https://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera

Jurnal Ilmiah jurutera

ISSN 2356-5438

Effect of Nacl Solution on Protection Rate of BJTP 40 Steel (SNI 07-2052-200219) With Sacrificial Anode Cathodic Protection Utilizing Zn Anode

Syamsul Bahri Widodo[1*], Nazaruddin Abdul Rahman[1], Zainal Arif[1], Joshua Tri Saputra[1]

[1)] *Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh*

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:
Dikirim 10 Juni 2023
Direvisi dari 22 Juli 2023
Diterima 23 Juli 2023
Diterbitkan 14 Agustus 2023

Keyword:
Sacrificial Anode Cathodic Protection (SACP),
Corrosion rate,
Reinforced concrete,
Decision.

DOI: doi.org/10.55377/jurutera.v10i01.8449

A B S T R A C T

Reinforced concrete is a crucial element in infrastructure. However, it is unfortunate that the issue of corrosion in reinforced concrete structures has a significant impact and requires detailed consideration. Since the 1980s, research on corrosion-related problems has been initiated, one of which involves the SACP (Sacrificial Anode Cathodic Protection) approach using Zn sacrificial anodes. The purpose of this method is to control the corrosion rate in reinforced concrete. Environmental factors, such as the composition of solutions, play a role in influencing the resulting corrosion rate. Therefore, research is conducted by applying different solutions, namely 4% and 5% NaCl solutions, as well as Freshwater. This aims to compare the effects of these solutions on the measured corrosion rate using Zn anodes. The test results over a 4-week period indicate that the 5% NaCl solution exhibits a very high corrosion rate, as evidenced by the corrosion potential value of -790.3 mV. Conversely, the freshwater solution demonstrates a lower corrosion rate, with a corrosion potential value of -225.6 mV and a corrosion risk of only around 10%. This research provides a deeper understanding of the impact of solutions on the corrosion rate in reinforced concrete and offers a more scientific and contemporary perspective in line with current developments.

© 2023 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

PENDAHULUAN

Beton cor tulangan adalah hal yang penting dalam pondasi. Campuran beton campuran dengan sifat kuat tekan tinggi dan baja pendukung yang memiliki elastisitas tinggi berubah menjadi bahan campuran komposit yang sangat bagus untuk pengembangan umum infrastruktur, berbagai aplikasi dalam desain dasar seperti struktur, jembatan, tiang, tangki, dan pipa, semua struktur ini dapat digunakan dengan beton cor yang terbuat dari baja. Masalah penggunaan dalam beton baja tulanagn adalah nyata dan harus diberikan perhitungan yang khusus. Padahal, pada pertengahan 1980-an kajian masalah korosi sudah mulai mengembangkan metode dan pengaturan yang tepat (Hamdi et al., 1 C.E.).

Beberapa bencana yang sempat terjadi, gempa dan tsunami yang melanda sebagian Banda Aceh dan Aceh Besar, menyebabkan banyak kerusakan pada beberapa rumah yang terendam air laut pasca tsunami, (Teti Arabia , Ferdeanty, 2019). Adapun bencana tersebut sangatlah berdampak pada beberapa tempat tinggal rumah penduduk sekitar karena cukup rentan terhadap serangan korosi yang ditimbulkan oleh adanya kelembapan ion-ion klorida yang dapat masuk ke dalam pori-pori beton cor tulangan yang mengakibatkan menurunnya suatu kekuatan mutu beton diakibatkan baja cor tulangan yang terpapar korosi, salah satu solusi pada permasalahan korosi pada beton cor tulangan baja adalah sistem proteksi katodik (Mulyono, 2017).

Beton merupakan suatu gabungan beberapa spesimen yang terdiri dari semen, air, agrerat halus dan agregat kasar sehingga mengalami proses pembentukan suatu massa yang hampir menyerupai dengan bebatuan dan memiliki karakteristik lebih ulet dan cukup kuat terhadap gaya tekan namun cukup lemah terhadap gaya tarik (Hamdi et al., 1 C.E.). beton. merupakan kombinasi campuran material yang didapat dengan mencampurkan semen portlan atau

Alamat e-mail: syamsulbahri@unsam.ac.id (email korespoden)
© 2023 ISSN 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra

semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (Pane et al., 2015).

Baja Tulangan Beton merupakan suatu campuran beberapa bagian seperti unsur besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur campuran utamanya. Baja sering kali dipergunakan sebagai matrial untuk berbagai macam alat-alat perkakas, komponen mesin, struktur bangunan, dan lain sebagainya. Unsur-unsur yang terdapat pada matrial baja akan mempengaruhi mutu dari baja tersebut(Pratowo & Fernando, 2008). Dalam pemakaian nya baja sering mengalami suatu masalah dari lingkungan sekitar berupa serangan korosi, dimana korosi tersebut dapat mengurangi mutu dan masa waktu konstruksi Sangat membutuhkan nya proteksi pada baja tulangan agar tidak terkorosi. Apabila sudah mulai terjadi korosi terhadap baja tulangan, oksida yang diakibatkan akan menempati suatu volume beton. Sehingga akan menyebabkan terjadinya tekanan keluar yang dapat berakibat beton tersebut mengalami keretakan dan pecah. Akibatnya mutu yang di dapatkan dan umur beton tersebut akan sangat berkurang (Marpaung, n.d.).

BJTP 40 (SNI 07-2052-200219) Baja tulangan beton polos atau disebut juga BJTP adalah baja tulangan beton berpenumpang lingkaran dengan permukaan rata (tidak bersirip). Beton bertulangan adalah beton yang diberi tulangan untuk bersama-sama menahan beban. Beton bertulangan diasumsikan bekerja sama menahan beban dengan pembagian beban tekan di pikul oleh beton sedangkan beban tarik dipikul oleh tulangan (Pathur Rahman & A. Kurniawan, 2022). Baja tulangan beton kuat terhadap tekan. Tetapi lemah terhadap tarik. Oleh karena itu , perlu tulangan untuk menahan gaya tarik. Namun demikian, tulangan juga dipakai untuk memikul gaya tekan, terutama pada tempat-tempat dimana diinginkan adanya pengurangan dimensi penampang beton.

Air laut adalah air murni yang di dalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas. Suatu contoh air laut sebesar 1000 g berisi kurang lebih 35 g senyawa-senyawa terlarut yang secara kolektif disebut garam. Dengan kata lain, 96,5% air laut berupa air murni dan 3,5% zat terlarut. Banyaknya zat yang terlarut disebut salinitas. Zat-zat terlarut meliputi garam-garam anorganik, senyawa-senyawa organik yang berasal dari organisme hidup, dan gas-gas terlarut. Fraksi terbesar dari bahan terlarut terdiri dari garam-garam anorganik yang berwujud ion-ion. Enam ion anorganik membentuk 99,28% berat dari bahan anorganik padat. Air laut adalah suatu zat pelarut yang bersifat sangat berdaya guna, yang mampu melarutkan zat-zat lain dalam jumlah yang lebih besar dari pada zat cair lainnya. Proses korosi dalam air laut berlangsung karena adanya unsur-unsur kimia, oksigen yang larut dan pengaruh bakteri. Korosi logam pada air laut mengikuti mekanisme pada elektrokimia dimana pada logam yang mengalami korosi terdapat tempat-tempat berupa anoda dan katoda. Plat baja karbon dalam air laut mengalami laju korosi antara 0,1 sampai 0,15 mm pertahun, namun jika serangannya berupa sumuran, penetrasi yang terjadi jauh lebih dalam. (Leonard, 2015).

Korosi Pada Beton adalah suatu penurunan kualitas mutu pada Korosi merupakan penurunan mutu kualitas pada sifat logam dikarenakan reaksi oleh suatu lingkungan daerah sekitar dan senyawa-senyawa yang tidak di inginkan. Korosi yang terjadi terhadap beton diakibatkan masuknya ion klorida ke dalam celah pori-pori pada beton sehingga berdampak hingga permukaan dasar tulangan beton (Yudi, 2019). Ketika baja yang terdapat didalam beton mengalami dampak korosi maka baja akan melepaskan elektron.

Potensial elektroda, reaksi reduksi akan terjadi di bagian dalam permukaan katoda pada suatu elektrokimia ditimbulkan oleh potensial di bagian dasar permukaan katoda yang lebih positif dibanding permukaan anoda. Potensial ini disebut sebagai potensial elektroda, dengan potensial elektroda kita bisa melihat logam mana yang akan berperan menjadi katoda ataupun anoda (Marlina, 2016). Dengan menggunakan deret galvanis, kita dapat melihat bahwa unsur logam dengan potensial elektroda yang lebih negatif cenderung berperan sebagai anoda, sedangkan unsur logam dengan potensial elektroda yang lebih positif cenderung berperan sebagai katoda.

Sacrificial Anode Cathodic Protection (SACP), proteksi katodik adalah teknik yang digunakan untuk mengendalikan korosi dan melindungi struktur logam dari paparan korosi dengan menggunakan reaksi katoda dalam sebuah sel elektrokimia. Salah satu metode penerapan proteksi katodik yang paling sederhana adalah dengan menghubungkan logam yang akan dilindungi dengan logam anoda korban yang memiliki potensial elektroda yang lebih negatif. Logam anoda korban berfungsi sebagai anoda dalam sel elektrokimia. Dalam proses ini, logam anoda korban akan mengalami korosi sebagai tumbal untuk melindungi logam yang lebih katodik atau memiliki potensial elektroda yang lebih positif (Indarti et al.,

2018). Prinsip dasar Proteksi Katodik dengan Anoda korban (Sacrificial Anode Cathodic Protection, SACP) adalah ketika dua jenis logam digabungkan secara elektrik dalam suatu elektrolit, arus elektron akan mengalir dari logam yang memiliki potensial lebih negatif (lebih aktif) menuju logam yang memiliki potensial lebih tinggi (lebih mulia). Logam dengan potensial lebih negatif akan mengalami korosi sebagai anoda korban (Industri, 2017).

Metode Half-Cell Potential Mapping, potential mapping adalah suatu teknik pengukuran yang digunakan untuk memperoleh informasi mengenai nilai potensial. Teknik ini digunakan untuk mendeteksi tanda- tanda korosi pada baja tulangan dalam beton dan merupakan salah satu cara pengujian yang tidak merusak. Setiap nilai potensial korosi yang terukur pada permukaan beton dianggap mewakili nilai sebenarnya dari baja tulangan di dalam beton. Nilai potensial korosi dipengaruhi oleh kondisi beton di permukaan baja tulangan, tebal selimut beton, dan proses siklus basah- kering yang dilakukan selama pengujian. Namun, metode half-cell potential mapping tidak dapat digunakan untuk mengukur tingkat laju korosi pada beton bertulang. Standar yang digunakan untuk melakukan pemetaan half-cell potential mapping adalah ASTM C876 dan merupakan salah satu metode mengaplikasikan half-cell potential di lapangan (ASTM15). Pada penelitian ini, larutan yang digunakan dalam alat elektroda referensi adalah Cu/CuSO4, dengan nilai potensial korosi yang dihasilkan dari pengukuran dinyatakan dalam satuan milliVolt (mV).

METODE PENELITIAN

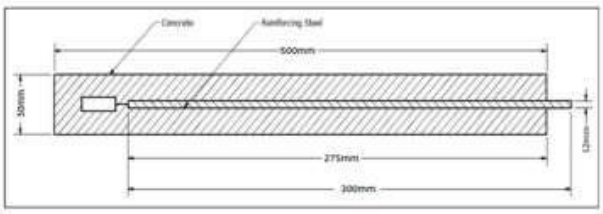
Untuk melakukan penelitian yang baik dan mengikuti prosedur, diperlukan konsep dasar penelitian sebagai berikut :

Bahan Penelitian Dan Langkah - Langkah Pengujian

Bahan yang digunakan untuk membuat beton dengan standar mutu K 250 sesuai dengan (ACI 211.1-9120). Komposisi beton dapat dilihat

Proporsi Campuran Beton dalam 500 mm^3

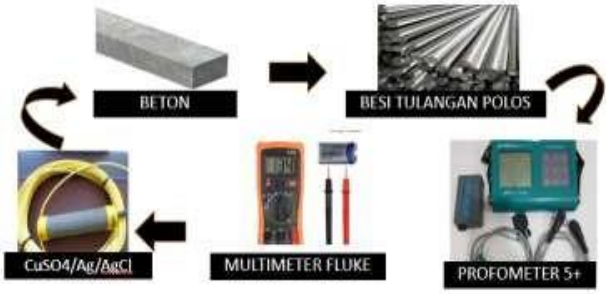
NO	Bahan	Satuan (kg)	Keterangan
1	Semen portland	378,8	-
2	Agregat kasar	923	Lolos # 9,52 dan tertahan # 2,38
3	Agregat halus I	335,6	Lolos # 4,76 – sisa
4	Agregat halus II	419,6	Lolos # 1,20 – sisa
5	Air	228	-



Gambar 1. Ukuran spesimen uji

Proses Pengujian

Proses pengujian beton dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:



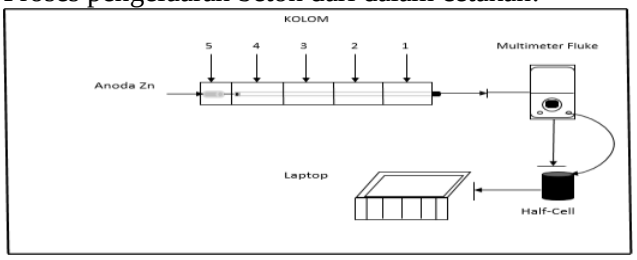
1. Proses pemotongan Baja (BJTP40) SNI 07-2052-200219 dengan panjang 50 cm.
2. Pencetakan anoda Zn menyerupai bentuk tabung dengan diameter 20mm dengan masing-masing panjang 50 mm dengan penambah tembaga yang di ikat menjadi dua kedalam anoda Zn yang kemudian di gabungkan dengan BJTP40
3. Proses pencetakan tempat cor beton dengan persegi panjang dengan lebar 15 cm dan panjang 50 cm dengan menggunakan papan triplex dengan tebal 12 mm
4. Proses pencampuran semen dengan standar K250 sebanyak 6 buah cetakan yang telah dibuat
5. Proses penutupan BJTP yang keluar dari dalam beton dengan menggunakan parafin, dan proses penggambaran garis pembatas kolom beton dengan spidol yaitu setiap beton terbagi kolom menjadi 5 kolom.
6. Mulai proses pembuatan larutan NaCl 4% dan 5% dengan garam dapur yang dilarutkan dengan air kemudian distabilkan sampai mendapatkan kadar larutan sebesar 4% dan 5% dengan menggunakan alat salt meter.
7. Proses perendaman dengan media kotak pada masing-masing kotak terdapat 2 spesimen yang sama.
8. Proses pengukuran beton sebelum masuknya beton kedalam larutan NaCl dengan

© 2023 ISSN 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra

menggunakan alat Half-cell dan pengukuran pada setiap minggu nya.

9. Proses pengambilan data pada setiap minggu selama 1 bulan.

Proses pengeluaran beton dari dalam cetakan.



Gambar 2. *Experimental Set Up*

Keterangan:

a. Kolom 1-4 *(BJTP40)*

1,2,3,4,5 : Kolom (a,b,c) (Anoda Zn)

b. Spesimen Larutan NaCl

1: Spesimen A1-A2 (4%)

2: Spesimen B1,B2 (5%)

3: Spesimen C1,C2 (Air Tawar)

Metode Pengambilan Data

Yaitu dengan tabel variabel yang melakukan pengukuran setiap minggu nya dengan wet-dryselama 24 jam sebelum melalukan pengukuran.

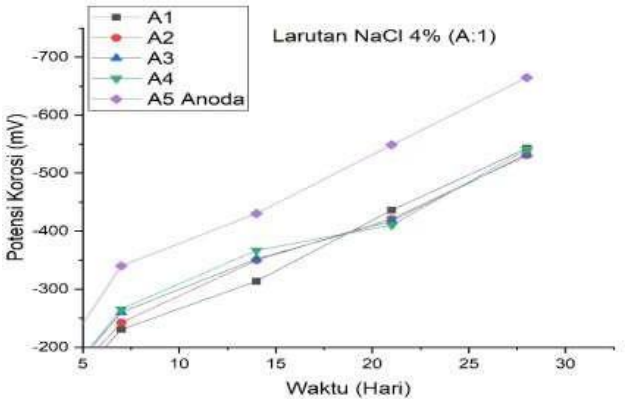
Titik pengukuran	minggu 0 (mV)	Minggu 1 (mV)	Minggu 2 (mV)	Minggu 3 (mV)	Minggu 4 (mV)
a,b,c,(1)	17,5	-	-	-	-
a,b,c,(2)	13,2				
a,b,c,(3)	17,2				
a,b,c,(4)	22,7				
a,b,c(5) (Anoda)	12,2				

HASIL DAN PEMBAHASAN

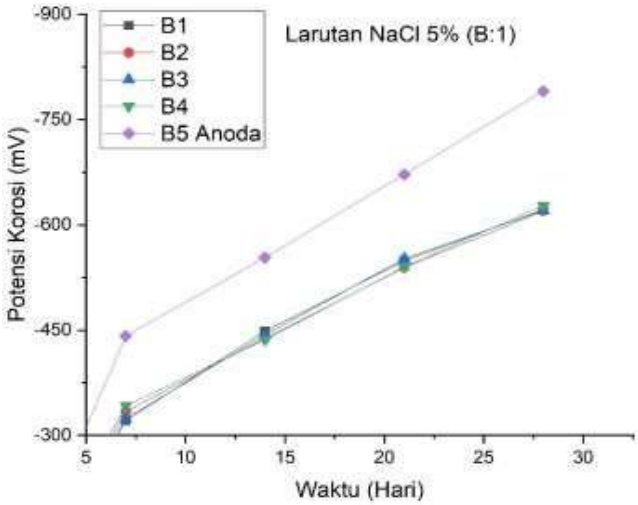
Hasil dan membahas analisa data dari pengukuran laju korosi pada spesimen beton dengan larutan yang di variasikan.

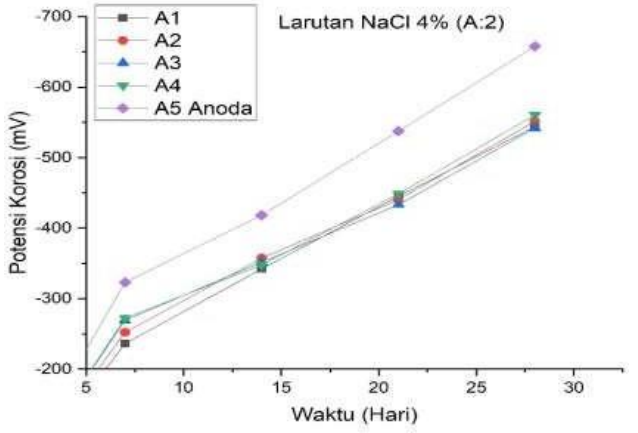
Tabel 1. Pengamatan Hasil Analisa Laju Korosi Dengan Larutan NaCl 4% (A1 dan (A2)

Titik pengukuran (Anoda)		Minggu 0 (mV)	Minggu 1 (mV)	Minggu 2 (mV)	Minggu 3 (mV)	Minggu 4 (mV)
A1	a1	17,5	-230,6	-313,7	-436,3	-542,8
	a2	13,2	-242,7	-349,8	-421,3	-530,7
	a3	17,2	-260,2	-352,4	-417,5	-532,6
	a4	22,7	-265,7	-366,9	-410,5	-540,8
	a5	10,2	-340,3	-430,4	-548,8	-664,7
A2	a1	17,5	-236,2	-342,1	-445,2	-543,9
	a2	13,2	-252,2	-357,4	-440,3	-551,6
	a3	17,2	-269,4	-351,8	-433,2	-541,9
	a4	22,7	-272,5	-347,9	-448,4	-560,4
	a5	12,2	-323,2	-418,1	-537,4	-657,7



(A1)





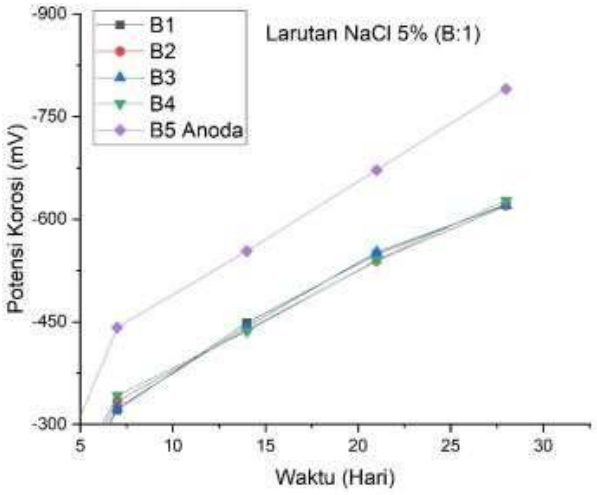
(A2)

Gambar 3. Analisa Laju Korosi Dengan Larutan NaCl 4% (A1) dan (A2)

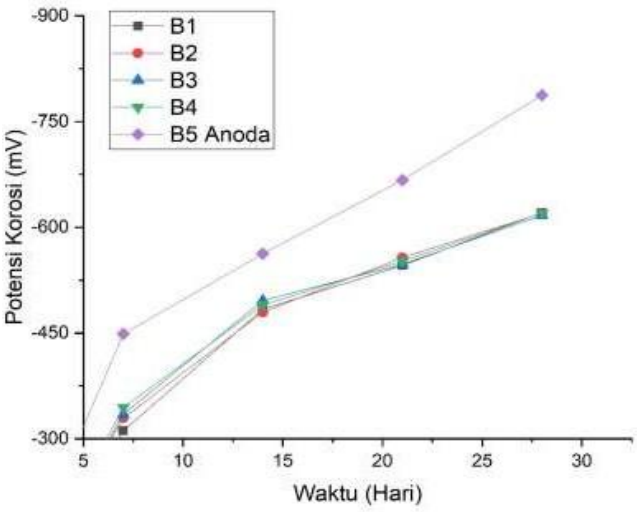
Dari hasil analisa dari kedua spesimen diatas yaitu A1 dan A2 mendapat kan perbandingan yang cukup sama dikarenakan perlakuan yang sama dalam perendaman larutan bahwa laju korosi meningkat dari minggu pertama sampai minggu keempat. namun pada minggu pertama kolom (a1-a4) mengalami peningkatan meskipun nilai laju korosi yang cukup berbeda, dikarenakan reaksi larutan NaCl yang direkayasa menyerupai air laut sehingga laju korosi pada setiap kolom berbeda-beda dikarenakan terkontaminasi larutan NaCl tidak menyeluruh. Tetapi pada kolom (a5 anoda) mengalami kenaikan yang cukup tinggi dikarenakan anoda berperan dengan sangat baik dalam proses laju korosi dikarenakan tujuan anoda Zn sebagai tumbal sehingga BJTP40 terproteksi dari laju korosi yang cukup cepat.

Tabel 2. Pengamatan Hasil Analisa Laju Korosi Dengan Larutan NaCl 5% (B1) dan (B2)

Titik pengukuran (Anoda)		Minggu 0 (mV)	Minggu 1 (mV)	Minggu 2 (mV)	Minggu 3 (mV)	Minggu 4 (mV)
B1	a1	21,6	-321,2	-448,6	-548,7	-621.8
	a2	13,2	-334,1	-438,3	-539,1	-619,7
	a3	17,2	-323,7	-443,1	-551,9	-620,4
	a4	22,7	-342,2	-436,3	-540,2	-627,3
	a5	15,8	-441,7	-553,5	-671,9	-790,3
B2	a1	21,6	-311,4	-483,8	-545,8	-620,8
	a2	13,2	-329,3	-479,6	-557,1	-619,9
	a3	17,2	-334,7	-496,1	-547,5	-617,4
	a4	22,7	-344,3	-489,5	-551,9	-620,2
	a5	14,3	-448,7	-562,7	-667,1	-787,4



(B1)



(B2)

Gambar 4. Analisa Laju Korosi Dengan Larutan NaCl 5% (B1) dan (B2)

Dengan melihat gambar 4 diatas dapat disimpulkan bahwa spesimen B1 dan B2 dengan pengujian media perendaman yang sama dilakukan selama 4 minggu yang dikontrol dengan larutan NaCl 5%. Dimana di setiap minggu nya (b1,b2,b3,b4 dan b5 anoda) mengalami kenaikan laju korosi, tetapi cepat rambat laju korosi yang paling cepat terjadi pada b5 anoda (dikarenakan anoda Zn memiliki nilai nobel yang cukup rendah dibandingkan BJTP40), terjadinya kenaikan laju korosi di setiap titik kolom pengukuran dikarenakan larutan NaCl 5% berjalan dengan normal (konstan). Pada b1 dan b2 juga mengalami kenaikan laju korosi yang cukup signifikan sama seperti pada a3,a4 dan a5 anoda.

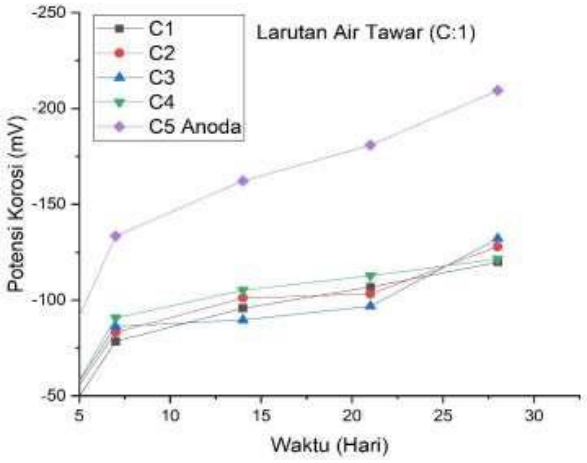
Tabel 3. Pengamatan Hasil Analisa Laju Korosi Dengan Larutan Air Tawar (C1 dan (C2)

Titik pengukuran (Anoda)		Minggu 0 (mV)	Minggu 1 (mV)	Minggu 2 (mV)	Minggu 3 (mV)	Minggu 4 (mV)
C1	a1	21,6	-78,4	-95,7	-106,9	-119,7
	a2	13,2	-83,1	-101,1	-103,2	-127,9
	a3	14,9	-86,2	-89,6	-96,8	-132,1
	a4	22,7	-90,7	-105,1	-112,7	-121,5
	a5	13,8	-133,4	-162,2	-180,9	-209,4
C2	a1	17,5	-79,6	-85,6	-96,9	-125,8
	a2	13,5	-86,9	-91,4	-97,4	-113,8
	a3	9,2	-78,7	-98,1	-109,7	-138,3
	a4	27,3	-95,1	-118,1	-129,6	-132,7
	a5	11,8	-147,3	-166,8	-189,4	-225,6

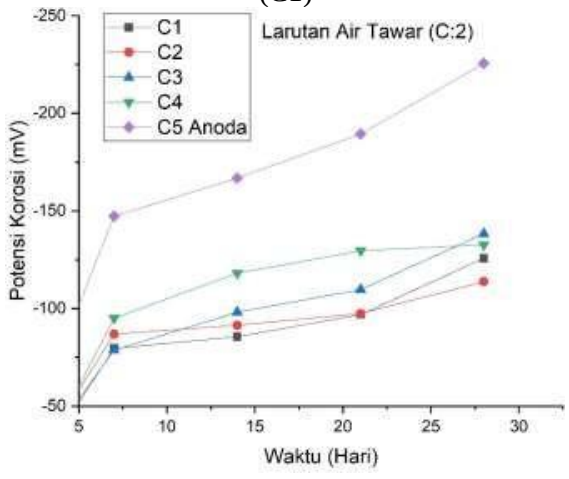
© 2023 ISSN 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra

Dari gambar 5 C1 dan C2 diatas dapat disimpulkan bahwa (c1, c2, c3, c4 dan c5) mengalami kenaikan setiap pengukuran pada per minggu nya, sedangkan pada grafik c4 tidak mengalami penurunan maupun kenaikan laju korosi pada minggu ke 4 nya dikarenakan korosi yang tidak merata, dikarenakan proses pembuatan beton yang kurang padat sehingga terjadi penyusutan air tawar yang terlalu cepat. Dari grafik diatas yang tingkat korosi paling tinggi terpapar korosi andalah (c5 anoda) dikarenakan nobel Zn lebih rendah dibandingkan BJTP40 sehingga anoda lah yang lebih cepat terpapar oleh korosi. Maka dari itu fungsi anoda berjalan dengan cukup baik pada tujuan nya sebagai anoda tumbal pada katoda.

Dari gambar 6 dapat di bandingkan bahwa laju korosi yang menempati posisi teratas adalah B2 & B1, sedangkan laju korosi yang paling lambat terjadi pada C1 & C2 dikarenakan larutan yang berbeda dibandingkan larutan NaCl.

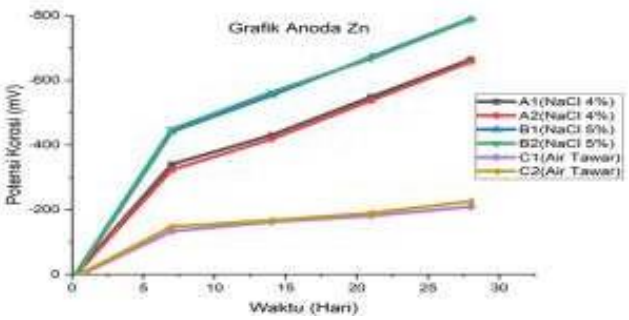


(C1)



(C2)

Gambar 5. Analisa Laju Korosi Dengan Larutan Air Tawar (C1) dan (C2)



Gambar 6. Analisa dari laju korosi seluruh spesimen.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian pengaruh laju korosi dalam larutan NaCl 4%,5% dengan beton yang menggunakan baja BJTP40, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan. Yaitu:

1. Laju korosi pada larutan NaCl 4%,5% dan air tawar mengalami kenaikan laju korosi yang beragam tetapi dampak korosi tidak terlalu parah pada BJTP 40, Tetapi yang paling besar dampak laju korosi terjadi pada kolom anoda Zn saja karena dipengaruhi oleh larutan NaCl yang berbeda.
2. Dampak korosi pada anoda yang paling besar pada pengujian selama 4 minggu terjadi pada larutan NaCl 5% (-790,3 mV). sedangkan pada percobaan dengan larutan NaCl 4% (-664,7 mV). Nilai korosi yang paling kecil terdapat pada larutan air tawar yaitu sebesar (-225,6 mV) dapat dilihat juga tingkat korosi dalam tabel deret galvanis. Hal ini terjadi karna percobaan laju korosi pada beton tulangan dengan larutan masing-masing yang berbeda pada setiap pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

Hamdi, F., Lapian, F. E., Tumpu, M., Mansyur, Irianto, Mabui, D. D. S., Raidyarto, A., Sila, A. A., Pérez, C., Aranceta, J., Serra, L., Carbajal, Á., Rangan, P. R., & Hamkah. (1 C.E.). Teknologi Beton. In Tohar Media (Vol. 1, Issue 1). http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/prejuicios_y_verdades_sobre_grasas.pdf%0Ahttps://www.colesterolfamiliar.org/formacion/guia.pdf%0Ahttps://www.colesterolf

amiliar.org/wp-content/uploads/2015/05/guia.pdf

Indarti, R., Sarungu, Y. T., & Magesang, C. (2018). Karakterisasi Simulator Sistem Proteksi Perpipaan Yang Tertanam Dalam Tanah. Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung, 41–45.

Industri, F. T. (2017). Pengaruh ekstrak daun teh terhadap ketahanan korosi baja karbon di lingkungan asam kuat dan asam lemah.

Leonard, J. (2015). Distribusi Tingkat Karat dan Laju Korosi Baja St 37 dalam Lingkungan Air Laut dan Air Tanah. Jurnal Mekanikal, 6(1), 564–568.

Marlina. (2016). ANALISA KOROSI DENGAN MENGGUNAKAN ANODA Zn, Fe DAN Cu DALAM SISTEM PROTEKSI KATODIK METODE IMPRESSED CURRENT. Jurusan Teknik Sipil, 4, 22–29.

Marpaung, L. M. (n.d.). 1,2,3,4). 44–58.

Mulyono, P. R. (2017). Perancangan Sistem Proteksi Katodik Anoda Tumbal pada Pipa Baja Api 5L Grade B dengan Variasi Jumlah Coating yang Dipasang di Dalam Tanah. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, v, 111.

Pane, F. P., Tanudjaja, H., & R.S. Windah. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. Jurnal Sipil Statik, 3(5), 313–321.

Pathur Rahman, M., & A. Kurniawan, F. (2022). Analisa kekuatan material bahan carbon steel aisi 1018 dan baja tulangan polos sni p40 sebagai angkur pada tower dengan metode uji tarik. Buletin Utama Tekni, 17(3), 291–301.

Pratowo, B., & Fernando, A. (2008). Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching. Jurnal Teknik Mesin, 5(2), 1–30.

Teti Arabia, Ferdeanty, S. (2019). Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2005/2019 Setelah Tsunami Studi Kasus di Pulau Bunta. 4(November),596–602.

Yudi. (2019). Halaman Judul Tesis. 418648.

•TAR

© 2023 ISSN 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra