

TUGAS SARJANA
BIDANG MATERIAL

**“STUDI KARAKTERISTIK KOROSI PIPA DISTRIBUSI MINYAK
MENTAH DARI TANGKI KE HEAT EXCHANGER PADA KILANG
MINYAK PT.PERTAMINA RU.II SUNGAI PAKNING ”**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program Strata
Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri*

Universitas Bung Hatta Padang

Dibuat Oleh :

RIDHO PERMADI

1910017211029



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

2024

LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS SARJANA

**“STUDI KARAKTERISTIK KOROSI PIPA DISTRIBUSI MINYAK
MENTAH DARI TANGKI KE HEAT EXCHANGER PADA KILANG
MINYAK PT.PERTAMINA RU.II SUNGAI PAKNING”**


*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Tugas Sarjana
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Pada Tanggal 16 Agustus 2024 Dengan Dosen-dosen Penguji*

Oleh:

Ridho Permadi
1910017211029

Disetujui Oleh:

Ketua Sidang



Dr. Ir. Edi Septe S. M.T
NIDN : 1014076601

Mengetahui:

Penguji I



Dr. Ir. Wenny Marthiana, M.T
NIDN : 1030036801

Penguji II



Duskiardi, S.T. M.T
NIDN : 1021016701

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS SARJANA

**“STUDI KARAKTERISTIK KOROSI PIPA DISTRIBUSI MINYAK
MENTAH DARI TANGKI KE HEAT EXCHANGER PADA KILANG
MINYAK PT.PERTAMINA RU.II SUNGAI PAKNING”**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan

Program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Oleh:

Ridho Permadi
1910017211029

Disetujui Oleh:


Pembimbing



Dr. Ir. Edi Septe S. M.T
NIDN : 1014076601

Mengetahui:

Dekan

 **Fakultas Teknologi Industri**

Ketua

Jurusan Teknik Mesin



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti S.T., M.T
NIDN: 1012097403

Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T
NIDN: 101303620

PERNYATAAN KEASLIAN
ISI LAPORAN SKRIPSI (TUGAS SARJANA)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ridho Permadi

NIM : 1910017211029

Program Studi : Strata-1 Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : STUDI KARAKTERISTIK KOROSI PIPA DISTRIBUSI MINYAK MENTAH DARI TANGKI KE HEAT EXCHANGER PADA KILANG MINYAK PT.PERTAMINA RU.II SUNGAI PAKNING.

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas adalah benar hasil karya sendirikecuali yang bereferensi dan dinyatakan sumbernya pada referensi yang terteradalam daftar pustaka.

Padang, 16 Agustus 2024

Saya yang menyatakan,

Ridho Permadi

ABSTRAK

Industri perminyakan mengandung berbagai macam lingkungan yang dapat menimbulkan korosi, terutama pada system pemipaan yang berakibat fatal jika terjadi korosi yang menyebabkan kebocoran.

Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian menggunakan material yang sama dalam sistem transportasi berupa *carbon steel pipe* API 5L Grade X42 dan larutan uji berupa crude oil. Pengujian dilakukan selama 144 jam, 216 jam, 288 jam dan 312 Jam.

Setelah melakukan pengujian yang dilakukan selama 144, 216, 288, 360 jam, dapat melihat specimen yang lebih lama terpapar crude oil dengan temperature yang konstan sebesar 40 °C dan semakin tinggi tekanan pada pemaparan maka korosinya juga semakin besar. Waktu sangat mempengaruhi dari laju korosi tersebut, dengan kata lain semakin lama kita lakukan pengujian pada specimen, maka laju korosinya juga akan lebih besar. Laju korosi yang terjadi pada pipa distribusi minyak mentah untuk specimen A memiliki nilai laju korosi rata-rata 1,15 *mmpy*, specimen B rata-rata bernilai 1,02 *mmpy*, specimen C rata-rata bernilai 0,96 *mmpy* dan specimen D rata-rata bernilai 1,07 *mmpy*. Dari hasil laju korosi yang didapat berdasarkan tabel 2.1 maka ketahanan spesimen terhadap laju korosi adalah *Fair*.

Kata Kunci : Korosi pipa, *carbon steel pipe* API 5L Grade X42, crude oil

ABSTRACT

The petroleum industry contains a variety of environments that can cause corrosion, especially in piping systems that are fatal if corrosion causes leaks.

Therefore, researchers conducted a study using the same material in a transportation system in the form of carbon steel pipe API 5L Grade X42 and a test solution in the form of crude oil. Tests were carried out for 144 hours, 216 hours, 288 hours and 312 hours.

After testing for 144, 216, 288, 360 hours, we can see that the longer the specimen is exposed to crude oil with a constant temperature of 40° C and the higher the pressure on the exposure, the greater the corrosion. Time greatly affects the corrosion rate, in other words the

longer we do the test on the specimen, then the corrosion rate will also be greater.

Keywords: Pipe corrosion, carbon steel pipe API 5L Grade X42, crude oil

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta berkat petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin. Adapun judul dari skripsi ini adalah **" STUDI KARAKTERISTIK KOROSI PIPA DISTRIBUSI MINYAK MENTAH DARI TANGKI KE HEAT EXCHANGER PADA KILANG MINYAK PT.PERTAMINA RU.II SUNGAI PAKNING"**

Tugas sarjana ini ditulis untuk memenuhi sebagian dari persyaratan guna mencapai gelar sarjana pendidikan pada program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam menyelesaikan Tugas sarjana ini penelitian banyak mendapat bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Atas bantuan dan bimbingan tersebut penelitian mengucapkan terima kasih :

1. Kepada Allah SWT.
2. Kedua orang tua (Ibu dan Bapak), kakak dan adik penulis yang senantiasa mendoakan dan menjadi motivasi tersendiri bagi penulis.
3. Bapak Dr. Yovial Mahjoedin M.T Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas BungHatta.
4. Bapak Dr. Ir. Edi Septe S,M. T selaku pembimbing yang telah memberi kan perhatian, membantu, dan membimbing penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
5. Bapak-bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
6. Teman-teman angkatan 2019 Jurusan Teknik Mesin yang selalu memberikan semangat dan saran dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis sadar akan batasan kemampuan penulis dalam menulis tugas akhir ini yang masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangannya. Untuk itu penulis mohon maaf dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan penulis sendiri.

Padang, 16 Agustus 2024

RIDHO PERMADI

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Komponen Penyusun Minyak Bumi.....	8
2.2 Korosi Pada Kilang Minyak.....	9
2.3 Definisi Korosi.....	11
2.4 Proses Korosi.....	13
2.5 Laju Korosi.....	15
2.6 Jenis-Jenis Korosi.....	17
2.6.1 Korosi Seragam (<i>Uniform corrosion</i>)	17
2.6.2 Korosi Sumuran (<i>Pitting Corrosion</i>)	18
2.6.3 Korosi Erosi	18
2.6.4 Korosi Galvanik (<i>Galvanic Corrosion</i>)	19
2.6.5 Korosi Retak Tegang (<i>Stress Corrosion Cracking</i>)	19
2.6.6 Korosi Celah (<i>Crevice Corrosion</i>)	20
2.6.7 Korosi Lelah (<i>Fatigue Corrosion</i>)	21
2.6.8 Korosi Aliran (<i>Flow Induced Corrosion</i>)	21
A. Korosi Pada Pipa Distribusi Crude Oil Menuju Heat Exchanger.	22
2.7 Penyebab Korosi Pada Industri Minyak.....	24
2.8 Pengendalian Korosi Pada Industri Minyak dan Gas.....	26
2.9 Penelitian Terdahulu.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30

3.1	Studi Literatur.....	30
3.2	Spesifikasi Spesimen	30
3.3	Pemilihan Metode Penelitian	30
3.4	Perancangan Apparatus	31
3.5	Pembuatan Apparatus	32
3.6	Prosedur Percobaan	33
3.7	Diagram Alir Pengerjaan	34
3.8	Alat dan Bahan Percobaan.....	35
3.9	Jadwal Rencana Penelitian.....	38
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Pembuatan Aparatus	39
4.2	Data Hasil Pengujian	41
4.3	Perhitungan Laju Korosi.....	42
4.4	Grafik Kehilangan Berat Sepsimen terhadap Waktu Perendaman	46
4.5	Tabel Hasil Pengolahan Data dan Grafik	47
4.6	Morfologi Spesimen Pasca Pengujian.....	49
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Sampel Pipa Distribusi Crude Oil.....	5
Gambar 2.1	Mekanisme Korosi.....	15
Gambar 2.2	Korosi Seragam Pada Pipa Ballast	17
Gambar 2.3	Korosi Sumuran.....	17
Gambar 2.4	Korosi Erosi Pada Pipa.....	18
Gambar 2.5	Korosi Galvanik.....	18
Gambar 2.6	Stress Corrosion.....	19
Gambar 2.7	Crevice Corrosion.....	20
Gambar 2.8	Korosi Lelah.....	20
Gambar 29	Aliran Fluida Dalam Pipa Yang Dapat Menyebabkan Korosi Aliran.....	21
Gambar 3.1	Alir Perancangan Apparatus.....	30
Gambar 3.2	Alir Pembuatan Apparatus.....	31
Gambar 3.3	Diagram Alir Pengerjaan.....	32
Gambar 3.4	Spesimen.....	34
Gambar 3.5	Hot Plate Stirrer.....	34
Gambar 3.6	Jangka Sorong.....	34
Gambar 3.7	Gelas Ukur.....	35
Gambar 3.8	Mesin Gerinda Potong.....	35
Gambar 3.9	Timbangan Digital.....	35
Gambar 3.10	<i>Crude Oil</i>	36

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	<i>Physical Properties of (DCO) Duri Crude Oil</i>	2
Tabel 1.2	<i>Physical Properties of (LCO) Lirik Crude Oil</i>	3
Tabel 1.3	<i>Physical Properties of (SLC) Sumatran Light Crude</i>	3
Tabel 2.1	Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi	15
Tabel 2.2	korosi yang terjadi pada <i>Heat exchanger</i>	22
Tabel 2.3	Penelitian terdahulu.....	26
Tabel 3.1	Alat dan Bahan Percobaan.....	34
Tabel 3.2	Jadwal Rencana Penelitian.....	37
Tabel 4.1	Data hasil pengujian.....	37
Tabel 4.2	Hasil pengolahan data dan laju korosi spesimen A	37
Tabel 4.3	Hasil pengolahan data dan laju korosi spesimen B.....	37
Tabel 4.4	Hasil pengolahan data dan laju korosi spesimen C.....	37
Tabel 4.5	Hasil pengolahan data dan laju korosi spesimen D.....	37
Tabel 4.6	Hasil pengolahan data keseluruhan pengujian.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia kaya akan sumber daya alam diantaranya yaitu minyak dan gas bumi. Salah satu penggunaan minyak bumi di Indonesia yaitu sebagai BBM atau bahan bakar minyak. Pemanfaatan minyak dan gas bumi ini terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya penggunaan BBM di berbagai sektor industry (Salahudin dkk, 2020). Data konsumsi energi di Indonesia menunjukkan bahwa konsumsi BBM untuk sector transportasi mencapai 62% dari total konsumsi BBM disemua sector pada tahun 2006 sedangkan untuk sector industri dan rumah tangga masing-masing mengkonsumsi BBM sebesar 19% dari total konsumsi. Dari 62% BBM yang dikonsumsi oleh sector transportasi, 78% nya adalah BBM yang dikonsumsi oleh transportasi jalan (Zulfikri dkk, 2010).

Industri perminyakan mengandung berbagai macam lingkungan yang dapat menimbulkan korosi. Masalah korosi yang terjadi pada industri perminyakan dibagi menjadi tiga bidang umum: (1) Produksi (2) Transportasi dan penyimpanan (3) Operasi kilang. Senyawa belerang yang ditemukan secara menyeluruh dalam minyak mentah menyebabkan banyak penanganan dan perbaikan. Senyawa pada minyak mentah yang dapat mengakibatkan korosi pada pipa distribusi minyak mentah yaitu asam, sulfur, dalam bentuk *hydrogen sulfida*, *polisulfida* dan *mercaptan*. *Tiofena* dan keadaan unsur menimbulkan kesulitan dalam penanganan pada distribusi dan penyimpanan minyak mentah karena toksisitas yang ekstrim dan sifat korosif yang diakibatkan oleh belerang. Salah satu dampak dari korosi pada industri minyak, yaitu kebocoran pada pipa-pipa distribusi minyak mentah dari tangki penampungan menuju proses *heat exchanger* (Ramzy dkk, 2019).

Kebocoran pada pipa distribusi minyak sangatlah berbahaya, baik untuk lingkungan maupun untuk masyarakat, dampak terbesar kebocoran pipa pada

lingkungan yaitu rusaknya ekosistem dan kematian organisme. Kebakaran juga menjadi dampak dari kebocoran pipa distribusi minyak mentah. Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam kasus korosi industri minyak mencapai miliaran dollar per tahun. Korosi mempengaruhi setiap aspek eksplorasi dan produksi minyak, dari rig lepas pantai hingga casing dan distribusi minyak mentah ke kilang atau terminal ekspor. Korosi merupakan peristiwa dari penurunan kualitas logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia logam dengan lingkungan disekitarnya (Ramzy dkk, 2020).

Pemasok minyak mentah untuk PT.Pertamina RU.II Production Sungai Pakning berasal dari DCO (*Duri Crude Oil*), LCO (*Lirik Crude Oil*), SLC (*Sumatran Light Crude*). Dibawah ini menunjukkan physical properties dari suplayer minyak mentah di PT.Pertamina RU. II Production Sungai Pakning.

Tabel 1.1 *Physical Properties of (DCO) Duri Crude Oil.*

Nomor Urut	28
Tanggal Sampling	02-02-2022
Jam Sampling	12:30 WIB
Asal Sampel	MT.Emmanuel
Tanggal Pengujian	02-02-2022
Jam Pengerjaan	13:00 WIB
Nomor Sampel	L-4865723
Properties	Unit
API Gravity at 60°	20,0 °F
Pour point	18 °C
Mercury content	8,214 ppb
Sulfur content	2081,3 ppm
TAN	2,1 mg KOH/g
Flash Point	68 °C

Tabel 1.1 *Physical Properties of (DCO) Duri Crude Oil.*

Viscosity kinematic 50 °	201,6 Cst
Salt content	4,6 ptb
BS dan W	0,60 % Vol

(Sumber: Laboratorium PT.Pertamina RU II. Production Sungai Pakning)

Tabel 1.2 *Physical Properties of (LCO) Lirik Crude Oil*

Nomor Urut	25
Tanggal Sampling	31-01-2022
Jam Sampling	14:00
Asal Sampling	OB.Permata Success 5001
Tanggal Pengujian	31-01-2022
Jam Pengujian	15:00
Nomor Sampel	L-4861538
Properties	Unit
API Gravity at 60°	33,7 °F
Pour point	42 °C
Mercury content	7,157 ppb
Sulfur content	718 ppm
TAN	0,28 mg KOH/g
Flash Point	58 °C
Viscosity kinematic 50 °	17,22 Cst
Salt content	4,4 ptb
BS dan W	0,40 % Vol

(Sumber: Laboratorium PT.Pertamina RU II. Production Sungai Pakning)

Tabel 1.3 *Physical Properties of (SLC) Sumatran Light Crude*

Nomor Urut	222
Tanggal Sampling	06-07-2022
Jam Sampling	16:00
Asal Sampling	MT.Emmanuel
Tanggal Pengujian	06-07-2022

Tabel 1.3 *Physical Properties of (SLC) Sumatran Light Crude*

Jam Pengujian	16-30
Nomor Sampel	L-J163428
Properties	Unit
API Gravity at 60°	33,8 °F
Pour point	33 °C
Mercury content	11,176 ppb
Sulfur content	938,2 ppm
TAN	0,28 mg KOH/g
Flash Point	- °C
Viscosity kinematic 50 °	- Cst
Salt content	0,7 ptb
BS dan W	0,45 % Vol

(Sumber: Laboratorium PT.Pertamina RU II. Production Sungai Pakning)

Minyak bumi ditemukan bersama-sama dengan gas alam. Minyak bumi yang telah dipisahkan dari gas alam disebut juga minyak mentah (*crude oil*). Minyak mentah dapat dibedakan atas:

- a. Minyak mentah ringan (*light crude oil*), mengandung kadar logam dan belerang rendah, berwarna terang dan bersifat encer (viskositas rendah)
- b. Minyak mentah berat (*heavy crude oil*), mengandung kadar logam dan belerang tinggi, memiliki viskositas tinggi sehingga harus dipanaskan agar meleleh (Agustin, 2014)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama durasi pipa terendam dan adanya kandungan sulfur dalam minyak mentah akan meningkatkan laju korosi dari pipa yang terbuat dari *carbon steel pipe API 5L Grade X42* (Ramzy dkk, 2020). Akibat terjadinya korosi (*corrosion*) yang dapat menyebabkan retak atau patahnya pipa merupakan persoalan yang harus diperhatikan, karena akibat yang ditimbulkannya sangat berbahaya dan bisa mempengaruhi kehidupan sosial dan kerugian yang sangat besar (Wibowo, 2015). Pada **gambar 1.1** menunjukkan

sampel pipa distribusi *crude oil* dari Tangki penampungan menuju *heat exchanger* yang didapat kan dari PT.Pertamina RU.II Production Sungai Pakning.



Gambar 1.1 Sampel pipa distribusi crude oil

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana korosi yang terjadi pada pipa distribusi minyak mentah ?
2. Bagaimana laju korosi yang terjadi pada pipa distribusi minyak mentah dari tangki penampungan menuju Heat Exchanger ?
3. Bagaimana metode pengendalian korosi yang diterapkan pada pipa distribusi minyak mentah ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan akan ditentukan beberapa tujuan terhadap analisa korosi yang terjadi pada pipa distribusi minyak mentah, adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Menganalisa jenis korosi dan morfologi permukaan yang terjadi pada pipa distribusi minyak mentah.

2. Untuk menganalisa laju korosi pipa distribusi minyak mentah.
3. Mengetahui metode pengendalian korosi yang diterapkan pada pipa distribusi minyak mentah.

1.4 Batasan Masalah

Agar proses penulisan laporan ini tidak terlalu luas topiknya maka diperlukan pembatasan masalah di antaranya sebagai berikut :

1. Pipa yang digunakan adalah *carbon steel pipe API 5L Grade X42* yang biasa dipakai sebagai pipa distribusi *crude oil*
2. Larutan uji yang digunakan adalah *crude oil* yang diperoleh dari PT.Pertamina RU.II Production Sungai Pakning
3. Pengujian dilakukan pada lingkungan (larutan uji) bertemperatur $\pm 40^{\circ}\text{C}$
4. Laju korosi ditentukan dengan menggunakan metode kehilangan berat (*weight loss*)

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai masukan dan referensi untuk pencegahan kebocoran pipa distribusi minyak mentah kepada pihak PT.Kilang Pertamina Internasional Production Sungai Pakning.
2. Sebagai referensi untuk perkembangan dan penelitian selanjutnya,dan sebagai pustaka tambahan untuk menunjang proses pembelajaran.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisikan tentang latar belakang masalah,perumusan masalah,tujuan penelitian,Batasan masalah dan sistematika penulisan laporan proposal penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori yang berhubungan dalam penyelesaian pembuatan laporan penelitian ini. Teori tersebut berhubungan dengan definisi korosi, jenis-jenis korosi dan teori-teori yang berhubungan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian ini menguraikan tahapan-tahapan dalam menyelesaikan laporan penelitian. Metodologi penelitian digunakan dalam menyelesaikan laporan penelitian. Metodologi penelitian digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pada laporan tugas akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang analisa laju korosi, morfologi permukaan specimen pasca perendaman minyak mentah dan berisi tentang analisa hasil perhitungan dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari analisis yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA