. <i>Valve</i>	11
2.3.3. <i>Flange</i>	12
2.3.4. <i>Fitting</i>	12
2.3.5. <i>Stud Bolts</i>	13
2.3.6. <i>Gasket</i>	14
2.3.7. <i>Pig Launcher dan Pig Receiver (Pig Trap)</i>	14
2.4. <i>CODES AND STANDARDS</i>	14
2.5. <i>DATA DESAIN DAN ASUMSI</i>	16

2.5.1.	Komposisi <i>Fluida</i>	16
2.5.2.	Data Desain <i>Pipeline</i>	17
2.6.	POTENSI ANCAMAN KOROSI	17
2.6.1.	<i>Carbon Dioxide</i> (CO <sub>2</sub> )	19
2.6.2.	<i>Hydrogen Sulfide</i> (H <sub>2</sub> S)	21
2.6.3.	<i>Oxygen</i> (O <sub>2</sub> )	21
2.6.4.	Combination of CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S and/or O <sub>2</sub>	21
2.7.	PEMILIHAN MATERIAL	21
2.7.1.	CO <sub>2</sub> <i>Corrosion Rate</i> Model	23
2.7.2.	<i>Corrosion allowance</i> (CA)	27
2.7.3.	<i>Corrosion Resistant Alloy</i> (CRA)	27
2.7.4.	Perhitungan Dinding Pipa ( <i>Wall Thickness Calculation</i> )	28
2.8.	ANALISIS TEGANGAN PADA PIPA ( <i>PIPE STRESS ANALYSIS</i> )	29
2.8.1.	Teori dan Persyaratan Tegangan pada Pipa	29
2.8.2.	Tegangan pada Sistem Pemipaan	30
2.8.3.	Analisis Tegangan Pada Pipa	37
2.8.4.	Analisis Pemipaan dengan <i>Software Caesar II</i>	39
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>42</b>
3.1	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	42
3.2	DIAGRAM ALIR PENGAMBILAN DATA	43
3.3	PROSES PEMILIHAN MATERIAL	43
3.3.1.	Diagram Alir Perhitungan Laju Korosi dan <i>Corrosion allowance</i>	44
3.3.2.	Pemodelan Laju Korosi CO <sub>2</sub> Menggunakan NORSOK M-506	45
3.3.3.	Perhitungan <i>Corrosion allowance</i>	46
3.3.4.	Kriteria Pemilihan Material	46
3.4	PERHITUNGAN KETEBALAN PIPA DAN ANALISIS TEGANGAN PIPA ( <i>PIPE STRESS ANALYSIS</i> )	47
3.4.1.	Perhitungan Ketebalan Pipa	47
3.4.2.	Analisis Tegangan Pipa ( <i>Pipe Stress Analysis</i> )	51
3.5	ALAT DAN BAHAN	56
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>57</b>

4.1	HASIL PERHITUNGAN LAJU KOROSI DAN <i>CORROSION ALLOWANCE</i>	57
4.1.1.	Hasil Perhitungan Laju Korosi CO <sub>2</sub>	57
4.1.2.	Hasil Perhitungan Corrosion allowance	58
4.1.3.	Hasil Pemilihan Jenis Material	58
4.2	HASIL PERHITUNGAN KETEBALAN PIPA DAN ANALISIS TEGANGAN PIPA ( <i>PIPE STRESS ANALYSIS</i> )	58
4.2.1.	Hasil Perhitungan Ketebalan Pipa	58
4.2.2.	Hasil Analisis Tegangan Menggunakan <i>Software Caesar II</i>	59
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>65</b>
5.1	KESIMPULAN	65
5.2	SARAN	66
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>67</b>





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skematik Korosi CO <sub>2</sub>	20
Gambar 2.2. Tegangan aksial pada pipa	31
Gambar 2.3. Tegangan Tekuk pada Pipa	31
Gambar 2.4. Tegangan Longitudinal Tekan pada Pipa	32
Gambar 2.5. Tegangan Tangensial atau Tegangan Keliling	33
Gambar 2.6. Tegangan Radial ( <i>Radial Stress</i> )	34
Gambar 2.7. Tegangan Geser ( <i>Shear Stress</i> )	35
Gambar 2.8. Tegangan Puntir atau Tegangan Torsi dengan Sudut $\theta$	35
Gambar 2.9. Tegangan Puntir atau Tegangan Torsi Maksimum $r = c$	37
Gambar 3.1. Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	42
Gambar 3.2. Diagram Alir Pengambilan Data	43
Gambar 3.3. Diagram Alir Perhitungan Laju Korosi dan <i>Corrosion allowance</i>	44
Gambar 3.4. Diagram Alir Perhitungan Minimum dan Nominal Ketebalan Pipa	47
Gambar 3.5. Diagram Alir Analisis Tegangan Pipa ( <i>Pipe Stress Analysis</i> )	51
Gambar 3.6. <i>Setting Unit</i> CAESAR II	54
Gambar 3.7. Proses Input Parameter CAESAR II	55
Gambar 3.8. Proses Pemodelan Pipa CAESAR II	56
Gambar 4.1. Pemodelan <i>Overall Pipeline 6" Area SAB #2 Pad to SAB Bridge</i>	59
Gambar 4.2. Pemodelan <i>Pipeline 6" Detail Area A</i>	60
Gambar 4.3. Pemodelan <i>Pipeline 6" Detail Area B</i>	60
Gambar 4.4. Pemodelan <i>Pipeline 6" Detail Area C</i>	61
Gambar 4.5. Pemodelan <i>Pipeline 6" Detail Area D</i>	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Fluida sumur SAB #2	16
Tabel 2.2. Potensi Ancaman Korosi	17
Tabel 2.3. Kandidat Material	22
Tabel 2.4. Skenario Produksi dan Kondisi Operasi	25
Tabel 3.1. <i>Input</i> Paramer Pemodelan Laju Korosi	45
Tabel 3.2. <i>Ouput</i> Pemodelan Laju Korosi	45
Tabel 3.3. Kriteria Pemilihan Material Berdasarkan <i>Corrosion allowance</i>	46
Tabel 3.4. Kriteria Pemilihan Material Berdasarkan Keberadaan <i>Chloride/Chlorine</i>	46
Tabel 3.5. <i>Input</i> Data Perhitungan Minimum Ketebalan Pipa	48
Tabel 3.6. <i>Input</i> Data Perhitungan Ketebalan Pipa Nominal	49
Tabel 3.7. Dimensi Pipa	49
Tabel 3.8. <i>Specified Minimum Yield Strength</i>	49
Tabel 3.9. <i>Longitudinal Joint Factor, E</i>	50
Tabel 3.10. <i>Basic Design Factor, F</i>	50
Tabel 3.11. <i>Temperature Derating Factor, T</i>	51
Tabel 3.12. <i>Process Data</i>	52
Tabel 3.13. <i>Pipeline Property</i>	53
Tabel 3.14. <i>Parameter Tanah (Soil)</i>	53
Tabel 3.15. <i>Koefisien Gesekan Statis</i>	54
Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Laju Korosi	57
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Ketebalan Pipa	59
Tabel 4.3. <i>Summary of Pipeline Calculation</i>	61
Tabel 4.4. <i>Summary Restraint Load</i>	62
Tabel 4.5. <i>Anchor Block di Gas Test/Grup Manifold (231-MN-002)</i>	63
Tabel 4.6. <i>Anchor Block di Tie-in 12" SAB Bridge</i>	63

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
API	<i>American Petroleum Institute</i>
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
ASTM	<i>American Standard for Testing and Materials</i>
ASS	<i>Austenitic Stainless steel</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
AISI	<i>American Iron &amp; Steel Institue</i>
BGP	<i>Betara Gas Plant</i>
BOEPD	<i>Barrel Oil Ekuivalen Per Day</i>
BS	<i>British Standard</i>
CA	<i>Corrosion allowance</i>
CP	<i>Cathodic Protection</i>
CRA	<i>Corrosion Resistant Alloy</i>
CS	<i>Carbon steel</i>
DSS	<i>Duplex Stainless steel</i>
ERF	<i>Estimated Repair Factor</i>
ID	<i>Inside Diamter</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MIGAS	Minyak dan Gas Bumi
MMSCFD	<i>Million Standard Cubic Feet per Day</i>
MMPY	<i>Milimeter Per Year</i>
MT	Metrik Ton
NACE	<i>National Association of Corrosion Engineer</i>
NEB	<i>North East betara</i>
NORSOK	<i>Norsk Sokkels Konkurransesposisjon</i>
NPS	<i>Nominal Pipe Size</i>
OD	<i>Outside Diameter</i>
P&ID	<i>Piping and Instrumentation Diagram</i>
PIG	<i>Pipeline Inspector Gauge</i>
P&ID	<i>Piping and Instrumentation Diagram</i>
PFD	<i>Process Flow Diagram</i>
SKK	Satuan Kerja Khusus

SITP	<i>Shut in Tubing Pressure</i>
SNI	<i>Standar Nasional Indonesia</i>
SRB	<i>Sulfat-Reducing Bakteri</i>
SS	<i>Stainless steel</i>

