

TUGAS AKHIR

ANALISIS LAJU KOROSI DAN PERKIRAAN USIA PAKAI PIPA ASTM A333 *GRADE* 6 MENGGUNAKAN METODE *CORROSION COUPON* PADA SISTEM JARINGAN PIPA TRANSMISI GAS



Oleh:

MIFTAHUL HABIBIL FAJRI

NIM. 2019040024

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS GRESIK

2026

**ANALISIS LAJU KOROSI DAN PERKIRAAN USIA PAKAI
PIPA ASTM A333 GRADE 6 MENGGUNAKAN METODE
CORROSION COUPON PADA SISTEM JARINGAN PIPA**

TRANSMISI GAS

TUGAS AKHIR

**Disusun guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Fakultas Teknik Universitas Gresik**



Oleh:

MIFTAHUL HABIBIL FAJRI

NIM. 2019040024

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS GRESIK

2026

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

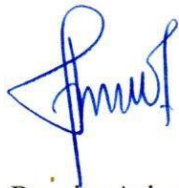
Judul Tugas Akhir : Analisis Laju Korosi dan Perkiraan Usia Pakai Pipa
ASTM A333 Grade 6 menggunakan Metode Corrosion
Coupon pada Sistem Jaringan Pipa Transmisi Gas
Nama Mahasiswa : Miftahul Habibil Fajri
NIM : 2019040024

Telah selesai dilakukan bimbingan dan dinyatakan layak memenuhi syarat dan
menyetujui untuk diuji oleh Tim Penguji Tugas Akhir pada Program Studi Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Gresik.

Gresik, 19 Juni 2026

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Lisa Puspita Ariyanto, S.Si., M.Si
NIPY. 10710202025258



Meryanalinda, S.T., M.T
NIPY. 107102020170181

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Judul Tugas Akhir : Analisis Laju Korosi dan Perkiraan Usia Pakai Pipa
ASTM A333 Grade 6 menggunakan Metode *Corrosion*
Coupon pada Sistem Jaringan Pipa Transmisi Gas

Nama Mahasiswa : Miftahul Habibil Fajri

NIM : 2019040024

Telah dipertahankan/diuji dihadapan Tim Penguji pada tanggal:

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GRESIK
2026

TIM PENGUJI :

1. Dedy Rachman Ardian, ST.,
M,Sc
NIPY. 1071020190149
Ketua Penguji

1.

2. Meryanalinda, S.T., M.T
NIPY. 107102020170181
Anggota Penguji I

2.

3. Lisa Puspita Ariyanto, S.Si.,
M.Si
NIPY. 10710202025258
Anggota Penguji II

3.

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik


Ikhtisholiyah, S.Si., M.Si.
NIPY. 107102020150100

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Miftahul Habibil Fajri
NIM : 2019040024
Fakultas : Teknik
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Jenjang : Strata 1 (S1)
Judul Tugas Akhir : Analisis Laju Korosi dan Perkiraan Usia Pakai Pipa
ASTM A333 Grade 6 menggunakan Metode
Corrosion Coupon pada Sistem Jaringan Pipa
Transmisi Gas

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah tugas akhir ini dapat dibuktikan unsur-unsur plagiasi saya bersedia tugas akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh DIBATALKAN, serta diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Gresik, 19 Juni 2026

Yang Menyatakan,



Miftahul Habibil Fajri

NIM. 2019040024

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan BimbinganNya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS LAJU KOROSI DAN PERKIRAAN USIA PAKAI PIPA ASTM A333 GRADE 6 MENGGUNAKAN METODE CORROSION COUPON PADA SISTEM JARINGAN PIPA TRANSMISI GAS”** dapat terselesaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gresik.

Keberhasilan penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Rian Pramana Suwanda, S.STP., M.HP., CHRMP. selaku Rektor Universitas Gresik yang telah menyediakan fasilitas kepada Kami untuk mengikuti pendidikan di Program Studi S1 Teknik.
2. Semoga Allah SWT membalas budi baik semua pihak yang telah memberi kesempatan, dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Kami sadari bahwa tugas akhir ini jauh dari sempurna, tetapi kami berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan bagi Ekonomi.

Gresik, 2 Juli 2026

Penulis

Miftahul Habibil Fajri

ANALISIS LAJU KOROSI DAN PERKIRAAN USIA PAKAI PIPA ASTM A333 GRADE 6 MENGGUNAKAN METODE CORROSION COUPON PADA SISTEM JARINGAN PIPA TRANSMISI GAS

Nama Mahasiswa : Miftahul Habibil Fajri
NIM : 2019040024
Pembimbing : Lisa Puspita Ariyanto, S.Si., M.Si

ABSTRAK

Keandalan sistem perpipaan transmisi gas sangat dipengaruhi oleh kondisi korosi internal yang terjadi selama operasi, karena fenomena ini dapat menyebabkan penurunan integritas material dan memperpendek umur pakai peralatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat korosi serta memperkirakan umur operasi tersisa (*remaining life*) pada material ASTM A333 Grade 6 melalui metode *corrosion coupon* menggunakan pendekatan kehilangan massa (*weight loss*). Pengambilan data dilakukan pada tiga titik pengamatan yang merepresentasikan kondisi operasional berbeda, meliputi area *offshore platform* (CC-01), bagian transisi *riser/subsea* (CC-02), dan *onshore receiving station* (CC-03), dengan lama paparan selama 30 hari. Perhitungan laju korosi dilakukan mengacu pada standar ASTM G31, sedangkan estimasi umur sisa ditentukan berdasarkan pendekatan API 570 dengan mempertimbangkan batas ketebalan minimum sesuai ASME B31.8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai laju korosi pada ketiga lokasi berturut-turut sebesar 0,846 mpy, 0,524 mpy, dan 0,188 mpy. Seluruh nilai tersebut menunjukkan tingkat korosi yang rendah sehingga memberikan estimasi umur sisa material sebesar 97,65 tahun pada CC-01, 157,71 tahun pada CC-02, dan 439,68 tahun pada CC-03. Rendahnya laju korosi diindikasikan berkaitan dengan karakteristik aliran gas yang berada dalam kondisi kering (*dry gas*), tekanan parsial CO₂ dan H₂S yang relatif rendah, serta tidak adanya air bebas (*free water*) yang dapat memicu percepatan reaksi korosi. Berdasarkan hasil tersebut, sistem perpipaan masih memenuhi kriteria kelayakan operasi dan pelaksanaan inspeksi berkala sesuai ketentuan API 570 tetap diperlukan untuk mempertahankan tingkat keandalan dan keselamatan sistem dalam jangka panjang.

Kata kunci: ASTM A333 Grade 6; *corrosion coupon*; laju korosi; *remaining life*; sistem transmisi gas.

ANALYSIS OF CORROSION RATE AND REMAINING LIFE OF ASTM A333 GRADE 6 PIPES USING THE CORROSION COUPON METHOD IN GAS TRANSMISSION PIPELINE SYSTEMS

Name : Miftahul Habibil Fajri
NIM 2019040024
Thesis Supervisor : Lisa Puspita Ariyanto, S.Si., M.Si

ABSTRACT

The reliability of gas transmission pipeline systems is strongly influenced by internal corrosion occurring during operation, as this phenomenon can reduce material integrity and shorten equipment service life. This study aimed to evaluate the corrosion rate and estimate the remaining life of ASTM A333 Grade 6 material using the corrosion coupon method based on the weight loss approach. Data collection was conducted at three observation points representing different operational conditions, namely the offshore platform area (CC-01), the riser/subsea transition section (CC-02), and the onshore receiving station (CC-03), with an exposure period of 30 days. Corrosion rate calculations were performed in accordance with ASTM G31, while remaining life estimation was determined using the API 570 approach by considering the minimum allowable thickness based on ASME B31.8. The results showed that the corrosion rates at the three locations were 0.846 mpy, 0.524 mpy, and 0.188 mpy, respectively. These values indicate a low corrosion category and resulted in estimated remaining service lives of 97.65 years for CC-01, 157.71 years for CC-02, and 439.68 years for CC-03. The low corrosion rates are indicated to be associated with dry gas flow conditions, relatively low partial pressures of CO₂ and H₂S, and the absence of free water that could accelerate corrosion reactions. Based on these findings, the pipeline system still meets operational integrity requirements, and periodic inspection following API 570 provisions remains necessary to maintain long-term system reliability and operational safety.

Keywords: ASTM A333 Grade 6; corrosion coupon; corrosion rate; remaining life; gas transmission system.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Review Penelitian	6
2.3 Dasar Teori	7
2.3.1 Pipa Penyahur	7
2.3.2 Korosi	10
2.3.3 Sisa umur pipa	19
BAB 3. METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	23
3.3 Teknik Pengumpulan Data	23
3.4 Teknik Analisis Data	23
3.5 Flowchart atau Ahur Penelitian	27
3.6 Jadwal Kegiatan	28
BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Gambaran Umum Sistem dan Kondisi Operasi	29
4.2 Data Corrosion Coupon	30
4.3 Perhitungan Laju Korosi	32
4.4 Analisis Laju Korosi	33
4.5 Perhitungan Laju Korosi Berbasis Ketebalan (API 570)	34
4.6 Analisis Perbandingan Metode	35

4.7 Perhitungan Remaining Life (RL)	39
4.8 Analisis Remaining Life	40
4.9 Implikasi Teknis	41
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	4
Tabel 2.2 Komposisi unsur yang terkandung dalam gas.....	11
Tabel 3. 1 Hubungan Laju korosi dengan ketahanan Korosi	27
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan	31
Tabel 4. 1 Kondisi operasi aktual sistem transmisi gas offshore-onshore	33
Tabel 4. 2 Data Pengukuran Massa Corrosion Coupon	34
Tabel 4. 3 Tekanan parsial CO ₂ dan H ₂ S pada setiap titik pengukuran.....	34
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Laju Korosi (Metode Weight Loss	37
Tabel 4. 5 Rekapitulasi hasil perhitungan laju korosi metode API 570	39
Tabel 4. 6 Rekapitulasi remaining life seluruh titik pengukuran	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 3 Outsite dan inside diameter of pipe	11
Gambar 2. 4 Korosi Merata.....	15
Gambar 2. 5 Korosi Galvanik.....	16
Gambar 2. 6 Korosi Sumuran.....	17
Gambar 2. 7 Korosi Celah	18
Gambar 2. 8 Korosi antar butir.....	18
Gambar 2. 9 Korosi pada pipa yang terisolasi (CUI)	21
Gambar 2. 10 Kupon sebelum di pasang pada pipa	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data konversi satuan kondisi operasi.....	44
Lampiran 2. Lembar Data Kupon Korosi (Corrosion Coupon Data Sheet).....	45
Lampiran 3. Tabel perhitungan lengkap dan verifikasi	49
Lampiran 4. Tabel klasifikasi laju korosi standar industri	51
Lampiran 5. Derivasi Konstanta $K = 534$ pada Formula ASTM G31.....	52
Lampiran 6. Scope of ASME B31.8 transmission piping offshore.....	53
Lampiran 7. Scope of ASME B31.8 transmission piping onshore.....	54
Lampiran 8. Komposisi material ASTM A333 / ASME SA333	55
Lampiran 9. Kekuatan ASTM A333 / ASME SA333	56