

## **OPTIMALISASI SISTEM PROTEKSI KATODIK DENGAN METODE ANODA KORBAN PADA PIPA 8 INCH, BOOSTER CEMARA–TERMINAL BALONGAN PT X**

**Puji Astuti Ibrahim, Aditya Rahman dan Indah Dhamayanthie**

Program Studi D-III Teknik Kimia, AKAMIGAS Balongan Indramayu

E-mail: pujiastutiibrahim32@gmail.com, aditya96@gmail.com dan idhamayanthie@gmail.com

### **Abstrak**

*Masalah korosi pada pipa di kilang minyak sangat bervariasi tergantung pada jenis minyak mentah yang di proses, atau karena kondisi lingkungan. Salah satu cara untuk mencegah agar pipa tidak terjadi korosi yaitu dengan sistem proteksi katodik untuk mengendalikan korosi pada permukaan logam dengan menjadikan permukaan logam sebagai katode dari sel elektrokimia. Dari data pengamatan panjang pipa adalah 28.000 m dan diameter pipa 8 inch dengan anoda yang dipakai adalah anoda magnesium 32 lbs. Hasil dari perhitungan untuk proteksi katodik adalah luas permukaan pipa sebesar 19261,074 m<sup>2</sup>, total kebutuhan arus proteksi 10,593 A, tahanan anoda yang dipasang horizontal 0,882 ohm, keluaran arus anoda per batang 0,567 A, total kebutuhan anoda 122 batang dengan umur anoda 26,349 tahun. Dari hasil evaluasi menunjukkan bahwa pipa keseluruhan yang terproteksi dalam kondisi baik.*

**Kata Kunci :** Anoda, Korosi, Permukaan logam, Pipa, Proteksi Katodik.

### **Pendahuluan**

Kegiatan pertambangan minyak meliputi eksplorasi, studi geologi, seismic dan reservoir. Proses selanjutnya meliputi penyimpanan, pengolahan, penyulingan dan pendistribusian. Sistem distribusi minyak menggunakan rangkaian pipa yang mengangkut minyak mulai dari pengeboran menuju kilang pemrosesan. Masalah korosi di kilang pengolahan minyak sangat bervariasi tergantung pada jenis minyak mentah yang diproses, jenis proses yang digunakan, jenis katalis yang dipakai dan jenis produk yang diinginkan.

Pipa adalah media tempat mengalirnya fluida proses dari suatu unit yang satu ke unit lainnya. Secara umum karakteristiknya ditentukan berdasarkan material (bahan) penyusunnya. Pada umumnya pipa yang digunakan untuk penyaluran minyak dan gas bumi adalah pipa yang dibuat dari bahan baja (carbon steel), dimana baja adalah merupakan paduan antara besi sebagai bahan dasar dengan unsur kimia yang meliputi

Mangan, Plumbun dan Tembaga dan mengikuti standar API, ANSI dan ASTM.

Adapun jenis Pipa Baja Karbon ada 3 yaitu *Seamless Pipe*, *Straight Welded Pipe* dan *Spiral Welded Pipe*. Korosi adalah suatu peristiwa terjadinya kerusakan suatu material atau penurunan mutu logam karena adanya interaksi antara anoda, katoda, elektrolit dan konduktor. Adapun reaksi yang terjadi Reaksi di Anode (oksidasi)  $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^{-}$  dan Reaksi di Katode (reduksi).

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penanganan korosi dalam penelitian ini adalah metode proteksi katodik dengan menggunakan anoda korban. Dimana anoda korban ini disandingkan dengan pipa penyaluran sepanjang jalur Cemara – Terminal Balongan.

### Hasil dan Pembahasan

#### 1. Spesifikasi Pipa

Spesifikasi Pipa		
Material Pipa	API 5L grade B	
Jenis Material	Baja Karbon	
Jenis Pipa	8 Inch	
Diameter luar pipa	8,625	Inch
Tebal pipa	0,1462	Inch
Panjang pipa	28.000	meter
Jenis Perlindungan	Sistem proteksi katodik dengan metode anoda korban	

**Tabel 1 Data Spesifikasi Pipa**

Berdasarkan data dari tabel spesifikasi pipa diatas, pipa yang digunakan dalam sistem proteksi katodik jalur *looping* pipa minyak dari booster Cemara – Terminal Balongan PT X adalah pipa baja karbon 8 Inch dengan pipa material API 5L grade B, dengan diameter luar pipa 8,625 Inch, tebal pipa 0,1462 inch dan panjang pipa 28.000 meter.

#### 2. Korosi yang Terjadi Pada Pipa

Pada inspeksi lapangan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi visual

pipa dari jalur pipa Cemara ke Terminal Balongan, ditemukan beberapa kondisi pipa yang mengalami korosi, diantaranya sebagai berikut:



**Gambar 1 *Straight Welded Pipe***

Dari hasil inspeksi dilapangan ditemukan kondisi pipa yang sudah mengalami korosi seperti pada gambar diatas. Didapatkan pada pipa mengalami *Uniform Corrosion* yang disebabkan oleh kondisi lingkungan dengan suhu yang cukup tinggi sehingga mengakibatkan penipisan dari material pipa sehingga terjadi kerusakan pada permukaan pipa. Penanganan yang dilakukan oleh Pertamina terhadap kondisi pipa tersebut yaitu dengan melakukan *coating* pada pipa- pipa tersebut.



**Gambar 2 *korosi Intergranular Corrosion***

Dari gambar diatas ditemukan pipa mengalami korosi *Intergranular Corrosion* yang disebabkan karena adanya pengotor (*impurities*) yang mengendap di batas butir, dan karena adanya unsur yang berlebih pada sistem

perpaduan.



**Gambar 3** *korosi Galvanik Corrosion*

Dari gambar diatas ditemukan pipa mengalami korosi *Galvanik Corrosion* yang disebabkan karena kedua material yang berbeda potensial, dan mengakibatkan material yang lebih rendah potensialnya akan terkikis, dan karena adanya faktor dari lingkungan yang mengakibatkan korosi. Penanganan yang dilakukan oleh Pertamina terhadap kondisi pipa tersebut adalah penerapan *coating* dan pencegahan sistem sambungan mur baut dengan bahan yang berbeda.

### 3. Perhitungan Sistem Proteksi Katodik Anoda Korban

Data perhitungan diambil dari hasil pemeriksaan kondisi tanah dan disain sistem proteksi katodik jalur *looping* pipa minyak 8 inch 28.000 meter dari SPU Cemara – Terminal Balongan adalah sebagai berikut :

#### a. Luas permukaan pipa

$$\begin{aligned} A_p &= \pi \times (8,625 \times 0,0254) \times L \\ &= 3,14 \times 0,2191 \times 28,000 \\ &= 19261,074 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat dikatakan bahwa luas permukaan pipa keseluruhan adalah sebesar 19263,272 m<sup>2</sup>.

#### b. Total Kebutuhan Arus Proteksi

$$\begin{aligned} L_p &= A_p \times C_d \\ &= 19261,074 \text{ m}^2 \times 0,55 \text{ mA/m}^2 \\ &= 10593,5907 \text{ mA} \sim 10,593 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka kebutuhan arus proteksi untuk disain proteksi selama 20 tahun dengan memperhitungkan *breakdown coating* selama disain yaitu menggunakan rapat arus (Cd) sebesar 0,55 mA/m<sup>2</sup>. Dan didapat hasil untuk

total kebutuhan arus proteksi adalah 10,595 Ampere.

- c. Tahanan anoda Mg 32 lbs yang dipasang Horizontal

$$\begin{aligned} R_{ah} &= \frac{\rho}{2\pi L a} \ln\left[\frac{4xL a}{D a} - 1\right] \\ &= \frac{257,5 \text{ ohm cm}}{2 \times 3,14 \times 75 \text{ cm}} \ln\left[\frac{4 \times 75 \text{ cm}}{22 \text{ cm}} - 1\right] \\ &= 0,882 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- d. Arus anoda Mg 32 lbs setiap batang

$$\begin{aligned} I_a &= \frac{\Delta E}{R_{ah}} \\ &= \frac{0,5 \text{ Volt}}{0,882 \text{ Ohm}} \\ &= 0,567 \text{ Amp} \end{aligned}$$

- e. Anoda Mg 32 lbs yang dibutuhkan

- 1) Umur anoda Mg 32 lbs setiap batang

$$\begin{aligned} T &= \frac{W \times Q \times f \times k}{8760 \times I_a} \\ &= \frac{14,5 \text{ kg} \times 1230 \frac{\text{A} \cdot \text{Hr}}{\text{kg}} \times 0,85}{8760 \times 0,567 \text{ A}} \\ &= 3,058 \text{ tahun} \sim 3 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Umur anoda untuk kondisi tanah 257,5 ohm-cm dengan sistem pemasangan anoda horizontal berdasarkan keluaran arus anoda adalah 3,058 tahun.

- 2) Kebutuhan Anoda Mg 32 lbs

$$\begin{aligned} N &= \frac{I_p}{I_a} \\ &= \frac{10,595 \text{ A}}{0,567 \text{ A}} \\ &= 18,682 \text{ batang} \end{aligned}$$

Sesuai dengan kebutuhan arus proteksi dan keluaran arus anoda per batang, maka kebutuhan jumlah anoda untuk umur desain 3,058 tahun adalah 18,682 batang.

- 3) Total Kebutuhan anoda Mg 32 lbs

$$\begin{aligned} N_{\text{total}} &= \frac{T_{\text{desain}}}{T_{\text{Mg 32lbs}}} \times N_{\text{Mg}} \\ &= \frac{20 \text{ batang}}{3,058 \text{ batang}} \times 18,682 \text{ batang} \\ &= 122,190 \text{ batang} \times 122 \text{ batang} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat dikatakan bahwa jumlah anoda yang digunakan untuk system proteksi katodik dari Cemara ke Terminal Balongan adalah 122 batang.

- 4) Jangkauan proteksi setiap batang anoda Mg 32 lbs

$$\begin{aligned}
 Sa &= \frac{Ia}{\pi \times D \times cd} \\
 &= \frac{0,567 \text{ A}}{3,14 \times 0,219075 \text{ meter} \times 0,00055 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}} \\
 &= 1498,816 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

- 5) Total umur proteksi anoda gabungan

Dengan keluaran arus anoda Mg rata-rata saat pemasangan pada pipa 8 inch dari booster Cemara – Terminal Balongan dengan pemasangan anoda rata-rata per 2 buah dengan keluaran arus anoda rata-rata 131,627 mA, sehingga umur proteksi anoda adalah :

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{(2 \times W \times Q \times f \times k)}{8760 \times Ia \text{ rata-rata}} \\
 &= \frac{2 \times 14,5 \text{ kg} \times 1230 \frac{\text{A} \cdot \text{Hr}}{\text{kg}} \times 0,85}{8760 \times 0,567 \text{ A}} \\
 &= 26,349 \text{ tahun} \sim 26 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Jadi umur anoda untuk proteksi pipa 8 inch dari booster Cemara – Terminal Balongan adalah 26,29 tahun. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa umur proteksi anoda gabungan lebih lama dibandingkan umur proteksi anoda perbatang. Karena pada anoda gabungan terdapat perbedaan potensial antara anoda perbatang dengan anoda gabungan. Untuk perhitungan pada umur anoda gabungan keluaran arus yang dipakai adalah keluaran arus rata-rata.

**Tabel 2 Data Keseluruhan Perhitungan**

No	Parameter	Initial	Unit	Hasil
1	Luas Permukaan Pipa	Ap	m <sup>2</sup>	19261,074
2	Total Kebutuhan arus proteksi	Ip Total	Ampere	10,593
3	Tahanan anoda yang dipasang horizontal	Rah	Ohm	0,882
4	Keluaran arus anoda per batang	Ia	Ampere	0,567
5	Umur anoda per Batang	T	Tahun	3,058

6	Kebutuhan anoda	N	Batang	18,682
7	Total kebutuhan anoda	N total	Batang	122
8	Jangkauan proteksi setiap batang anoda	Sa	Meter	1498,816
9	Total umur proteksi anoda gabungan	T total	Tahun	26,349

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi terhadap hasil pemasangan system proteksi katodik pada pipa 8 inch dari booster Cemara ke Terminal Balongan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jenis pipa yang digunakan dalam system proteksi katodik adalah pipa baja karbon 8 inch.
2. Adapun korosi yang terjadi pada pipa adalah *Uniform Corrosion*, *Intergranular Corrosion* dan *Galvanik Corrosion*.
3. Hasil evaluasi pada sistem proteksi katodik anoda korban menunjukkan luas permukaan pipa sebesar 19263,272 m<sup>2</sup>, total kebutuhan arus proteksi 10,595 A, tahanan anoda yang dipasang horizontal sebesar 0,882 ohm, keluaran arus anoda per batang 0,567 A, total kebutuhan anoda 122 batang dan total umur anoda adalah 26,349 tahun, dengan demikian pipa dalam kondisi terproteksi dengan baik dan sempurna.

## BIBLIOGRAFI

- Amin, M.Mustaghfirin.2013. *Teknik Produksi Migas*. Jakarta : Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Afriani, Fitri, dkk. 2014. *Proteksi Katodik Metode Anoda Tumbal Untuk Mengendalikan Laju Korosi*. Jurnal Fakultas Teknik Vol. 1 No. 2. Fakultas Teknik Universitas Riau : Pekanbaru.
- Delascasas, Rogelio, dkk. 2017. *Galvanik Anode Cp Design Part II Simplified Design Example*.
- ..... 1993. *Recommended Practice RP B401 Cathodic Protection Design*. Det Morske Veritas Industri : Norge AS.
- Karmiadji, Djoko W. 2014. *Analisis Pembuatan Pipa Baja Sistem Dua Bagian Las ASTM A139 Dengan Menggunakan MetodeLSAW Manufactur Analysis Dual Seam Weld Steel Pipe ASTM A139 By Using LSAW Methode*. Jakarta.
- Kurnia, Dadang dan Bayu Prabowo. 2016. *Perancangan Sistem Proteksi Katodik (Cp) Anoda Korban Pada Pipa Baja*. Universitas Pamulang Tangerang.