

Analisa Perbandingan Efisiensi Metode SACP dan ICCP *Underground Pipe* Sistem Perpipaan *Fire Fighting* – PLTGU Bekasi

Fadhilla Farhan Zyam R^{1*}, Endah Wismawati², Ika Erawati³

Program studi, D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1*,2,3}

Email: farhan.zyam@ppns.ac.id^{1*}; endahw@ppns.ac.id^{2*}; ika.iger@ppns.ac.id^{3*}

Abstract - The Bekasi PLTGU company has an underground fire extinguisher pipe using A53 grade B pipe which has a position close to the sea so it is easy to have a large enough corrosion potential. Additional corrosion protection is still needed to make the pipe more durable even if the underground pipe is coated. Therefore, corrosion protection with an additional anode is required to protect the pipe. There are two types of corrosion protection compared, namely SACP (Sacrificial Anode Cathodic Protection) and ICCP (Impressed Current Cathodic Protection) to determine their efficiency. The method used in this study is the immersion test and manual calculations referring to company data. The immersion test using the weightloss method refers to the ASTM G31 standard, carried out for 336 hours with a solution of HNO₃ and NaCl adjusted to the soil data. While the lifetime calculation refers to the API 570 standard. Technical and economic calculations are carried out to determine the number of anodes and the cost difference between SACP and ICCP. Technical calculations from the immersion test and manual calculations obtained a corrosion rate of 0.013036234 mm/year. With a 6" diameter pipe, the remaining lifetime for SACP is 255 years and ICCP is 336 years. In the 8" diameter pipe, the remaining lifetime for SACP is 256 years and for ICCP is 337 years, while the required number of anodes for SACP is 123 units and ICCP is 24 units. From the economic calculation, the total cost of SACP is Rp. 479,500,000.- while ICCP obtained a total cost of Rp. 357,898,800.- so the cost difference between SACP and ICCP is Rp. 121.601.200.-. Based on the results of these technical and economic calculations, it is known that the most efficient corrosion protection method for underground fire fighting pipes is ICCP.

Keywords: *Underground Pipe, SACP, ICCP, Immersion Test, Comparative Analysis*

Nomenclature

A	Luas permukaan pipa (cm ²)
p	Panjang spesimen (cm ²)
l	Lebar spesimen (cm ²)
I	Kebutuhan arus total (A)
ic	Kebutuhan arus proteksi (A/m ²)
fc	Coating breakdown
tf	Umur desain (tahun)
Ma	Berat total anoda (Kg)
μ	Faktor kegunaan
ε	Efisiensi anoda (Ah/Kg.year)
N	Jumlah anoda (buah)
Wo	Berat perhitungan anoda (kg)
w	Berat anoda (kg)

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) adalah gabungan antara PLTG dengan PLTU, di mana panas dari gas buang dari PLTG digunakan untuk menghasilkan uap yang digunakan sebagai fluida kerja di PLTU. Dalam perusahaan PLTGU Bekasi ini memiliki pipa *Underground* yaitu pipa *Fire Fighting* yang memiliki posisi dekat dengan laut sehingga potensi korosi yang dimiliki cukup besar. Meskipun pipa *Underground* tersebut dilapisi oleh *Coating*, tetap diperlukan adanya proteksi korosi tambahan agar umur pipa tersebut lebih awet.

Dengan adanya korosi tersebut maka dibutuhkan Proteksi Korosi untuk melindungi pipa.

Selain *Coating*, Proteksi korosi yang umum digunakan yaitu SACP (*Sacrificial Anode Cathodic Protection*) atau anoda tumbal dan ICCP (*Impressed Current Cathodic Protection*) atau arus tanding.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya tentang pipa terpendam dalam tanah, laju korosinya cukup besar sehingga diperlukan adanya proteksi tambahan selain *Coating* yang sudah diberikan diawal serta pemilihan anoda sangat penting sebagai pelindung pipa. Sehingga pada penelitian ini membahas tentang perbandingan secara teknis dan ekonomis metode SACP dan ICCP perlindungan proteksi korosi pada pipa *underground* sistem perpipaan *fire fighting* – PLTGU Bekasi.

2. METODOLOGI

2.1 Tahap Pengujian SACP

Sebelum dilakukan pengujian *Immersion Test*, perlu dilakukan persiapan berupa pemotongan material yang mengacu pada (ASTM G31,1999 dan DNV-RP-B401). Setelah melakukan persiapan pengujian yang telah dilakukan proses *sandblasting* yang berfungsi membersihkan material dari segala kotoran yang menempel serta membuka pori-pori material agar dapat terkorosi. Setelah *sandblasting* telah dilakukan, dilanjutkan pengaplikasian *coating* sebagai pelapis agar tidak cepat terkorosi dan pengaplikasian *coating* dilakukan pada 4 spesimen saja sementara 1 spesimen sisanya tidak perlu adanya

coating. Setelah adanya *coating* tadi dilakukan penimbangan spesimen awal dan perhitungan luasan spesimen, penimbangan awal dilakukan untuk mengetahui berat awal setelah pengaplikasian *coating* dan sebagai acuan perhitungan *Corrosion Rate*. Setelah selesai kemudian dilakukan pengujian *Immersion Test* dengan mencelupkan atau merendam specimen tadi kedalam larutan yang telah disediakan. Tahap akhir dari pengujian ini adalah penimbangan akhir specimen setelah diangkat dari tempat perendaman dan nilai berat akhir nanti akan dimasukkan kedalam perhitungan *Weight Loss*, *Corrosion Rate* dan *Remaining Lifetime*.

2.2 Tahap Pengolahan Data ICCP

Tahap pengolahan data ICCP dimulai dari perhitungan luasan pipa untuk masing-masing *line* pipa dan diameternya. Setelah perhitungan luasan selesai dilanjutkan dengan perhitungan kebutuhan arus proteksi untuk mengetahui kebutuhan arus yang dibutuhkan pada setiap *line* pipa tersebut. Setelah itu melakukan perhitungan kapasitas arus *Transformer Rectifier* untuk mengetahui daya yang dibutuhkan sistem proteksi ICCP ini dikarenakan ICCP membutuhkan daya eksternal. Kemudian menghitung berat anoda di setiap *line* untuk memperkirakan kebutuhan anoda yang diperlukan. Setelah itu menghitung jumlah anoda yang akan diaplikasikan terhadap *line* pipa yang berkaitan dengan berat anoda. Kemudian menghitung Tahan Anoda *Groundbed* untuk menghitung tahanan disetiap anoda yang diaplikasikan. Setelah itu menghitung tegangan *Transformer Rectifier* yang dihasilkan setelah perhitungan sebelumnya dan setelah semua perhitungan tersebut diaplikasikan ke sistem proteksi. Terakhir yaitu menghitung *Remaining Lifetime* yang dipergunakan untuk mengetahui sisa umur sistem proteksi korosi yang akan diaplikasikan dan kapan dilakukan pergantian anoda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk pengolahan data SACP ini dimulai dari perhitungan luas spesimen setelah diberikan hingga menghitung *Remaining Lifetime*. Untuk perhitungan luas spesimen didapat yang paling berbeda yakni specimen ke-4 dengan jumlah atau intensitas *Coating* sebanyak 4 kali. Setelah perhitungan tersebut dilanjutkan dengan perhitungan luasan pipa hingga perhitungan tebal minimum. Setelah tebal minimum selesai dihitung, kemudian dilakukan perhitungan *Weightloss* dengan melakukan penimbangan setelah diuji menggunakan *Immersion Test* mulai berat awal hingga akhir yang akan dipergunakan untuk menghitung *Corrosion Rate* di setiap spesimen untuk menentukan spesimen yang paling kecil nilai *Corrosion Rate*-nya. Hasil tersebut dapat dilihat dalam tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1: Perhitungan *Weightloss*.

Jenis anoda	Ketebalan Coating (mm)	Kode	Waktu (jam)	Wawal(g)	Wakhir	Weight loss (gram)
Anoda Zn	Tanpa Coating	D1	336	56,0592	55,9715	0,0877
	Coating 1	D2	336	49,8974	49,869	0,0284
	Coating 2	D3	336	54,8246	54,8082	0,0164
	Coating 3	D4	336	56,0819	56,066	0,0159
	Coating 4	D5	336	57,1418	57,1285	0,0133

Dari hasil perhitungan *Weightloss* di atas, pengurangan berat terkecil berada pada spesimen dengan *Coating* 4 yakni 0,0133 gram. Data di atas akan dipergunakan untuk menghitung *Corrosion Rate* disetiap spesimennya, data di atas juga akan menentukan *Remaining Lifetime* yang dipergunakan untuk memperkirakan umur anoda.

Berikut tabel 2 yang menunjukkan hasil dari perhitungan *Corrosion Rate* yang berkaitan dengan tabel 1 di atas.

Tabel 2: *Corrosion Rate*.

Jenis Anoda	Ketebalan Coating	Kode	Weight Loss (gram)	K	Densitas (g/cm ³)	A (cm ²)	T (Jam)	CR (mm/year)
Anoda Zn	Tanpa Coating	D1	0,0877	87600	7,85	32,5	336	0,089621334
	Coating 1	D2	0,0284	87600	7,85	32,5096	336	0,029013618
	Coating 2	D3	0,0164	87600	7,85	33,022	336	0,016494367
	Coating 3	D4	0,0159	87600	7,85	33,3048	336	0,015855702
	Coating 4	D5	0,0133	87600	7,85	33,884	336	0,013036234

Dari tabel di atas didapat bahwa spesimen dengan *coating* 4 memiliki nilai yang paling kecil yakni 0,013036234 mm/year. Dengan adanya hasil di atas dapat dilanjutkan untuk perhitungan *Remaining Lifetime* yang dimana tabel 3 menunjukkan sisa umur anoda yang akan dipergunakan saat instalasi korosi proteksi terhadap pipa.

Tabel 3: *Remaining Lifetime*

Jenis Anoda	Ketebalan Coating	Kode	Tacc (mm)	Tmin (mm)	CR (mm/year)	Remaining Life (year)
Anoda Zinc	Tanpa Coating	D1	12,7	3,79834425	0,089621334	99,32518677
	Coating 1	D2	12,7	3,79834425	0,029013618	306,8095747
	Coating 2	D3	12,7	3,79834425	0,016494367	539,6785386
	Coating 3	D4	12,7	3,79834425	0,015855702	561,4167018
	Coating 4	D5	12,7	3,79834425	0,013036234	682,8395302

Dari hasil perhitungan pada tabel di atas, didapat *Remaining Lifetime* terlama atau umur anoda yang paling awet yakni *coating* 4 dengan sisa umur 683 tahun namun dengan catatan bahwa spesimen disini dipergunakan untuk replikasi saja hanya perwakilan pipa yang ada dilapangan.

Sedangkan pengolahan data untuk ICCP disini kurang lebih sama dengan SACP diatas namun yang membedakan adalah dari pengujian dan data yang didapatkan. Untuk data dalam perhitungan ICCP ini didapatkan dari perusahaan. Pengolahan data ICCP ini tetap dimulai dari perhitungan luasan pipa namun sesuai yang ada dilapangan pipa yang dipergunakan yakni berdiameter 6" dan 8" sehingga hasil dari perhitungan akan berbeda-beda sesuai dengan

diameter dan Panjang dari pipa yang ada di lapangan. Perhitungan luasan pipa yang sudah dihitung akan dijadikan acuan untuk menghitung rumus selanjutnya hingga didapatkan nilai *Remaining Lifetime* yang akan tertera di tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4: *Remaining lifetime*

Tacc (mm)	Cr (mm/year)	Tmin (mm)	remaining lifetime (year)
7,12	0,013	3,798344	256
8,18	0,013	3,798344	337

Dari tabel di atas didapatkan bahwa *remaining lifetime* untuk pipa 7,12 mm dan 8,18 mm memiliki nilai yang berbeda untuk 7,12 m dengan nilai 256 tahun sementara untuk 8,18 m dengan nilai 337 tahun. Nilai yang didapatkan di atas berdasarkan perhitungan dan data perusahaan yang dihitung sebelumnya serta dari panjang dan diameter pipa yang berbeda pula.

3.1 Perbandingan Segi Teknis

Pada segi teknis setelah melakukan perhitungan desain proteksi katodik, membahas tentang prosedur instalasi dan inspeksi untuk masing-masing metode yaitu *Impressed Current Cathodic Protection* (ICCP) dan *Sacrificial Anode Cathodic Protection* (SACP), maka dapat diperoleh kelebihan dan kekurangan masing-masing dari dari setiap metode. Perbandingan segi teknis yakni jumlah anoda, resiko konsleting listrik, *Remaining Lifetime* dan komponen yang diperlukan untuk instalasi dilapangan. Untuk hasil dari perbandingan segi teknis yang dilakukan di dalam pengujian ini akan dituangkan pada tabel 5 yaitu perbandingan teknis dari 4 aspek yang berbeda.

Tabel 5: Perbandingan segi Teknis

Jenis Anoda	Jumlah Anoda	Komponen	Resiko	Lifetime
ICCP	24 buah anoda MMO	- Rectifier - Junction Box - MMO - Transformer Cooling Oil - Royston Handicap - Backfill	resiko konsleting listrik tinggi	- 256 tahun - 337 tahun
SACP	123 buah anoda zinc	- Zinc - Test point	resiko konsleting listrik rendah	- 255 tahun - 336 tahun

Dari tabel di atas didapatkan hasil yang berbeda, untuk aspek jumlah anoda dan *Lifetime* yang paling efisien adalah ICCP sedangkan dari aspek komponen dan resiko yang paling efisien adalah SACP. Untuk *Lifetime* pada SACP didapat nilai yang besar dikarenakan specimen yang dipergunakan hanya replikasi dari pipa yang sudah ada dilapangan. Meskipun ICCP membutuhkan komponen yang lebih banyak dan resiko konsleting yang tinggi, ICCP masih lebih efisien dibandingkan SACP jikalau ditinjau dari segi inspeksi dan pemasangan.

3.2 Perbandingan Segi Ekonomis

Untuk Analisa ekonomis dari dua jenis korosi proteksi ini berkaitan erat dengan biaya peralatan, instalasi dan inspeksi. Sehingga analisa ekonomis yang dilakukan akan menghasilkan selisih biaya jika ditinjau dari segi instalasi, inspeksi dan peralatannya.

Dari segi biaya peralatan untuk ICCP membutuhkan banyak komponen yang diperlukan untuk instalasi sehingga biaya yang dibutuhkan yakni Rp. 251.450.000. kebalikannya SACP hanya membutuhkan sedikit komponen untuk diaplikasikan terhadap pipa yang ada dilapangan yakni Rp. 314.400.000. Dari segi biaya instalasi, untuk SACP membutuhkan sedikit biaya lebih untuk memasang *Test Point* untuk memudahkan inspeksi dengan estimasi biaya Rp. 137.950.000. Sedangkan untuk ICCP membutuhkan biaya yang lebih murah dibandingkan SACP walaupun membutuhkan komponen yang banyak namun pemasangannya lebih mudah dengan estimasi biaya Rp. 38.325.000. Dari segi biaya inspeksi, untuk biaya inspeksi SACP lebih murah dibandingkan ICCP dikarenakan hanya melakukan pengamatan visual dan potensial pipa melalui *Test Point* dengan estimasi biaya Rp. 22.500.000. Begitupun dengan ICCP namun ICCP disini membutuhkan daya listrik yang besar untuk menjalankan komponen – komponen pendukung ICCP dengan estimasi biaya Rp. 60.445.000. Dari pengamatan di atas, didapat kesimpulan bahwa SACP memiliki biaya yang lebih murah dan efisien dengan selisih biaya yang cukup besar yakni Rp. 121.601.200.

4. Kesimpulan

Dari keseluruhan rangkaian penelitian, perhitungan serta Analisa yang sudah dilakukan, dapat diketahui hasil perbandingan dari segi teknis maupun ekonomis dari kedua metode ini, SACP dan ICCP pada Pipa *Underground*. Untuk metode SACP dari segi biaya peralatan, Instalasi serta Inspeksi lebih murah dibandingkan ICCP serta proses pengaplikasian yang lebih mudah. Namun, untuk ICCP umur anoda yang digunakan lebih panjang dibandingkan SACP serta proses inspeksi yang lebih mudah. Jadi ditinjau dari segi biaya lebih murah dan efisien SACP namun jika ditinjau dari umur anoda dan jumlah anoda lebih lama dan sedikit adalah ICCP.

5. Daftar Pustaka

- [1] ASTM G31. (1999). Standart Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals.
- [2] DNV-RP-B401 (2010). Cathodic Protection Design.
- [3] Yulianto, W. E., Soim, S., & Sidi, P. (2018). Analisis Perbandingan Ekonomis Pengendalian Korosi Dengan Menggunakan Metode ICCP (Impressed Current Cathodic Protection) dan SACP (Sacrificial Anode Cathodic Protection) Pada Proyek Pipeline Gas Transmisi Gresik-Semarang. *Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and Its Application*, 3(Vol 3 No 1 (2018): 3rd Conference on Piping Engineering and Its Application), 217–222.
- [4] Avianto, E. S., Prasajo, B., & Wismawati, Ir. E. (2018). Optimasi Proteksi Korosi Pipeline pada

Metode Kombinasi SACP- ICCP melalui Penyebaran Tegangan Elektrokimia dan Aspek Cost Rate, (2656), 230–235. *Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and Its Application*, 3(Vol 3 No 1 (2018): 3rd Conference on Piping Engineering and Its Application).