

# Perhitungan *residual life assesment* (rla) dengan menggunakan metode *ultrasonic testing* (ut) terhadap hasil inspeksi pada *pipeline* gas di PT. XYZ

Muhammad Firjatullah Suhaeri<sup>1</sup>, I Gede Riyan Oka Saputra<sup>1</sup>, I Made Wijana Dwipa Ariyasa<sup>1</sup>, Muhammad Maulana Al Hafidh<sup>1</sup>, Mohamad Riza Abidin<sup>1</sup>, Muhammad Farouq Abdul Aziz<sup>1</sup>, Fajar Paundra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung

Penulis Korespondensi : Fajar Paundra (e-mail: fajar.paundra@ms.itera.ac.id)

## ABSTRAK

Inspeksi merupakan upaya mendeteksi dan memperbaiki kondisi tidak aman di tempat kerja untuk mencegah kecelakaan. Tujuan inspeksi adalah mengidentifikasi bahaya potensial, menilai resiko, dan mengendalikan keselamatan. Alasan dilakukannya inspeksi antara lain untuk keselamatan, kualitas, kepatuhan, perawatan, dan pengujian produk. Kecelakaan kerja disebabkan oleh keadaan tidak aman, tindakan tidak aman, dan interaksi manusia dengan lingkungan kerja. Inspeksi pipeline menggunakan metode ultrasonic testing untuk mengamati kerusakan akibat fluida. Residual Life Assessment digunakan untuk mengevaluasi sisa umur peralatan. Metode UT memeriksa ketebalan pipa dengan empat titik pengukuran. APD seperti helm dan sarung tangan digunakan untuk mengurangi risiko kecelakaan. Proses pengambilan data harus teliti dan lengkap.

**KATA KUNCI :** inspeksi, keselamatan, ultrasonic testing, Residual Life Assessment, Perawatan

## 1. PENDAHULUAN

Inspeksi adalah upaya mendeteksi adanya kondisi tidak aman dan tindakan tidak aman dan segera memperbaikinya sebelum menyebabkan suatu kecelakaan. Inspeksi di tempat kerja bertujuan untuk mengidentifikasi sumber-sumber bahaya potensial yang ada di tempat kerja, mengevaluasi tingkat resiko terhadap tenaga kerja serta mengendalikan sampai tingkat yang aman bagi kesehatan dan keselamatan tenaga kerja[1]. Inspeksi tidak ditujukan untuk mencari kesalahan orang, melainkan untuk menemukan dan menentukan lokasi bahaya potensial yang dapat mengakibatkan kecelakaan dan penyakit akibat kerja[2]. Inspeksi adalah sebuah proses yang digunakan untuk memeriksa, menguji, atau menilai suatu objek, tempat, atau proses dengan tujuan tertentu. Latar belakang inspeksi adalah alasan atau motif di balik dilakukannya inspeksi. Ini dapat bervariasi tergantung pada konteksnya.

Terdapat beberapa alasan perlu dilakukannya inspeksi yaitu keselamatan inspeksi dapat dilakukan untuk memastikan keselamatan orang, hewan, atau lingkungan, kualitas inspeksi digunakan untuk menilai kualitas produk atau barang. Ini dapat mencakup inspeksi bahan baku, produk jadi, atau komponen tertentu. Hasil inspeksi ini dapat digunakan untuk memastikan produk sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan, kepatuhan inspeksi dapat dilakukan untuk

memeriksa apakah suatu organisasi atau individu mematuhi peraturan dan standar yang berlaku[3]. Ini bisa termasuk inspeksi perusahaan oleh badan regulasi atau inspeksi peraturan lingkungan, perawatan inspeksi dapat dilakukan sebagai bagian dari program perawatan preventif. Ini digunakan untuk mendeteksi kerusakan atau masalah potensial dalam mesin, peralatan, atau infrastruktur sebelum mereka menjadi masalah yang lebih serius, pengujian produk inspeksi digunakan untuk menguji dan memverifikasi kinerja produk, pengujian produk inspeksi digunakan untuk menguji dan memverifikasi kinerja produk, investigasi inspeksi juga dapat dilakukan sebagai bagian dari penyelidikan, seperti dalam kasus penyelidikan kecelakaan lalu lintas atau kecelakaan industri, pengendalian kualitas inspeksi berkaitan erat dengan pengendalian kualitas. Dalam hal ini, inspeksi digunakan untuk memastikan bahwa produk atau layanan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, evaluasi inspeksi dapat digunakan untuk menilai kinerja, efisiensi, atau efektivitas suatu sistem, organisasi, atau proses.[4]

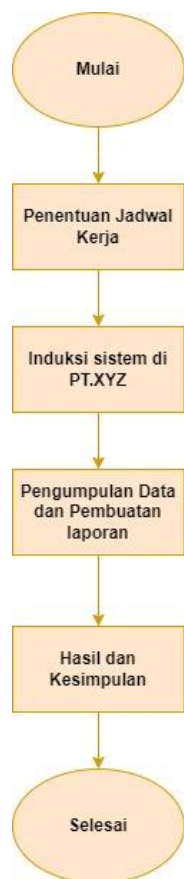
Kecelakaan kerja merupakan kecelakaan yang terjadi berkaitan dengan hubungan kerja, termasuk penyakit yang timbul karena hubungan kerja, demikian pula kecelakaan yang terjadi dalam perjalanan berangkat dari rumah menuju tempat kerja dan pulang ke rumah melalui jalan yang biasa atau wajar dilalui. Kecelakaan kerja sendiri terjadi karena beberapa sebab utama antara

lain keadaan yang tidak aman (*unsafe condition*), tindakan pekerja yang tidak aman (*unsafe action*), serta interaksi manusia dan sarana pendukung kerja[5]. Adapun tujuan dan manfaat yaitu Untuk mengamati hasil inspeksi *pipeline* dengan menggunakan metode *ultrasonic testing* dalam mengalirkan hasil bumi, untuk mengetahui serta dapat mempelajari kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh fluida yang mengalir di dalam *pipeline*.

## 2. BAHAN DAN METODE

Pelaksanaan penelitian dimulai pada tanggal 14 Juni 2023 dan selesai pada tanggal 14 Juli 2023. Untuk jam kerja dari hari Senin sampai Jum'at yaitu pukul 08:00 WIB sampai 16:00 WIB.

Berikut ini merupakan diagram alir kerja praktik yang dilaksanakan di PT. XYZ tergambar pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

### 2.1 Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini adalah metode secara pengamatan dan wawancara. Pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengamati kondisi perpipaan yang dialiri oleh fluida (minyak, air, lumpur, dan gas) yang didapat dari hasil pengeboran minyak bumi. Disertai melakukan sesi tanya jawab terhadap Kepala Bagian yang bertugas untuk melakukan inspeksi sistem perpipaan. Berikut ini merupakan metode penelitian:

#### a. Metode Pengamatan

Metode pengamatan (*observation*) merupakan salah satu cara untuk mengumpulkan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lapangan. Selama berada di perusahaan tersebut, mahasiswa memiliki tujuan yaitu untuk mendapatkan data yang akurat dan benar. sehingga nantinya mahasiswa dapat mengetahui dan memahami dari sistem kerja serta *Maintenance* dari mesin sludge separator.

#### b. Studi Pustaka

Merupakan suatu metode pengumpulan data yang diperoleh dari penelaahan artikel, catatan, katalog serta laporan yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas untuk dijadikan sebuah literatur yang menyesuaikan dengan melakukan pengamatan antara teori dengan praktik.

#### c. Studi Praktik

Metode ini merupakan pengumpulan data yang diperoleh dari perbandingan antara teori yang sudah ditelaah dengan hasil praktik yang dilakukan selama terjun langsung ke lapangan.

#### d. Metode Wawancara

Metode wawancara yang digunakan oleh mahasiswa dengan menanyakan beberapa pertanyaan kepada karyawan atau operator yang bersangkutan yang sedang melakukan perbaikan atau perawatan pada mesin sludge separator, mahasiswa juga melakukan pertanyaan disaat karyawan atau teknisi sedang senggang. Metode ini digunakan untuk mendapatkan data yang lebih maksimal dan akurat mengenai hasil inspeksi *pipeline* di PT. XYZ.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil inspeksi *pipeline* dengan menggunakan UT (*Ultrasonic Testing*) yang telah dilakukan didapatkan hasil berupa data sebagai berikut:

#### a. Data Hasil Inspeksi

Adapun data dan rumus yang digunakan untuk perhitungan *Residual Life Assesment* (RLA) adalah

No	Jenis data	Hasil
1	<i>Design Pressure</i> (P)	535 Psi = 37.61 kg/cm <sup>2</sup>
2	<i>Design Temperature</i> (DT)	46°C
3	MAOP	535 Psi = 37.61 kg/cm <sup>2</sup>
4	<i>Outside Diameter</i> (OD)	24 inch = 609.6 mm
5	<i>Longitudinal Joint Factor</i> (E)	1.0
6	<i>Temperature Derating Factor</i> (T)	1.0
7	<i>Design Factor</i> (F)	0.50

8	Minimal Yield Strength (S)	46.000 Psi = 3.234 kg/cm <sup>2</sup>
9	Nominal Thickness (T <sub>nom</sub> )	9.53 mm
10	Actual Minimum Thickness (T <sub>act</sub> )	9.00 mm
11	Previous Thickness (T <sub>prev</sub> )	9.06 mm
12	Operation Pressure (OP)	400.00 Psi = 28.123 kg/cm <sup>2</sup>
13	Corrosion Rate (Cr)	0.033 mm/year

b. Perhitungan

Berikut merupakan hasil perhitungan dari hasil inspeksi pipeline dengan metode UT (Ultrasonik Testing) sebagai berikut:

1) Minimum Thickness Required

$$T_{req} = \frac{P \times D}{2S \times F \times E \times T} \dots\dots\dots (1)$$

$$= T_{req} = \frac{P \times D}{2S \times F \times E \times T}$$

$$= \frac{37.614 \times 609.6}{2(3234.12) \times 0.5 \times 1 \times 1}$$

$$= 7.09 \text{ mm}$$

Minimum thickness required = 7.09 mm  
 Actual minimum thickness = 9.00 mm  
 Actual minimum thickness > Minimum thickness required

**Acceptable**

2) Maximum Allowable Operating Pressure

$$P = \frac{2S \times F \times E \times T \times T_{act}}{OD} \dots\dots\dots (2)$$

$$= P = \frac{2S \times F \times E \times T \times T_{act}}{OD}$$

$$= \frac{2(3234.12) \times 0.5 \times 1 \times 1 \times 9}{609.6}$$

$$= 47.75 \text{ kg/cm}^2$$

3) Corrosion Rate (Cr)

$$Cr = \frac{T_{nom} - T_{act}}{Life \ Time} \dots\dots\dots (3)$$

$$= Cr = \frac{T_{nom} - T_{act}}{Life \ Time}$$

$$= \frac{9.53 - 9.00}{1997 - 2022}$$

$$= 0.020 \text{ mm/year}$$

Dari pipeline data Corrosion Rate diketahui nilai sebesar 0.033 mm/year, untuk menetapkan data mana yang digunakan untuk perhitungan Remaining Life (RL) diambil data CR yang lebih besar. Maka nilai CR yang digunakan adalah 0.033 mm/year.

4) Remaining Life (RL)

$$RL = \frac{T_{act} - T_{req}}{Cr} \dots\dots\dots (4)$$

$$= RL = \frac{T_{act} - T_{req}}{Cr}$$

$$= \frac{9.00 - 7.09}{0.033}$$

$$= 57.88 \text{ years (Dimulai dari pengukuran terakhir, tahun 2022)}$$

c. Pembahasan

ASME B31.8 adalah kode standar yang digunakan untuk perancangan, konstruksi, operasi,

dan perawatan sistem pipa untuk transportasi gas alam di fasilitas distribusi dan transmisi. Kode ini mencakup berbagai aspek teknis untuk memastikan keamanan sistem pipa gas. Kode ASME B31.8 tidak secara khusus menentukan jarak inspeksi pipa gas dalam satuan ukuran tertentu, seperti meter atau kilometer. Sebaliknya, kode ini memberikan pedoman untuk pemeliharaan dan inspeksi yang harus dilakukan secara berkala, tetapi jarak inspeksi yang spesifik akan bergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis pipa yang digunakan (misalnya, baja, baja tahan karat, polietilena, dll.), ukuran pipa dan tekanan operasi, lingkungan operasi (misalnya, suhu, kelembaban, dan korosivitas lingkungan), riwayat pemakaian dan umur pipa, persyaratan hukum dan regulasi lokal mengenai inspeksi pipa gas[6]. Dalam hal ini, sangat penting untuk mengacu pada kode dan peraturan yang relevan yang diterapkan oleh pihak berwenang di wilayah tempat pipa gas beroperasi. Inspeksi pipa gas biasanya melibatkan metode seperti inspeksi visual, pemeriksaan non-destruktif, dan pemeriksaan dengan alat bantu seperti alat ultrasonik.

ASME B31.8 juga merujuk kepada rumus-rumus yang digunakan dan pada data yang telah diketahui. Ketetapan ini sudah menjadi standar nasional untuk masalah pipa dan gas[7].

Pada hasil inspeksi pipeline dengan metode UT ini diketahui beberapa hasil yang bisa menjadi acuan dari perawatan pipa pipeline tersebut, karena pada perhitungan Residual Life Assesment (RLA) bisa mendapatkan nilai minimum thickness required, maximum allowable operating pressure, corrosion rate, dan remaining life.

Metode UT dilakukan untuk mendapatkan ketebalan dari pipa yang sedang di inspeksi. Metode ini dapat melihat adanya cacat, retak, maupun keadaan yang dapat mengakibatkan kegagalan dari struktur pipa. Metode ini memakai konsep pantulan yang kembali, karena jika ada kerusakan dia akan kembali lebih cepat dan metode ini banyak digunakan dalam inspeksi.

Minimum thickness required bertujuan untuk menentukan ketebalan yang diperlukan pada suatu komponen atau struktur agar dapat memenuhi persyaratan kinerja dan keamanan yang ditetapkan. Pada hasil nilai minimum thickness required dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan kita dapat mengetahui minimum ketebalan pipa yang digunakan menjadi standar dari pipa tersebut. Lalu setelah di dapat nilai minimumnya dapat dibandingkan dengan keadaan nilai aktual minimum pada pipa tersebut dan dapat disimpulkan juga apakah pipa yang di inspeksi tersebut masih layak dalam pengoperasiannya atau tidak, jika tidak akan dilakukan perawatan.

Pada hasil nilai maximum allowable operating pressure (MAOP) dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan. Hasil ini digunakan untuk mengetahui tekanan maksimum yang diakibatkan oleh fluida yang mengalir di dalam pipa tersebut, pada perhitungan yang telah dilakukan didapat nilai

sebesar  $47.75 \text{ kg/cm}^2$ , ini merupakan tekanan maksimum yang bisa ditahan oleh pipa dengan material tersebut. MAOP juga dapat mencegah kerusakan atau kegagalan structural yang dapat disebabkan oleh tekanan yang melebihi batas yang ditetapkan. Jika dibandingkan pada data yang merujuk ke design pressure ASME B31.8 yang menyatakan MAOP nya sebesar  $37.61 \text{ kg/cm}^2$  dengan hasil dari perhitungan MAOP terhadap pipa pipeline didapat nilai sebesar  $47.75 \text{ kg/cm}^2$ . Maka MAOP yang digunakan adalah hasil dari perhitungan aktual.

*Corrosion rate* (CR) bertujuan untuk memahami dan mengukur tingkat korosi atau kerusakan yang terjadi pada logam atau material lainnya akibat proses oksidasi atau reaksi kimia dengan lingkungan sekitarnya. Pada hasil nilai *corrosion rate* (Cr) dengan menggunakan rumus yang membutuhkan ketebalan aktual dan ketebalan nominal lalu dibandingkan dengan selisih tahun awal dan tahun akhir didapat nilai  $0.020 \text{ mm/year}$ , akan tetapi nilai Cr yang digunakan menggunakan nilai dari data yang merujuk ke ketetapan ASME B31.8, karena nilai *corrosion rate* yang lebih besar akan mempengaruhi waktu remaining life (RL) yang bisa dikatakan aman.

*Remaining life* (RL) bertujuan untuk memprediksi berapa lama suatu alat atau struktur tertentu dapat berfungsi dengan kondisi dan kinerja yang dapat diterima sebelum mencapai akhir masa pakainya. Pada hasil nilai *remaining life* (RL) dengan menggunakan rumus ketebalan aktual dan ketebalan yang dibutuhkan lalu dibandingkan dengan nilai CR didapat nilai sebesar  $57.88 \text{ years}$  yang dimulai dari tahun 2022. *Remaining life* (RL) digunakan untuk memperkirakan sisa umur operasional dari *pipeline* gas tersebut, tujuan utamanya untuk menentukan seberapa lama pipa tersebut dapat berfungsi dengan aman dan efektif.

Perhitungan yang sudah dilakukan ini digunakan sebagai acuan inspeksi selanjutnya karena hal ini mengarah kepada keadaan yang diakibatkan oleh laju aliran di luar maupun di dalam pipa *pipeline*. Hasil dari perhitungan yang sudah dilakukan juga menjadi tolak ukur untuk mengambil tindakan apa terhadap pipa tersebut oleh *engineer*. Maka dari itu dilakukan inspeksi dan dilanjut dengan analisa data (perhitungan) sangat dibutuhkan oleh peralatan atau asset setiap perusahaan.

Pada perhitungan dan pembahasan ini juga, merujuk kepada standar yang berlaku. Perhitungan yang dilakukan berdasarkan data ketetapan sesuai ASME B31.8 seperti data *design factor*, *design pressure* yang digunakan sesuai lokasi dari penempatan struktur pipa tersebut. Semua sudah tercantum di standar ASME B31.8 mengenai pipa gas.

#### 4. KESIMPULAN

Inspeksi adalah kegiatan untuk mengetahui suatu fasilitas atau komponen lalu mengevaluasi, memeriksa, atau mengawasi suatu kondisi, kualitas, kepatuhan terhadap standar, atau keefektifan suatu objek atau entitas tertentu, agar komponen tersebut dapat berjalan dengan maksimal. dan dari hasil inspeksi juga dapat digunakan sebagai acuan dalam mengambil tindakan serta dapat dibuatkan laporan. Inspeksi dapat menurunkan tingkat resiko terjadinya kerusakan alat yang didukung dengan adanya pemahaman dan pemeriksaan yang mengacu pada *Residual Life Assesment* (RLA) yang mampu mengurangi terjadinya kerusakan alat yang fatal maupun nonfatal.

Melakukan inspeksi dengan metode UT (*ultrasonic testing*) merupakan metode yang sering digunakan, karena dalam pengecekan terhadap suatu pipa dapat diketahui dengan mudah. Pada intinya metode UT ini digunakan untuk mengetahui ketebalan dari pipa yang di inspeksi. Metode ini menggunakan empat titik (point) yaitu  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ ,  $360^\circ$  di pipa *pipeline* dari SPG Subang ke MS Citarik.

*Residual Life Assesment* (RLA) merupakan proses untuk mengevaluasi sisa umur operasional suatu peralatan atau struktur, untuk mendapatkan nilai dari RLA itu sendiri melalui beberapa proses yang pertama mencari *Minimum Thickness Required* ( $T_{req}$ ), *Maximum Allowable Operating Pressure* (MAOP), *Corrosion rate* (Cr), *Remaining Life* (RL). Beberapa perhitungan yang telah didapat hasil akhirnya akan menjadi acuan dari inspeksi.

Untuk mengurangi tingkat resiko kecelakaan kerja, maka dapat menggunakan APD yang dianjurkan seperti helm, sepatu *safety*, sarung tangan, dll. Saat proses pengambilan data harus teliti dan lengkap agar tidak ada data yang terlewat. Bertanya kepada kepala bagian atau teknisi terlebih dahulu sebelum melakukan sebuah pekerjaan agar tidak asal-asalan. Melakukan dan memperhatikan protokol kesehatan yang lebih intensif karena kondisi di sekitar masih adanya covid-19 agar tidak ada lagi yang terinfeksi virus.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. R. Rakhman, "PENERAPAN INSPEKSI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DI AREA GENERAL ENGINEERING PT. PAL INDONESIA," *Perpust. Univ. Airlangga*, no. 50, pp. 1–8, 2019.
- [2] Mas'ud Effendi, "Pengenalan Inspeksi," [Online]. Available: <http://masud.lecture.ub.ac.id/files/2017/12/09-Inspeksi-3>.

- [3] L. F. Jannati, “Evaluasi Tentang Inspeksi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Bagian Produksi (Studi Kasus Kecelakaan Kerja di PT. X),” *Unnes*, 2019.
- [4] Sugiarto *et al.*, “Basic Physical Examination : Teknik inspeksi, palpasi, perkusi dan auskultasi,” *Univ. Sebel. Maret*, no. 0271, pp. 1–37, 2018, [Online]. Available: [https://skillslab.fk.uns.ac.id/wp-content/uploads/2018/08/MANUAL-IPPA\\_2018-smt-1.pdf](https://skillslab.fk.uns.ac.id/wp-content/uploads/2018/08/MANUAL-IPPA_2018-smt-1.pdf).
- [5] D. P. Putra, “Penerapan Inspeksi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja,” *Higeia J. Public Heal. Res. Dev.*, vol. 1, no. 3, pp. 73–83, 2017.
- [6] A. F. Suryono, A. Abdillah, J. Mesin, F. Teknik, and U. Bengkulu, “erinopriadi (Pipeline Stress Analysis),” 1987.
- [7] F. R. Findasari, “ANALISIS RESIKO PIPA BAWAH LAUT DI LAPANGAN GAS ABADI AKIBAT GEMPA BUMI,” 2016.