

ANALISIS SISA UMUR PAKAI PIPA PENYALUR FUEL B.35 DI PLTMG AMBON PEAKER 30 MW

Josua M. Leatemia¹, Nevada J.M Nanulaitta², Berthy Pelasula³

¹⁾ Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Migas Politeknik Negeri Ambon,

²⁾ Prodi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

³⁾ Prodi Teknik Produksi Migas Politeknik Negeri Ambon

Josualeatemia128@gmail.com rio_nevada@yahoo.co.id bertxpelasula@gmail.com

ABSTRACT

Pipeline systems are one way to deliver fuel from refineries to distribution points before it reaches consumers. The system consists of a number of pipes that transport the fluid over a considerable distance. An underground pipeline system is the system used in this design analysis. The technical requirements for the construction and planting of underground pipe systems will have an impact on the pipeline pressure. In this study is how to determine the Remain life of the fuel B.35 pipeline at the PLTMG Ambon Peaker 30 MW.

Conducting a thickness testing method with an ultrasonic thickness gauge measuring instrument. In this test, researchers will carry out a series of stages, starting from pipe preparation and characterization to understand the initial condition of the pipeline. Afterwards, testing is carried out using an ultrasonic thickness gauge that not only focuses on the thickness of the pipe, but also on the overall structural integrity.

This study was conducted by measuring the thickness of the pipe to obtain preliminary data to measure the remaining service life of the B.35 fuel distribution pipe from the holding tank to the daily tank. Measurement using ultrasonic thickness gauge. The length of the inspected pipe is 78 m divided into 13 staff, with 624 measurement points divided into 48 points per staff. The lowest remaining pipe life value is 13,5 years and the highest is in the 10th staff pipe worth 20,1 years.

Keywords: *pipe thickness, corrosion rate and remaining pipe service life*

ABSTRAK

Sistem pipa adalah salah satu cara untuk menyalurkan bahan bakar dari kilang ke titik distribusi sebelum sampai ke tangan konsumen. Sistem ini terdiri dari sejumlah pipa yang mengangkut fluida dengan jarak yang cukup jauh. Sistem pipa bawah tanah adalah sistem yang digunakan dalam analisis desain ini. Persyaratan teknis untuk konstruksi dan penanaman sistem pipa bawah tanah akan berdampak pada tekanan pipa. Dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan *Remain life* pipa penyalur *fuel* B.35 pada PLTMG Ambon Peaker 30 MW, dengan melakukan metode pengujian ketebalan dengan alat ukur *ultrasonic thickness gauge*.

Dalam pengujian ini, peneliti akan menjalankan serangkaian tahapan, dimulai dari persiapan dan karakterisasi pipa untuk memahami kondisi awal pipa penyalur. Setelahnya, dilakukan pengujian dengan menggunakan alat ukur *ultrasonic thickness gauge* yang tidak hanya fokus pada ketebalan pipa, tetapi juga pada integritas struktural secara keseluruhan.

Penelitian ini dilakukan dengan mengukur ketebalan pipa untuk mendapatkan data awal untuk mengukur sisa umur pakai pada pipa distribusi bahan bakar B.35 dari tangki penampung ke tangki harian. Pengukuran menggunakan alat ukur ketebalan *ultrasonic thickness gauge*. Panjang pipa yang diinspeksi adalah 78 m terbagi atas 13 staf, dengan titik pengukuran adalah 624 titik yang terbagi menjadi 48 titik per staf. Sisa umur pakai pipa terendah ada pada pipa ke-5 dengan 13,5 tahun sedangkan tertinggi adalah pada pipa ke-10 dengan 20,1 tahun

Kata Kunci : Ketebalan Pipa, Laju Korosi dan Sisa Umur Pakai Pipa

PENDAHULUAN

Sistem pipa adalah salah satu cara untuk menyalurkan bahan bakar dari kilang ke titik distribusi sebelum sampai ke tangan konsumen. Sistem ini terdiri dari sejumlah pipa yang mengangkut fluida dengan jarak yang cukup jauh. Sistem pipa bawah tanah adalah sistem yang digunakan dalam analisis

desain ini. Selain sistem perpipaan dan karakteristik fluida, pembahasan mengenai tangki penyimpanan juga sangat penting.

Tangki penyimpanan adalah komponen dari sistem penyimpanan dan digunakan untuk menyimpan minyak mentah (penimbunan) sebelum pengolahan minyak dilakukan atau untuk menampung produk dari proses pengolahan minyak kilang, termasuk minyak, gas, dan produk kimia. Bahan bakar mengalir melalui sistem perpipaan dan berakhir di tangki penyimpanan. Tangki Penyimpanan berfungsi sebagai tempat penimbunan atau penyimpanan minyak dari kapal tanker, mobil tangki, dan sumber lainnya selain sebagai tempat untuk memproses barang dan menyimpan minyak untuk digunakan di kemudian hari. Ada beberapa kasus yang muncul mengenai kelayakan pipa

Menurut laporan kecelakaan dari Dewan Keselamatan Transportasi Nasional, Washington D.C., Amerika Serikat, telah terjadi kasus kegagalan sistem pipa di Georgia dan Tennessee. Pipa distribusi bensin berdiameter 40 inci milik *Colonial Pipeline Company* di Georgia mengalami kebocoran, membuang 30.000 galon bahan bakar karena penurunan permukaan tanah, dan membutuhkan 3,2 juta dolar AS untuk pembersihan. Pipa berdiameter 8 inci di Tennessee yang mengangkut bahan bakar diesel mengalami tekanan berlebih hingga pecah, membuang 84 ribu galon bensin dan menelan biaya sebesar 5,7 juta dolar AS. Permasalahan selanjutnya terjadi juga di Indonesia, Menurut Kompas.com, ledakan yang terjadi pada pipa Gas Pertamina di Prambulih, Sumatera Selatan dimana ledakan yang terjadi menyebabkan 2 korban jiwa yang terbakar, sementara dijelaskan bahwa ledakan disebabkan karena kebocoran, beberapa pendapat mengatakan bahwa kebocoran pada pipa penyalur gas disebabkan karena korosi yang terjadi, korosi pada pipa disebabkan banyak hal, baik dari pengikisan dari beberapa zat secara terus menerus di luar pipa maupun di bagian dalam pipa karena tekanan bahan bakar yang begitu kuat sehingga menjadi pemicu terjadinya kebocoran.

Dari permasalahan di atas menjelaskan bahwa pentingnya dilakukan analisis terhadap kelayakan pengoperasian pipa penyalur minyak, karena faktor eksternal di luar pipa akan ditangani secara berkala dan faktor tekanan di dalam pipa selalu menjadi alasan paling baik untuk diterapkan. Penelitian ini merupakan replikasi dari penelitian sebelumnya dengan judul Analisis Laju Korosi dan Sisa Umur Pakai Pada Sistem Perpipaan Stasiun Penerima Gas Bumi oleh Agus Hartadi, et al 2022, dan perbedaan pada penelitian yang sekarang penulis teliti yaitu tempat penelitian yang berbeda dan pada penelitian sebelumnya menggunakan data *life time* selama 3 tahun.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pipa Instalasi Migas

Istilah pipa biasanya merujuk pada produk berbentuk tabung yang diameter luarnya selalu memenuhi ukuran standar meskipun ketebalan dindingnya (*schedule*) bervariasi. Nugroho dkk. (2018) menyatakan bahwa tujuan pipa adalah untuk memindahkan fluida dari satu lokasi ke lokasi lain. Aliran gas, air, atau uap yang dikontrol suhunya dapat melewati pipa. Pipa baja karbon adalah jenis pipa yang paling sering digunakan di sektor minyak dan gas.

B. Jenis – Jenis Pipa Instalasi Migas

Pipa dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori berdasarkan cara pembuatannya: pipa yang dibuat tanpa sambungan (yaitu, tanpa sambungan las) dan pipa yang dibuat dengan sambungan (yaitu, dengan pengelasan).

C. Macam-macam standar acuan

Beberapa standar Acuan yang digunakan dalam penginspeksian berdasarkan standar *American Petroleum Institute* (API) adalah, sebagai berikut:

1. API 570 adalah standard untuk pemeliharaan, inspeksi, perbaikan.

2. API 571 adalah standar untuk memberikan panduan kepada personel integritas peralatan tekanan.
3. API 574 adalah standard untuk praktik pemeriksaan perpipaan, tabung, katup.

D. Ultrasonic Thickness Gauge

Ultrasonic thickness gauge merupakan suatu teknologi yang digunakan untuk mengukur ketebalan bahan padat seperti pipa, logam, kaca, aluminium, dan besi (Rizki. 2023). Prinsip kerjanya melibatkan pantulan gelombang ultrasonik, dengan *probe* atau sensor yang memancarkan gelombang ke permukaan bahan. Gelombang tersebut merambat melalui bahan dan dipantulkan kembali ke *probe*, dan waktu tempuhnya digunakan untuk menghitung ketebalan bahan dengan akurasi tinggi.

E. Korosi

Korosi merupakan kerusakan yang terjadi pada zat-zat seperti logam dan bahan bangunan mineral oleh zat korosif yang umumnya berupa cairan di lingkungannya. Reaksi kimia, khususnya reaksi elektrokimia pada logam, adalah yang sering memulai proses di permukaan. Selain organisme yang berkontribusi pada korosi bahan bangunan, kerusakan ini berpotensi menyebar ke seluruh bagian material. Lebih jauh lagi degradasi logam yang disebabkan oleh interaksi elektrokimia antara logam dan lingkungannya dikenal sebagai korosi (Afandi, et al. 2015)

F. Perhitungan dan Evaluasi Pipa

1. Perhitungan Laju Korosi

Laju korosi merujuk pada tingkat perubahan atau penurunan kualitas suatu bahan seiring berjalannya waktu. Dalam mengukur laju korosi, satuan yang umumnya digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau *mill/year* (mpy, standar *British*). Ketahanan material terhadap korosi biasanya diukur dengan nilai laju korosi berdasarkan API 570 Poin 7.1 laju korosi dapat dirumuskan seperti persamaan di bawah.

$$Corrosion\ rate\ (LT) = \frac{t_{initial} - t_{actual}}{time\ (years) \text{ between } t_{initial} \text{ and } t_{actual}}$$

Dimana:

LT	: Laju Korosi
$t_{initial}$: Tebal awal pemasangan
t_{actual}	: Ketebalan saat inspeksi

2. Ketebalan Minimum

Corrosion rate adalah factor penting untuk melakukan perhitungan *remaining life* dari pipa, tetapi untuk mendapatkan *remaining life* perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan *thickness requires* (mm). Berikut adalah persamaan untuk mendapatkan *thickness requires*.

$$Tr = \frac{Px D}{2x S x E} + CA$$

Dimana

Tr	:	Ketebalan minimum
P	:	Tekanan desain (psi)
D	:	Diameter pipa (mm)
S	:	<i>Specification Minimum Yield Strength (psi)</i>
E	:	<i>Joint Factor</i>
CA	:	<i>Corrosion Allowance (mm)</i>

3. Perhitungan *Remaining Life*

Berdasarkan API 570 point 7.2. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

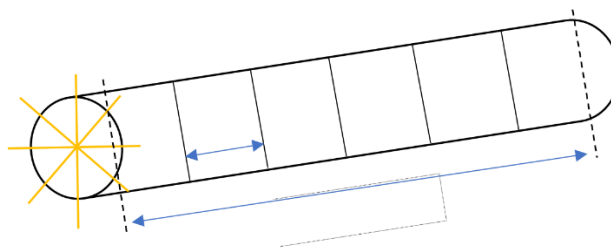
$$\text{Remaining Life} = \frac{\text{Thickness actual} - \text{Thickness required}}{\text{Corrosion Rate}}$$

Dimana:

<i>Remaining Life</i>	:	Sisa umur pakai
Tr	:	Ketebalan Minimum
t_{actual}	:	Ketebalan saat inspeksi

METODOLOGI

Metode yang diterapkan adalah dengan memanfaatkan alat *Ultrasonic Thickness Gauge* untuk mengukur ketebalan dan masa pemakaian pipa dengan akurat dan efisien.



Gambar 1 Titik pengujian pada pipa

Pipa yang diinspeksi adalah pipa penyalur bahan bakar (*Fuel B.35*) dari tangki penampung ke tangki harian dengan jarak keseluruhan pipa yang diinspeksi adalah 78 meter. Proses pengambilan data yaitu dengan menggunakan alat *Ultrasonic thickness gauge* kemudian menempelkan transduser pada dinding pipa yang akan diinspeksi sesuai dengan titik-titik yang sudah ditentukan sebelumnya sesuai standar pengukuran yang dipakai, dimana pada ukuran 1 meter pada pipa terdapat 8 titik yang di inspeksi dengan jarak antar titik adalah 12,5 cm maka jumlah titik di inspeksi pada pipa ukuran 6 meter (1 staf) adalah 48 titik pengukuran. Total pipa yang di inspeksi adalah 13 staf dengan total titik pengujian sebanyak 624 titik.

A. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data, yaitu data primer dan data sekunder, sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari lapangan pada saat proses pengambilan data, meliputi: Pengukuran Langsung: Melakukan pengukuran variabel-variabel yang relevan di lapangan menggunakan alat ukur *Ultrasonic Thickness Gauge Benetech GM 100*

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dipakai untuk mendukung data primer

B. Metode Pengumpulan Data

Beberapa metode pengumpulan data yaitu:

1. Observasi
Observasi adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap unsur-unsur yang tampak dalam suatu gejala atau gejala-gejala dalam objek penelitian.
2. Studi literature
Studi literature adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca, dan mencatat, serta memperbolehkan penelitian.
3. Wawancara
Wawancara adalah metode pengumpulan data dengan cara menanyakan sesuatu kepada seorang *responder*.
4. Dokumentasi
Dokumentasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk menelusuri data historis. Dokumen dapat berisi tulisan, gambar atau karya-karya monumental dari seseorang.

C. Kerangka konsep penelitian

Menentukan *Remaining life* pipa penyalur *fuel* B.35 pada PLTMG Ambon Peaker 30 MW, dengan melakukan metode pengujian ketebalan dengan alat ukur ketebalan *ultrasonic thickness gauge*. Dalam pengujian ini, peneliti akan menjalankan serangkaian tahapan, dimulai dari persiapan dan karakterisasi pipa untuk memahami kondisi awal pipa penyalur. Setelahnya, dilakukan pengujian dengan menggunakan alat ukur ketebalan *ultrasonic thickness gauge* yang tidak hanya fokus pada ketebalan pipa, tetapi juga pada integritas struktural secara keseluruhan, mengoptimalkan pemakaian pipa penyalur bahan bakar dengan memahami secara menyeluruh kondisi dan performa pipa. Pendekatan ini sejalan dengan standar API 570, 571 dan ASME 574 yang menyediakan pedoman untuk desain, konstruksi, dan pengujian pipa penyalur bahan bakar. Dengan menganalisis data hasil pengujian ketebalan dengan menggunakan alat ukur *ultrasonic thickness gauge*, penelitian ini memberikan gambaran lebih jelas terkait kondisi pipa penyalur bahan bakar, memfasilitasi penentuan waktu pemakaian optimal. Serta mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin muncul selama penggunaan. Selain itu, penelitian ini mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan dan operasional yang dapat memengaruhi integritas pipa penyalur bahan bakar selama pemakaian, memberikan kontribusi penting dalam pengembangan strategi pemeliharaan dan manajemen risiko di PLTMG Ambon *Peaker* 30 MW, sesuai dengan standar industri yang disebut sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Lapangan

Pipa yang diinspeksi adalah pipa penyalur bahan bakar (*Fuel B.35*) dari tangki penampung ke tangki harian dengan jarak keseluruhan pipa yang diinspeksi adalah 78 meter. Proses pengambilan data yaitu dengan menggunakan alat *Ultrasonic thickness gauge* kemudian menempelkan transduser pada dinding pipa yang akan diinspeksi sesuai dengan titik-titik yang sudah ditentukan sebelumnya sesuai standar pengukuran yang dipakai, dimana pada ukuran 1 meter pada pipa terdapat 8 titik yang diinspeksi dengan jarak antar titik adalah 12,5 cm maka jumlah titik diinspeksi pada pipa ukuran 6 meter (1 staf) adalah 48 titik pengukuran. Hasil pengukuran kemudian dicatat dan akan di analisa terkait keefektifitas pengendalian korosi di PLTMG Ambon *Peaker* 30 MW, terhadap laju korosi dan sisa umur pakai pipa. Berikut adalah spesifikasi pipa distribusi yang diinspeksi:

Tabel 1 Dimensi Pipa

Dimensi Pipa	
Panjang <i>Pipeline</i>	78 meter
Normal <i>Pipe Zize</i>	3 inchi
Diameter luar	88 mm
Nominal <i>wall thickness</i>	0.188
Ketebalan awal Pipa	6 mm
Tahun awal Penggunaan Pipa	2020

Tabel 2 Data Operasional

Data Operasional	
Fluida	B.35
Kapasitas	18m ³ /Jam
Utilitas	Bahan Bakar
Tekanan operasi minimum	35,000 Psi
Tekanan operasi maksimum	4000 Psi
Tekanan Desain	2.250 Psi
<i>Maximum Allowed Operation Pressure</i>	2,220 Psi
<i>Join Faktor</i>	1

Tabel 3 Data Material Pipa

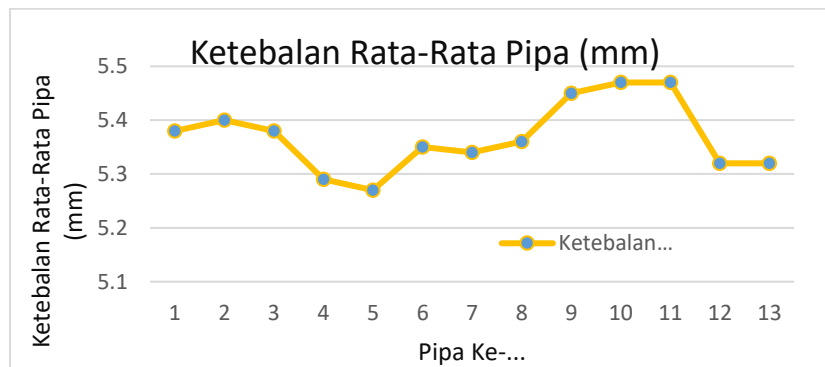
Data Material Pipa	
<i>Grade Pipa</i>	ASTM A53 B
Tipe Sambungan	<i>Seamless</i>
Faktor Desain	0,60
<i>Specified Minimum Yield Strength</i>	35,000psi
<i>Specified Minimum Tensile Strengt</i>	60,000psi

Dalam memperhitungkan *remain life* dari pipa perlu diketahui laju pengkorosian yang terjadi pada *pipeline*. Laju korosi ada dengan memperkirakan seberapa banyak material berubah karena terdegradasi. Untuk menghitung laju korosi menggunakan persamaan API 570 Point 7.1. Dalam pengukuran ketebalan pipa diukur untuk 1 staf (6 m) sebanyak 48 titik pengukuran, sehingga untuk 13

staf (78 m) sebanyak 624 titik pengukuran. setelah selesai pengukuran diambil nilai rata-rata ketebalan untuk setiap 1 staf (6 m).

Tabel 4. Data hasil Pengukuran ketebalan rata-rata Pipa

No	Pipa	Ketebalan rata-rata Pipa (mm)
1	Pipa ke-1	5.38
2	Pipa ke-2	5.40
3	Pipa ke-3	5.38
4	Pipa ke-4	5.29
5	Pipa ke-5	5.27
6	Pipa ke-6	5.35
7	Pipa ke-7	5.34
8	Pipa ke-8	5.36
9	Pipa ke-9	5.45
10	Pipa ke-10	5.47
11	Pipa ke-11	5.47
12	Pipa ke-12	5.32
13	Pipa ke-13	5.32



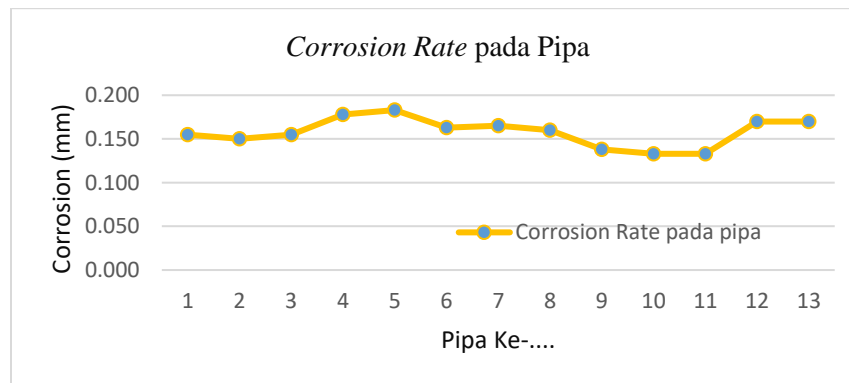
Gambar 2. Grafik Ketebalan rata-rata Pipa pada pipa distribusi pada PLTMG Waai

1. Perhitungan laju korosi Pipa Distribusi

Kemudian nilai ketebalan untuk masing-masing staf dimasukan ke dalam perhitungan laju korosi melalui persamaan API 570 Point 7.1 kemudian memasukan data pengukuran ketebalan rata-rata pada pipa yang dilakukan pada 13 staf pipa dengan 48 titik pengukuran untuk setiap staf.

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Corrosion Rate*

No	Pipa Ke-	Laju Korosi (mpy)
1	1	0,155
2	2	0,150
3	3	0,155
4	4	0,178
5	5	0,183
6	6	0,163
7	7	0,165
8	8	0,160
9	9	0,138
10	10	0,133
11	11	0,133
12	12	0,170
13	13	0,170



Gambar 3. Grafik *Corrosion Rate* pada pipa distribusi pada PLTMG Waai

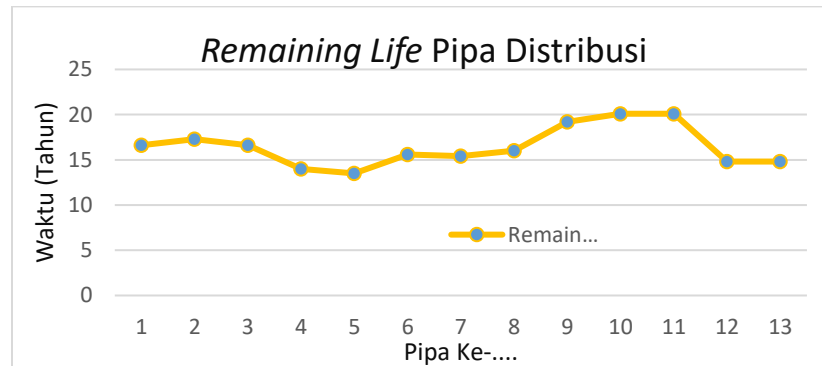
3. Perhitungan *Remaining Life*

Dengan data ketebalan pipa, *thickness requires* dan *corrosion rate* kita dapat mengetahui hasil perhitungan *remaining life* dari ke-13 pipa distribusi minyak dari tangki penampung ke tangki harian seperti table di bawah ini.

Table 6. *Remaining life* Pipa Distribusi Minyak pada PTLMG Waai

No	Pipa Ke-	<i>Remaining life</i> (Years)
1	1	16,6
2	2	17,3
3	3	16,6
4	4	14,0
5	5	13,5
6	6	15,6

7	7	15,4
8	8	16,0
9	9	19,2
10	10	20,1
11	11	20,1
12	12	14,8
13	13	14,8



Gambar 4. Grafik *remaining life* pipa distribusi pada PLTMG Waai

Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang diperoleh setelah melakukan pengambilan data berupa hasil pengukuran ketebalan pipa distribusi pada PLTMG Waai dengan jumlah pipa 13 staf dengan panjang 78 m serta 624 titik pengujian ketebalan pada pipa dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil Analisa data menunjukan laju korosi tertinggi yaitu 0,183 mmpy pada pipa staf ke-5 dan laju korosi terendah yaitu 0,133 mmpy pada pipa staf ke-10.
2. Sisa umur pakai pipa terendah ada pada pipa ke-5 dengan 13,5 tahun sedangkan tertinggi adalah pada pipa ke-10 dengan 20,1 tahun

Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat penulis berikan berdasarkan hasil temuan saat penelitian :

1. Melakukan rutinitas pemeriksaan kondisi pipa secara berkala agar mencegah terjadi kebocoran pada pipa.
2. Perlu adanya inspeksi secara berkala yang dilakukan pihak PLTMG Waai untuk meminimalisir tingkat kerusakan akibat korosi pada pipa distribusi
3. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang umur pakai pipa pada PLTMG Waai khususnya pada daerah pengelasan.
4. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang *remain life* pipa distribusi berbasis *Risk-Based Inspection* (RBI).
5. Pipa pada PLTMG Ambon Peaker 30 MW, perlu dilakukan inspeksi pada tahun 2028.

Referensi

- Afandi, Y. K., Arief, I. S., & Amiadji, A. (2015). Analisa Laju Korosi pada pelat baja Karbon dengan Variasi ketebalan coating. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), G1-G5.
- Agung, W. (2019). Analisis Pengaruh Penyumbatan Aliran Fluida Pada Pipa Dengan Metode Fast Fourier Transform
- Gahsar Rumaday, Leslie S Loppies, Nevada JM Nanulaitta. (2024) Analisa Penentuan Umur Pakai Tangki Timbun 01-50 Ton Di PT. PLN (Persero) UIW Maluku dan Maluku Utara Kantor Pelayanan Kiandarat, *Journal Mechanical Engineering* Vol 2 No 1 Hal 12-20.
- Nugroho, A., Haryadi, G. D., Ismail, R., & Kim, S. J. (2018, April). Risk based inspection for atmospheric storage tank. In *THE 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY (ICAMST 2015)* (Vol. 1725, No. 1, p. 020055). AIP Publishing
- Rizki. (2023). Apa Itu *Ultrasonic thickness gauge*? Retrieved from <https://testingindonesia.co.id/apa-sih-itu-ultrasonic-thickness-gauge/#:~:text=Ultrasonic%20thickness%2>
- Rosidah, A. A., & Suheni, S. (2022, December). Analisis Laju Korosi dan Sisa Umur Pakai Pada Sistem Perpipaan Stasiun Penerima Gas Bumi. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*.
- YOPI, V. (2019). *ANALISIS DISTRIBUSI BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) WILAYAH INDONESIA TIMUR DI MT. BERKAT ANUGERAH 03* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG).