Kajian Sisa Umur Pakai dan Proteksi Katodik Sistem Anoda Korban pada Pipa Transportasi Gas Pipeline B di Kecamatan Cilamaya Wetan, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat

Imam Imadudin*, Zaenal

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*imamimadudin130497@gmail.com, zaenal@unisba.ac.id

Abstract. This research was conducted on a gas transportation pipe along the 1,978 meters above and below the ground level. This study aims to determine the type of corrosion that occurs in the pipe, the corrosion control method applied, the corrosion rate and the remaining useful life of the pipe and the external environmental factors that influence it.The methodology used in this research is the measurement of pipe thickness reduction to determine the corrosion rate and the remaining useful life of the pipe based on API 570. Measurement of pipe thickness reduction was done using an Ultrasonic Thickness Gauge Panametrics MG 2 DL at 12 test points. Environmental conditions in the study area were acidic with a soil pH of 5.8 - 6.2, and soil resistivity of 2,357 – 3,441 ohm.cm, including in the very corrosive - corrosive category.The types of corrosion that occur in this gas transportation pipe are uniform corrosion and erosion corrosion. Externally applied corrosion control methods are the coating method (Polyken Liquid Adhesive System 1027), the wrapping method (Polyken 980/955) and the cathodic protection method of the sacrificial anode system (SACP) using Mg metal.

Keywords: *Carbon Steel Pipes, Gas, Coating.*

Abstrak. Penelitian ini dilakukan pada pipa transportasi gas sepanjang 1.978 meter yang berada di atas dan di bawah permukaan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis korosi, metoda pengendalian korosi yang diaplikasikan, metoda proteksi katodik sistem anoda korban, laju korosi dan sisa umur pakai pipa serta faktor-faktor lingkungan eksternal yang mempengaruhinya. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran pengurangan ketebalan pipa untuk menentukan laju korosi dan sisa umur pakai pipa berdasarkan *API* 570. Pengukuran ketebalan pipa dilakukan dengan menggunakan alat *Ultrasonic Thickness Gauge Panametrics MG 2 DL* pada 12 *test point*. Kondisi lingkungan di daerah penelitian merupakan lingkungan asam dengan pH tanah 5,8 – 6,2, serta resistivitas tanah 2.357– 3.441 ohm. Cm termasuk dalam kategori sangat korosif - korosif. Jenis korosi yang terjadi pada pipa transportasi gas ini yaitu korosi merata dan korosi erosi. Metoda pengendalian korosi yang diaplikasikan secara eksternal yaitu metoda *coating* (*Polyken Liquid Adhesive System 1027*), metoda *wrapping* (*Polyken* 980/955) dan metoda proteksi katodik sistem anoda korban dengan menggunakan logam Mg sebagai anoda korban.

Kata Kunci: *Pipa Baja Karbon, Gas, Coating.*

Corresponding Author
Email: zaenal@unisba.ac.id

A. Pendahuluan

Dalam industri minyak dan gas bumi, kegiatan pendistribusian gas umumnya menggunakan pipa berbahan dasar logam. Logam digunakan karena memiliki ketahanan yang baik terhadap temperatur dan tekanan. Akan tetapi, logam dapat mengalami korosi yang mengakibatkan menurunnya kualitas dan kemampuan logam. Proses transportasi dalam industri minyak dan gas menggunakan pipa yang berbahan dasar logam, dikarenakan pipa transportasi merupakan jalur yang sering mengalami korosi internal dan eksternal maka perlu dilakukan kajian korosi

Korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan atau sekelilingnya. Adapun proses korosi yang terjadi selain karena reaksi kimia juga diakibatkan oleh proses elektrokimia. Faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dapat berupa lingkungan asam, udara, embun, air tawar, air laut, air danau, air sungai, air tanah dan lain-lain. Kerugian yang ditimbulkan akibat korosi adalah terjadinya pengurangan ketebalan pipa yang dapat menyebabkan pipa mengalami kebocoran dan sisa umur pakai pipa menjadi rendah.

Upaya pengendalian korosi, pemeliharaan, dan monitoring sangat penting dilakukan untuk meminimalkan terjadinya korosi pada pipa. Oleh karena itu, salah satu dari upaya monitoring adalah melalui kajian sisa umur pakai pipa transportasi gas agar sisa umur pakai pipa dapat mencapai umur desainnya.Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat tujuan penelitian adalah:

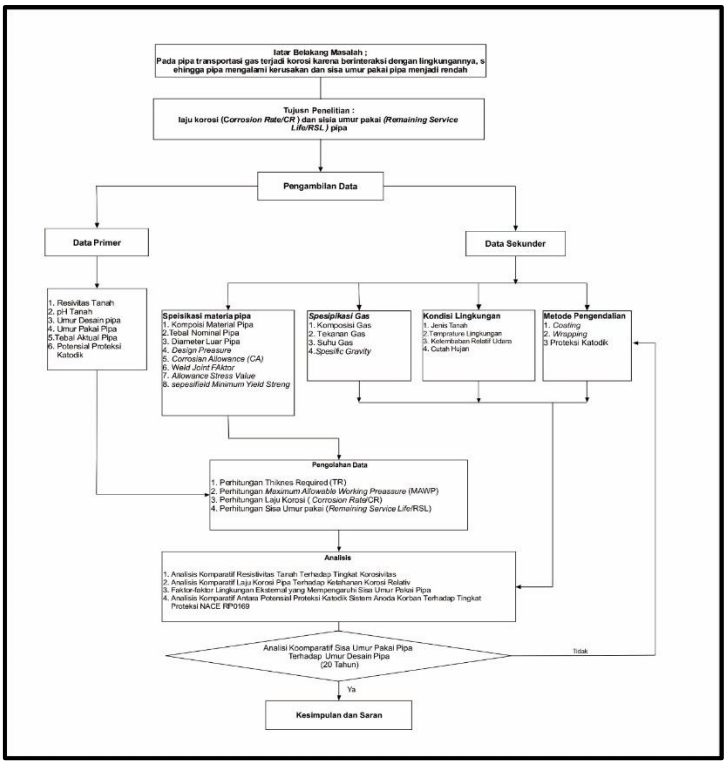
1. Mengetahui jenis korosi yang terjadi pada pipa transportasi gas.
2. Mengetahui metode pengendalian korosi yaitu *Coating*, *Wraping*, Proteksi katodik sistem anoda korban

B. Metodologi Penelitian

Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini meiputi :

1. Teknik Pengambilan Data
   Pengambilan data pada penelitian ini meliputi :
   a. Data primer terdiri dari pH tanah, resistivitas tanah, umur desain pipa, umur pakai pipa, tebal aktual pipa dan tingkat potensial proteksi katodik sistem anoda korban.
   b. Data sekunder meliputi : spesifikasi material pipa, berupa komposisi material pipa yang diperoleh dari *International Organization for Standardization* (ISO), data tebal nominal, diameter luar pipa, dan *design pressure* diperoleh dari *American Society of Mechanical Engineers* (ASME). Spesifikasi gas, berupa data komposisi, tekanan, temperatur gas serta *specific gravity gas*. Data lingkungan, data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) meliputi data curah hujan, temperatur udara dan kelembapan relatif. Selanjutnya data yang diperoleh dari Badan Indonesia Geospasial (BIG) meliputi jenis tanah. Metoda pengendalian korosi, merupakan data yang menjelaskan tentang spesifikasi *coating*, *wrapping*, dan proteksi katodik sistem anoda korban dengan standar *National Association of Engineer* (NACE) RP 0169.
2. Teknik Pengolahan Data
   Pengolahan data dilakukan berdasarkan *American Petroleum Institute* (API) 570 dan *National Association of Engineer* (NACE) RP 0169 Pengolahan data untuk menghitung *Thickness Required* (Tr) , *Maximum Allowable Working Pressure* (MAWP), laju korosi (*Corrosion Rate*), dan sisa umur pakai (*Remaining Service Life*) pipa serta mengetahui tingkat proteksi metoda proteksi katodik sistem anoda korban. Data yang gunakan adalah tebal aktual, umur pakai pipa, tebal nominal, dan diameter luar pipa serta potensial proteksi katodik sistem anoda korban.
3. Teknik Analisis Data
   Analisis data dilakukan secara komparatif antara resistivitas tanah terhadap tingkat korosifitas. Selanjutnya dilakukan analisis secara komparatif antara hasil perhitungan laju korosi (*Corrosion Rate*/*CR*) terhadap ketahanan korosi relatif. Dilakukan juga analisis komparatif antara sisa umur pakai (*Remaining Service Life*/*RSL*) pipa terhadap umur desain pipa yaitu 20 tahun. Selain itu, analisis dilakukan pada faktor-faktor lingkungan eksternal yang diindikasikan mempengaruhi laju korosi dan sisa umur pakai pipa. Serta analisis komparatif juga dilakukan antara potensial proteksi katodik sistem

anoda korban terhadap tingkat proteksi standar *National Association of Engineer* (NACE) RP 0169. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1.1**



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Jenis Material pipa yang digunakan pada pipa transportasi gas *pipeline* B ialah *API 5L Grade B* yang memiliki kandungan karbon maksimal sebesar 0,28%. Berdasarkan kandungan karbon yang dimiliki, maka pipa tersebut termasuk ke dalam jenis *low carbon steel*.

Pengukuran ketebalan pipa dilakukan dengan menggunakan alat *Ultrasonic Thickness Gauge Panametrics MG 2 DL*. Pengambilan data ketebalan pipa dilakukan di 12 *test point* pada pipa transportasi gas yang berada di atas dan bawah permukaan tanah. *Alat Ultrasonic Thickness Gauge Panametrics MG 2 DL*.

Sumber : Simpleoilfield.com

JRTP is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Gambar 1. *Ultrasonic Thickness Gauge Panametrics MG 2 DL*

Berdasarkan hasil pengukuran ketebalan pipa pada pengukuran di setiap *test point* akan menghasilkan data ketebalan pipa *actual*. Data tebal actual ini akan digunakan dalam perhitungan berdasarkan persamaan menurut *API* 570 sehingga akan diperoleh **Tabel 1**.

Tabel 1. Tebal Nominal dan Tebal Aktual Struktur *Conveyor*

Test Point	Jarak (m)	Identitas Area	Letak Pipa	Tebal Nominal (mm)	Tebal Aktual (mm)	Pengurangan Ketebalan (mm)
TP-1	3	Pipa Lurus	Atas Permukaan	9,27	4,87	4,40
TP-2	12	Pipa Belokan	Bawah Permukaan	9,27	4,59	4,68
TP-3	191	Pipa Lurus	Bawah Permukaan	9,27	4,82	4,45
TP-4	336	Pipa Lurus	Bawah Permukaan	9,27	4,79	4,48
TP-5	512	Pipa Lurus	Bawah Permukaan	9,27	4,93	4,34
TP-6	774	Pipa Lurus	Bawah Permukaan	9,27	4,72	4,55
TP-7	986	Pipa Lurus	Bawah Permukaan	9,27	4,68	4,59
TP-8	1.144	Pipa Lurus	Bawah Permukaan	9,27	4,54	4,73
TP-9	1.308	Pipa Lurus	Bawah Permukaan	9,27	4,48	4,79
TP-10	1.634	Pipa Lurus	Bawah Permukaan	9,27	4,52	4,75
TP-11	1.968	Pipa Belokan	Bawah Permukaan	9,27	4,74	4,53
TP-12	1.978	Pipa Lurus	Atas Permukaan	9,27	4,81	4,46

Berdasarkan data yang telah diolah dan dihitung pada pipa transpotasi gas, Jenis korosi yang terjadi pada pipa transportasi gas ialah korosi merata (*uniform corrosion*) dan korosi erosi (*errosion corrosion*). Jenis korosi ini dapat diketahui dari pengurangan ketebalan pipa yang terjadi secara merata pada *test point* pipa lurus. Jenis korosi merata terjadi akibat adanya kontak permukaan pipa dengan kondisi atmosferik dan lingkungan tanah secara terus-menerus sehingga menyebabkan bagian permukaan pipa mengalami korosi. Sedangkan korosi erosi terjadi karena adanya gesekan dan benturan antara fluida dengan bagian sisi *internal* pipa yang mengakibatkan pengurangan ketebalan pipa.

Metoda pengendalian korosi yang diaplikasikan pada pipa transportasi gas ini dilakukan secara eksternal. Pengendalian korosi secara eksternal dengan beberapa metode, yaitu metoda *coating*, *wrapping*, dan proteksi katodik. Untuk metoda *coating* menggunakan *Polyken Liquid Adhesive System #1027*. Untuk metoda *wrapping* menggunakan *Polyken #980/955*, dimana warna hitam untuk *Polyken #980* dan warna putih untuk *Polyken #955*. Untuk metoda proteksi katodik menggunakan sistem anoda korban, dimana logam yang digunakan sebagai anoda korban berupa logam Magnesium (Mg). Berdasarkan data Pengukuran potensial katodik.

1. *Coating*
   Coating yang digunakan ialah *Rust-oleum Stop Rust* (*Gloss Sunburst Yellow*). Spesifikasi *coating* yang digunakan untuk melindungi pipa transportasi gas dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Sumber: Industrial.sherwin-williams.com

Gambar 2. *Coating Gloss Sunburst Yellow*

2. *Wrapping*
   Wrapping yang digunakan ialah *Polyken #942/955*, *Polyken #942* berwarna hitam dan *Polyken #955* berwarna putih. Spesifikasi *wrapping* yang digunakan untuk melindungi pipa transportasi gas dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Sumber: Industrial.sherwin-williams.com

Gambar 3. *Wrapping #942/955*

3. Metoda Proteksi Katodik
   Metoda proteksi katodik yang digunakan ialah anoda korban (SACP). Metoda Proteksi Katodik sistem anoda korban menggunakan logam Magnesium (Mg) sebagai korban. Magnesium (Mg) merupakan logam alkali tanah yang digunakan sebagai zat paduan (*alloy*) untuk membuat campuran Al-Mg yang sering dikenal dengan magnalium

Tabel 2. Tingkat Proteksi Katodik

Test Point	Jarak (m)	Identitas Area	Letak Pipa	Potensial (mV vs CSE)
1	156	Bawah Permukaan	Pipa Lurus	-1093
2	631	Bawah Permukaan	Pipa Lurus	-1084
3	1179	Bawah Permukaan	Pipa Lurus	-971
4	1722	Bawah Permukaan	Pipa Lurus	-1072

JRTP is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis korosi yang terjadi pada pipa transportasi gas ialah korosi merata (*uniform corrosion*) dan korosi erosi (*errosion corrosion*).
2. Metoda pengendalian korosi yang diaplikasikan pada pipa transportasi gas ini dilakukan secara eksternal. Pengendalian korosi secara eksternal dengan beberapa metode, yaitu metoda *coating*, *wrapping*, dan proteksi katodik. Untuk metoda *coating* menggunakan *Polyken Liquid Adhesive System #1027*. Untuk metoda wrapping menggunakan *Polyken #980/955*, dimana warna hitam untuk *Polyken #980* dan warna putih *untuk Polyken #955*. Untuk metoda proteksi katodik menggunakan sistem anoda korban, dimana logam yang digunakan sebagai anoda korban berupa logam Magnesium (Mg).

Daftar Pustaka

[1] Astian, Moralista, Elfida, dan Zaenal, 2020, "Kajian Korosi pada Pipa Transpotasi oil Pipeline B (SP 02-Sp 03) di Kecamatan Tirtamulya, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat", Prosiding Spesia Teknik Pertambangan (Juni, 2020), ISSN : 2460-6499 P 133-140, Universitas Islam Bandung, Bandung.

[2] Anonim, 2012, *"Pipeline Transportation System for Liquids and Slurries (ASME 36.1)", American Society of Mechanical Engineers, New York.*

[3] Anonim, 2015, *"Inspector's Examination, Pressure Piping Inspector (API 570)", American Petroleum Institute, Washington DC.*

[4] Anonim, 2015, *"Welded and Seamless Wrought Steel Pipe (ASME 36.1)", American Society of Mechanical Engineers, New York.*

[5] Anonim, 2019, "Kecamatan Subang Dalam Angka 2019", Badan Pusat Statistik Kabupaten Subang, Subang.

[6] Arifin, Jaenal, Purwanto, Helmy, dan Syafa'at, Imam, 2017, "Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan SWAM Baja ASTM A36", Universitas Wahid Hasyim Semarang, Semarang.

[7] Hutauruk, Franky Yonatan, 2017, "Analisa Laju Korosi pada Pipa Baja Karbon dan Pipa Galvanis dengan Metoda Elektrokimia", Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

[8] Jones, Denny A., 1996, *"Principal and Prevention of Corrosion", Prentice Hall, New Jersey*.

[9] Kenneth, R. Trethewey, 1991, "Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa", Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

[10] Moralista, Elfida, 2005, "Studi Efektivitas Inhibisi Kalsium Nitrit dan Natrium Dikromat pada Korosi Baja Tulangan Galvanis dalam Larutan Pori Beton Artifisial dengan *Electrochemical Impedance Spectroscopy*", Institut Teknologi Bandung, Bandung.

[11] Moralista, Elfida, Zaenal, dan Chamid, Chusharini, 2005, "Studi Upaya Peningkatan Umur Pakai Kontruksi Bangunan melalui Penghambatan Korosi Baja Tulangan Beton dengan Menggunakan Inhibitor Korosi", Jurnal Penelitian dan Pengabdian (2 Juli – Desember 2005), ISSN : 1693-699X ; P 104-112, Universitas Islam Bandung, Bandung.

[12] Nugraha, Muhammad Gulam, 2014, "Logam", Institut Teknologi Indonesia, Tangerang.

[13] Setiawan, Junaidi Albab, 2016, "Mencari Landasan Hukum Pembentukan Badan Penyangga (Aggregator) Gas Alam", Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

[14] Subardja, Djadja dkk, 2016, "Klasifikasi Tanah Nasional", Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.

[15] Utomo, Budi, 2009, "Jenis Korosi dan Penanggulangannya", Universitas Diponegoro, Semarang.