

PENGENDALIAN KOROSI PADA *BOOM BURNER* MENGGUNAKAN METODA KATODIK DENGAN ALUMINIUM DAN SENG SEBAGAI ANODA KORBAN

Ferly Komul¹, Budha Maryanti²

Abstraksi

Korosi sebagai salah satu proses elektrokimia menghasilkan dampak yang buruk dan merugikan. Selain kerusakan peralatan-peralatan yang terbuat dari logam, korosi juga secara tidak langsung dapat mempengaruhi kinerja suatu peralatan. Efek negatif semakin terlihat jelas apabila korosi menyerang peralatan yang berhubungan dengan kelestarian lingkungan. Salah satu contoh adalah *boom burner* yang digunakan di industri minyak bumi dan gas alam. Tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisa penyebab terjadinya korosi pada pipa, efek-efek yang ditimbulkan serta membandingkan laju korosi antara 2 (dua) anoda korban, yaitu; aluminium dan seng. Metode perlindungan katodik sebagai salah satu cara mengurangi laju korosi telah banyak di pergunakan pada industri-industri di masa sekarang ini. Penelitian ini dilakukan selama 720 jam dengan memanfaatkan aluminium dan seng sebagai anoda korban. Setiap 72 jam, dilakukan pengambilan data ketebalan pipa menggunakan *thickness tester*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama terjadinya korosi pada pipa *boom burner* adalah sisa air yang masih menggenangi di dalam pipa. Perolehan data yang diambil pada bagian bawah pipa, *boom burner* yang tidak diproteksi mengalami laju korosi sebesar 9,8972 mpy. Penggunaan seng sebagai anoda korban berhasil mengurangi laju korosi hingga 3,0295 mpy, sedangkan aluminium lebih mampu mengurangi laju korosi hingga 2,2710 mpy.

Kata Kunci : Anoda Korban, Korosi, Laju Korosi, *Thickness Tester*

PENDAHULUAN

Pekerjaan eksplorasi minyak dan gas bumi menggunakan teknologi *surface well testing* untuk mendapatkan data-data pada saat minyak atau gas bumi ke luar dari bumi melalui suatu akses yang disebut *well* atau sumur. Data-data yang dihasilkan oleh *surface well testing* antara lain adalah *flow rate*, *pressure* dan *temperature*.

Pada dasarnya aliran yang keluar dari sumur terdiri dari 3 (tiga) jenis yang masih saling menyatu, yaitu; minyak, air dan gas. Untuk mengetahui laju masing-masing jenis tersebut harus dipisahkan oleh suatu alat yang dinamakan *separator*. Setelah dipisahkan dan diukur, aliran tersebut kemudian dibakar oleh peralatan yang disebut *flare* dan *burner*. Pada pekerjaan *surface well testing* yang dilakukan di daerah terbatas seperti lepas pantai tidak

tersedia cukup tempat untuk mengakomodasi peralatan-peralatan *surface well testing*. Untuk mengatasi masalah tersebut, digunakanlah suatu alat bernama *boom* sebagai akses untuk memberikan jarak yang cukup aman pada saat terjadinya pembakaran pada *burner* dan *flare*.

Boom terdiri dari 6 (enam) buah pipa sepanjang 23 meter yang dipasang pada sebuah keranjang baja dengan panjang yang sama dengan pipa, sehingga dapat mengakomodasi pipa tersebut. Dikarenakan pemasangannya yang cukup susah dan membutuhkan waktu yang cukup lama, biasanya *boom burner* akan dipasang terus menerus selama masih ada pekerjaan lain di daerah tersebut. Karena dibiarkan terus menerus terjemur di bawah sinar matahari dalam waktu lama, ditambah sisa minyak dan air yang mengalir di pipa tersebut

¹ Alumni Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan

² Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan

mengakibatkan korosi pada bagian dalam pipa. Hal ini menimbulkan masalah baru yang cukup rumit dan sangat sering terjadi, yaitu pada saat kembali dilakukan pekerjaan *surface well testing*, serpihan-serpihan hasil korosi pada bagian dalam pipa *boom* akan terbawa oleh aliran minyak yang akan dibakar dan aliran air yang berfungsi untuk mengurangi radiasi panas dari pembakaran *flare* dan *burner*. Serpihan-serpihan tersebut pada akhirnya akan menyumbat aliran minyak dan air sehingga menyebabkan pembakaran tidak sempurna. Pembakaran pada *burner* dan *flare* yang tidak sempurna akan menyebabkan minyak yang tidak terbakar jatuh ke permukaan laut. Tumpahan minyak dalam jumlah yang besar serta berlangsung secara terus-menerus akan mengakibatkan kerusakan parah pada lingkungan dan merusak ekosistem laut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa penyebab terjadinya korosi pada pipa, efek-efek yang ditimbulkan serta membandingkan laju korosi antara 2 (dua) anoda korban, yaitu aluminium dan seng.

KAJIAN PUSTAKA

Korosi merupakan suatu proses elektrokimia dimana atom-atom akan bereaksi dengan zat asam dan membentuk ion-ion positif (kation). Hal ini akan menyebabkan timbulnya elektron-elektron yang berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain pada permukaan *metal*.

Secara garis besar korosi ada 2 (dua) jenis, yaitu :

1. Korosi *Internal*

Yaitu korosi yang terjadi pada bagian permukaan dalam pipa akibat adanya kandungan CO₂ dan H₂S pada minyak bumi, sehingga apabila terjadi kontak dengan air akan membentuk asam yang merupakan penyebab korosi.

2. Korosi *External*

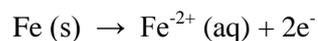
Yaitu korosi yang terjadi pada bagian permukaan luar dari sistem perpipaan dan peralatan, baik yang kontak dengan udara bebas maupun permukaan tanah, akibat adanya kandungan zat asam pada udara dari tanah.

Selain air, faktor lain yang mempengaruhi laju korosi, diantaranya :

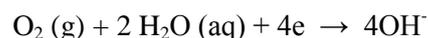
a. Faktor gas terlarut (O₂)

Reaksi korosi secara umum pada pipa besi, karena adanya kelarutan oksigen yaitu sebagai berikut :

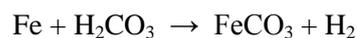
Reaksi anoda :



Reaksi katoda :



Jika karbondioksida dilarutkan dalam air, maka akan meningkatkan korosifitas. Biasanya bentuk korosinya berupa *pitting* yang secara umum reaksinya adalah :



FeCO₃ merupakan *corrosion product* yang dikenal sebagai *sweet corrosion*.

b. Faktor temperatur

Penambahan temperatur pada umumnya menambah laju korosi walaupun pada kenyataannya kelarutan oksigen

berkurang dengan meningkatnya temperatur. Jika pada *metal* temperatur yang tidak *uniform* meningkat, maka akan besar kemungkinan terbentuknya korosi yang akhirnya akan merusak permukaan *metal* tersebut.

c. Faktor pH

Nilai pH netral adalah 7. Nilai pH < 7 bersifat asam dan korosif, sedangkan untuk pH > 7 bersifat basa juga korosif. Tetapi untuk besi, laju korosi rendah pada nilai pH antara 7 sampai dengan 13. Laju korosi meningkat pada pH < 7 dan pH > 13.

d. Faktor bakteri pereduksi atau *sulfat reducing bacteria* (SRB)

Adanya bakteri pereduksi sulfat akan mereduksi ion sulfat menjadi gas H₂S, dimana apabila gas tersebut kontak dengan besi akan menyebabkan terjadinya korosi.

e. Faktor padatan terlarut

Klorida (Cl) menyerang lapisan *mild steel* dan lapisan *stainless steel*. Padatan ini menyebabkan terjadinya *pitting*, *crevice corrosion*, dan juga menyebabkan terjadinya pecahnya *alloys*. Klorida ditemukan pada campuran minyak-air dalam konsentrasi tinggi yang akan menyebabkan terjadinya korosi. Proses korosi juga dapat disebabkan oleh kenaikan konduktivitas larutan garam, dimana larutan garam yang lebih konduktif, laju korosinya juga akan tinggi.

Ditinjau dari sudut pandang teknik, laju korosi secara langsung digunakan untuk mengetahui umur komponen dan lama penggunaan. Karena laju korosi diperkirakan antara 1 s/d 200 seperseribu inci per tahun

atau *mils per year* (mpy) (Denny. A. Jones, 1998), maka dirumuskan :

$$L = \frac{K.W}{\rho.A.t} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- L : laju korosi (mpy)
- K : konstanta (3.45 x 10⁶)
- W : kehilangan berat (gram)
- ρ : berat jenis spesimen (gram/cm³)
- A : luas permukaan spesimen (cm²)
- T : waktu pengkorosian (tahun)

Rumus perhitungan laju korosi di atas menggunakan metode kehilangan berat. Karena yang diperoleh adalah data ketebalan, maka digunakanlah rumus laju korosi dengan metode kehilangan tebal sebagai berikut :

$$L = \frac{t_{awal} - t_{aktual}}{T} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- L : laju korosi (mpy)
- t_{awal} : data ketebalan awal (mil)
- t_{aktual} : data ketebalan pada saat inspeksi (mil)
- T : waktu pengkorosian (tahun)

Boom adalah salah satu alat pada pekerjaan *surface well testing* sebagai tempat dipasangnya *burner* untuk memberikan jarak yang cukup aman dan jauh dari *rig*.

Tujuan dipasangnya *boom* pada *rig* adalah:

1. Untuk mengurangi radiasi pembakaran yang terjadi pada *burner* dan mengurangi resiko kebakaran yang terjadi.
2. Sebagai akses menuju *burner* apabila diperlukan perbaikan di lapangan.

3. Sebagai tempat untuk menyediakan pipa untuk pembakaran gas, dan pipa-pipa untuk penyuplai air, angin dan *propane*.

Boom ini sendiri dipasang di daerah dek utama *rig*. Pada pekerjaan di daerah lepas pantai, sering sekali terjadi perubahan arah angin dengan kecepatan yang sulit untuk diperkirakan. Apabila arah angin berlawanan dengan arah keluarnya pembakaran gas dari pipa *boom*, api yang cukup besar yang dihasilkan dari pembakaran akan mengarah ke *rig* dan akan membahayakan para pekerja. Untuk mengatasi masalah tersebut, dipasang 2 (dua) buah *boom* pada sisi yang berlawanan terhadap *rig*, yaitu *starboard side* (sisi kiri *rig*) dan *port side* (sisi kanan *rig*).



Gambar 1. *Boom Burner*

METODOLOGI

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dimulai pada bulan Juni 2014 hingga Agustus 2014. Sedangkan tempat penelitian dan pengambilan data dilakukan pada *jack up rig* Soehana, Total E&P Indonesia, sisi daerah, *offshore*.

Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:, *pressure and*

temperature gauge, thickness tester (alat ini bekerja dengan memanfaatkan gelombang *ultrasonik* untuk mengukur ketebalan dari suatu besi) serta peralatan *safety* dan *work shop*.

Langkah Penelitian

Untuk mempermudah perbandingan laju korosi antara aluminium dan seng sebagai anoda korban, maka pada setiap masing-masing *boom burner* dipasang anoda korban yang berbeda. Pada penelitian ini, aluminium dipasang pada *boom burner starboard side* atau sebelah kiri *rig*, sedangkan seng dipasang pada *boom burner port side* atau sebelah kanan *rig*.



Gambar 2. *Boom Burner Port Side*



Gambar 3. *Boom Burner Starboard Side*

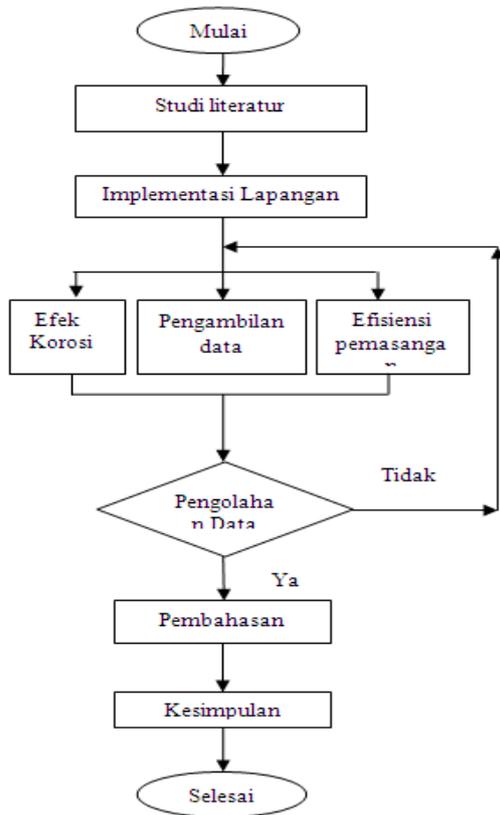
Pengambilan data awal ketebalan pipa *boom burner* dilakukan tepat saat masing-masing anoda korban selesai dipasang. Pada jam ke 720 setelah pemasangan, akan diukur kembali ketebalan pipa *boom burner* tepat

pada titik yang sama saat pengambilan inisial data.

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas, yaitu anoda yang dipakai (aluminium dan seng) serta pengukuran ketebalan dilakukan pada 4 (empat) titik pipa *boom burner* yaitu; bagian atas dan bawah pipa, serta samping kiri dan kanan pipa. Posisi pengambilan data ketebalan pipa adalah pada ujung pipa *boom*.
2. Variabel terikat, yaitu laju korosi dan ketebalan pipa.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

Data yang diambil dari hasil observasi adalah data ketebalan pipa *boom burner* setiap 72 jam selama 720 jam.

Tabel 1. Data Ketebalan Pipa Tanpa Proteksi

Waktu (Jam)	Data Ketebalan (mm)			
	Kiri pipa	Kanan pipa	Atas pipa	Bawah pipa
0	5.2650	5.4370	5.3830	5.6310
72	5.2648	5.4368	5.3828	5.6307
144	5.2643	5.4363	5.3824	5.6301
216	5.2634	5.4355	5.3816	5.6289
288	5.2619	5.4340	5.3803	5.6269
360	5.2592	5.4317	5.3783	5.6238
432	5.2535	5.4264	5.3733	5.6175
504	5.2415	5.4142	5.3619	5.6045
576	5.2260	5.3988	5.3478	5.5882
648	5.2084	5.3813	5.3318	5.5696
720	5.1888	5.3618	5.3133	5.5489

Tabel 2. Data Ketebalan Pipa Dengan Aluminium Sebagai Anoda Korban

Waktu (Jam)	Data Ketebalan (mm)			
	Kiri pipa	Kanan pipa	Atas pipa	Bawah pipa
0	5.1888	5.3618	5.3133	5.5489
72	5.1887	5.3617	5.3132	5.5488
144	5.1885	5.3615	5.3131	5.5485
216	5.1880	5.3611	5.3127	5.5479
288	5.1872	5.3605	5.3121	5.5469
360	5.1861	5.3594	5.3113	5.5453
432	5.1842	5.3577	5.3098	5.5431
504	5.1815	5.3551	5.3076	5.5402
576	5.1781	5.3517	5.3045	5.5365
648	5.1743	5.3479	5.3008	5.5323
720	5.1698	5.3435	5.2966	5.5275

Tabel 3. Data Ketebalan Pipa Dengan Seng Sebagai Anoda Korban

Waktu (Jam)	Data Ketebalan (mm)			
	Kiri pipa	Kanan pipa	Atas pipa	Bawah pipa
0	5.3421	5.4214	5.3570	5.6325
72	5.3420	5.4214	5.3570	5.6324
144	5.3419	5.4213	5.3569	5.6322
216	5.3416	5.4210	5.3567	5.6319
288	5.3411	5.4204	5.3561	5.6311
360	5.3398	5.4193	5.3551	5.6291
432	5.3370	5.4164	5.3524	5.6259
504	5.3327	5.4123	5.3484	5.6215
576	5.3277	5.4075	5.3436	5.6165
648	5.3221	5.4021	5.3383	5.6108
720	5.3158	5.3958	5.3321	5.6045

Hasil yang didapat dari data, diperoleh laju kecepatan korosi dengan menggunakan metode kehilangan ketebalan. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Laju Korosi Pipa Tanpa Proteksi

Waktu (Jam)	Ketebalan Akhir (mm)				Laju Korosi (mpy)			
	Kiri	Kanan	Atas	Bawah	Kiri	Kanan	Atas	Bawah
72	5.2648	5.4368	5.3828	5.6307	0.9321	0.8932	0.8933	1.3425
144	5.2643	5.4363	5.3824	5.6301	1.2324	1.1983	0.9342	1.5352
216	5.2634	5.4355	5.3816	5.6289	1.4232	1.3293	1.2321	1.8421
288	5.2619	5.4340	5.3803	5.6269	1.7392	1.7422	1.5922	2.4312
360	5.2592	5.4317	5.3783	5.6238	2.5982	2.2342	1.9311	2.9812
432	5.2535	5.4264	5.3733	5.6175	4.5512	4.2124	3.9511	5.0123
504	5.2415	5.4142	5.3619	5.6045	8.2342	8.3421	7.8231	8.8934
576	5.2260	5.3988	5.3478	5.5882	9.2321	9.2210	8.4111	9.7325
648	5.2084	5.3813	5.3318	5.5696	9.3422	9.2672	8.5131	9.8522
720	5.1888	5.3618	5.3133	5.5489	9.3783	9.3193	8.8315	9.8972

Tabel 5. Laju Korosi Pipa Dengan Aluminium Sebagai Anoda Korban

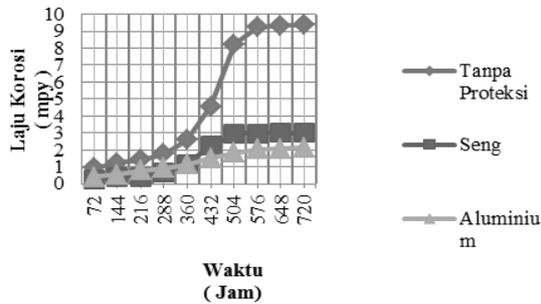
Waktu (jam)	Ketebalan Akhir (mm)				Laju Korosi (mpy)			
	Kiri	Kanan	Atas	Bawah	Kiri	Kanan	Atas	Bawah
72	5.1887	5.3617	5.3132	5.5488	0.4121	0.4183	0.3847	0.6311
144	5.1885	5.3615	5.3131	5.5485	0.5421	0.5131	0.4512	0.8312
216	5.1880	5.3611	5.3127	5.5479	0.7831	0.6918	0.6342	0.9123
288	5.1872	5.3605	5.3121	5.5469	0.9272	0.7436	0.6981	1.2110
360	5.1861	5.3594	5.3113	5.5453	1.1213	0.9934	0.7261	1.5171
432	5.1842	5.3577	5.3098	5.5431	1.4981	1.3898	1.2311	1.7187
504	5.1815	5.3551	5.3076	5.5402	1.8192	1.7918	1.5112	2.0191
576	5.1781	5.3517	5.3045	5.5365	2.0230	1.9823	1.8162	2.1987
648	5.1743	5.3479	5.3008	5.5323	2.0518	2.0210	1.9782	2.2311
720	5.1698	5.3435	5.2966	5.5275	2.1211	2.1182	2.0181	2.2710

Tabel 6. Laju Korosi Dengan Seng Sebagai Anoda Korban

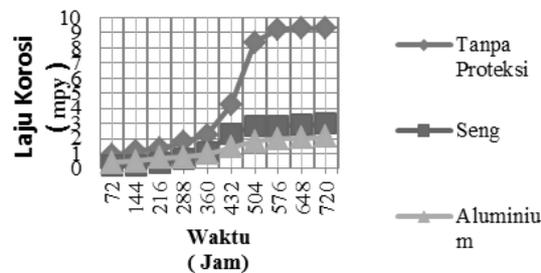
Waktu (jam)	Ketebalan Akhir (mm)				Laju Korosi (mpy)			
	Kiri	Kanan	Atas	Bawah	Kiri	Kanan	Atas	Bawah
72	5.3420	5.4214	5.3570	5.6324	0.2555	0.1703	0.1217	0.4258
144	5.3419	5.4213	5.3569	5.6322	0.3650	0.2433	0.2433	0.4867
216	5.3416	5.4210	5.3567	5.6319	0.4056	0.4056	0.3244	0.5272
288	5.3411	5.4204	5.3561	5.6311	0.6996	0.6692	0.6387	0.8821
360	5.3398	5.4193	5.3551	5.6291	1.1680	1.0707	0.9490	1.9710
432	5.3370	5.4164	5.3524	5.6259	2.2306	2.3117	2.1697	2.5144
504	5.3327	5.4123	5.3484	5.6215	2.9721	2.8157	2.7636	2.9895
576	5.3277	5.4075	5.3436	5.6165	2.9808	2.8592	2.8440	3.0113
648	5.3221	5.4021	5.3383	5.6108	2.9876	2.9065	2.8389	3.0281
720	5.3158	5.3958	5.3321	5.6045	3.0173	2.9808	2.9443	3.0295

Analisa dan Pembahasan

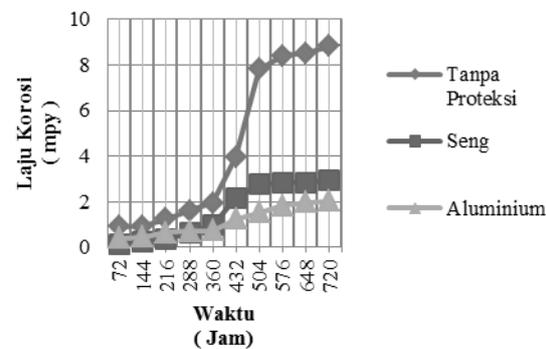
Perbandingan laju korosi masing-masing titik pengukuran dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



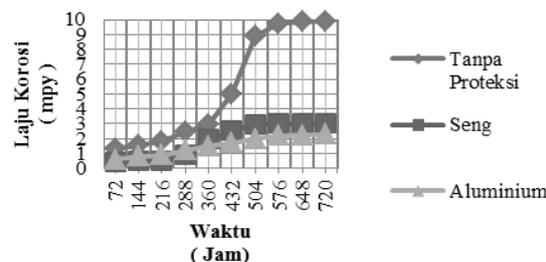
Gambar 5. Perbandingan Laju Korosi Pada Bagian Kiri Pipa



Gambar 6. Perbandingan Laju Korosi Pada Bagian Kanan Pipa



Gambar 7. Perbandingan Laju Korosi Pada Bagian Atas Pipa



Gambar 8. Perbandingan Laju Korosi Pada Bagian Bawah Pipa

Pada gambar grafik di atas terlihat bahwa aluminium sebagai anoda korban mampu melindungi pipa lebih baik dibanding seng, juga dapat dilihat bahwa pada jam ke 360 hingga 576 terdapat suatu fenomena kenaikan laju korosi yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh proses peluruhan serpihan-serpihan korosi dan sisa-sisa kotoran yang masih menempel pada permukaan dalam pipa. Dikarenakan posisi pemasangan *boom burner* yang memiliki kemiringan 30 derajat, maka seiring berjalannya waktu, kotoran-kotoran sisa dan serpihan-serpihan korosi jatuh ke ujung pipa. Setelah kotoran-kotoran dan serpihan-serpihan luruh, permukaan dalam pipa menjadi bersih dan pembacaan data ketebalan pipa menjadi lebih stabil.

SIMPULAN

Nilai laju korosi yang diperoleh dari observasi selama 720 jam pada pipa tanpa proteksi adalah sebagai berikut :

- a. Pipa bagian kiri = 9.3783 mpy
- b. Pipa bagian kanan = 9.3139 mpy
- c. Pipa bagian atas = 8.8315 mpy
- d. Pipa bagian bawah = 9.8972 mpy

Nilai laju korosi yang diperoleh dari observasi selama 720 jam pada pipa dengan aluminium sebagai anoda korban adalah sebagai berikut :

- a. Pipa bagian kiri = 2.1211 mpy
- b. Pipa bagian kanan = 2.1182 mpy
- c. Pipa bagian atas = 2.0181 mpy
- d. Pipa bagian bawah = 2.2710 mpy

Nilai laju korosi yang diperoleh dari observasi selama 720 jam pada pipa dengan

seng sebagai anoda korban adalah sebagai berikut.

- a. Pipa bagian kiri = 3.0173 mpy
- b. Pipa bagian kanan = 2.9808 mpy
- c. Pipa bagian atas = 2.9443 mpy
- d. Pipa bagian bawah = 3.0295 mpy

Perlindungan katodik menggunakan aluminium sebagai anoda korban dalam melindungi pipa lebih baik dibandingkan dengan seng.

DAFTAR PUSTAKA

- Jonnes, Denny A., 1992, *Principless and Prevention of Corrosion*.
- Det Norske Veritas (DnV) RP-B401,1993, *Cathodic Protection Design*
- Fontana M.G., 1987, *Corrosion Engineering*, Singapore, Mc, Graw Hill
- NACE RP0169, *Control External Corossion on Underground or Submerged Metalic Piping System*.
- Oxtoby, David W., 2001, **Prinsip-Prinsip Kimia Modern**, Jakarta, Erlangga.
- Prentice. G., 1991, *Electrochemical Engineer-ing Principles*, New Jersey, Prentice Hall.
- Supardi, Rahmat, 1997, **Korosi**, Bandung, Gramedia.