

## KOMPARASI EFISIENSI MATERIAL BAJA KARBON St 37, BAJA KARBON St 41 DAN BAJA KARBON St 60 TERHADAP LAJU KOROSI DI MEDIA AIR MUARA SUNGAI (PAYAU) DENGAN METODE ELEKTROKIMIA

Yusuf Nur Afandi<sup>1</sup>, Sumarji<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

### ABSTRACT

*Mouth of the river is the meeting place of river water and sea water: water estuaries (brackish water) has a sodium chloride content of between 1% -2.5 whether it's from natural sources around the surrounding river water or a mixture of sea water: many construction or structure that is attached to the mouth of the river environment made of metal materials, especially carbon steel. the use of steel in building structures in estuaries susceptible to corrosion due to environmental water containing chemical elements that are corrosive. Factors affecting corrosion such as temperature, acidity (pH), salinity (NaCl), the levels of chloride (Cl), the levels of sulfate (SO) as well as dissolved oxygen, causing easily corroded carbon steel. This study aims to determine the Comparative Efficiency of Steel St 37, St 41 Steel and Steel st 60 on the rate of corrosion in aqueous media estuaries with tool Potensiostat methods. This research is an experimental laboratory to design the post-test group design. From the results obtained data show the results of corrosion rate measurements made in this study that the greatest rate of corrosion occurring on the steel material St 37 is 29.527 mpy, St 41 steel was 27.548 mpy, and steel St 60 is 24,493 mpy. The results showed that the corrosion rate of steel st 37 has a very large corrosion rate in comparison steel and carbon steel st 41 high st 60. From the observation in micro on the trid specimen three is corrosion that resembles a uniform or evenly corrosion. A form of corrosion that results in a uniform attack on the entire surface of the metal.*

*Keywords: Estuaries, The Rate of Corrosion*

### PENDAHULUAN

Muara sungai adalah tempat bertemunya air sungai dengan air laut. Air muara sungai (payau) mempunyai kandungan sodium klorida antara 1-2,5%, baik dari sumber alami di sekitar air sungai ataupun campuran dari air laut. Banyak konstruksi atau struktur yang terpasang pada lingkungan muara sungai terbuat dari bahan logam terutama baja karbon. Muara sungai banyak dimanfaatkan untuk beberapa bangunan di pelabuhan sampai bangunan hilir seperti jembatan dan bendungan yang memiliki peranan penting seperti dalam bidang transportasi dan sistem irigasi. Penggunaan baja tahan karat juga mulai digunakan, karena ketahanan korosi yang lebih tinggi walaupun dengan biaya yang lebih mahal karena dapat mengurangi kemungkinan serangan korosi [1].

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap korosi di lingkungan muara sungai diantaranya adalah kadar garam, kandungan oksigen, temperatur, dan intensitas pencemaran. Penggunaan baja pada struktur bangunan di muara sungai mudah mengalami korosi karena lingkungan air yang mengandung unsur kimia yang bersifat korosif. Faktor faktor yang mempengaruhi korosi Seperti faktor temperatur,

keasaman (pH), kadar garam (NaCl), kadar klorida (Cl), kadar sulfat (SO) dan juga oksigen terlarut sehingga menyebabkan baja karbon mudah terkorosi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan laju korosi pada baja rendah dan baja karbon medium di lingkungan muara sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa pengaruh polutan pada air muara sungai terhadap perilaku korosi baja rendah dan baja karbon medium serta menganalisa karakteristik di sekitar muara sungai. Untuk kedepannya, dapat memberikan gambaran tentang pengaruh air muara sungai terhadap karakteristik dan laju korosi pada baja sehingga apabila dilakukan pembangunan konstruksi yang menggunakan baja khususnya baja karbon rendah dan karbon medium dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan untuk mengetahui umur pakai material tersebut dan juga sebagai salah satu bahan pertimbangan untuk mengurangi terjadinya korosi di lingkungan muara sungai.

Dari penelitian sebelumnya pada pengujian potensiostat di dapat laju korosi tertinggi di dalam air muara sungai (payau) yaitu pada waktu sore hari dimana baja AISI 1045 sebesar 10,361 mpy. Korosi yang terbentuk pada AISI 1045 adalah korosi merata.

Pada pengujian XRD, produk korosi yang terbentuk pada AISI 1045 adalah baja karbon [2]. Dan dari penelitian sebelumnya oleh (Sulistyoweni W 2002 ) hasil uji immersi di dalam air rawa menunjukkan bahwa unsur khlorida memberikan pengaruh yang paling besar dalam proses korosi St 37 maupun St 60 dan dengan di ikuti dengan unsur sulfat dan nitrat. Besarnya laju korosi St 37 adalah 24.29 mpy sedangkan St 60 adalah 22.76 mpy. Untuk tulangan beton St 37 yang di gerakkan naik turun, besarnya laju korosi adalah 37.59 mpy, dimana unsur khlorida paling besar pengaruhnya dalam proses korosi, dan di ikuti dengan sulfat dan nitrat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Komparasi Efisiensi Baja St 37, Baja St 41 dan Baja St 60 terhadap laju korosi dalam media air muara sungai dengan metode Elektrokimia. Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan *the post test group design*.

Manfaat dari penelitian ini adalah Memberikan solusi dalam menentukan pemilihan material material baja karbon St 37, baja karbon St 41, dan baja karbon St 60 yang cocok di lingkungan muara sungai (air payau), Mengetahui laju korosi dan arus yang terjadi pada material baja karbon St 37, baja karbon St 41 dan baja karbon St 60 di lingkungan muara sungai (air payau), Mengetahui perbandingan kinerja pada baja karbon St 37, baja karbon St 41 dan baja karbon St 60 di dalam lingkungan muara sungai (air payau) dan Mengetahui jenis korosi yang terjadi.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian ini merupakan penelitian Eksperimental Laboratoris dengan menggunakan rancangan penelitian *the post test only group design*, yaitu pengujian skala laboratorium dan juga dilakukan pengujian dengan mencelupkan sampel bahan kedalam muara sungai pantai Wotgalih Lumajang. Pada pengujian laboratorium, pengujian yang dilakukan adalah potensiostat dengan metode tafel untuk mengetahui pengaruh kandungan air muara sungai. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

- Tabung uji
- Potensiostat / alat laju korosi Versastat 4
- Mesin penghalus permukaan
- Gergaji
- Solder
- Mikroskop metalurgi

Tabel 1. komposisi bahan baja karbon

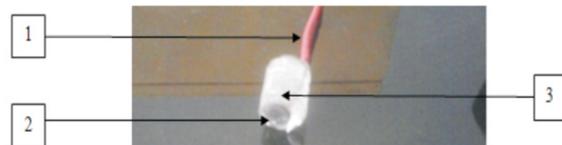
Type spesimen	C	Si	Mn	P	S
St 37	0,08	0,190	0,601	0,0129	0,0095
St 41	0,103	0,218	0,49	0,006	0,006
St 60	0,439	0,305	0,752	0,198	0,0106

**Prosedur Penelitian**

Sebelum penelitian dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan persiapan menyusun perlengkapan penelitian maupun bahan – bahan.yaitu diantaranya:

1. Alat-alat yang harus dicek diantaranya:
  - Kondisi potensiostat
  - Solder
  - Gergaji
  - Tabung uji
  - Mesin penghalus permukaan
2. Bahan yang harus disediakan:
  - Material St 37 dengan dimensi 10x5x5 (mm)
  - Material St 41 dengan dimensi 10x5x5 (mm)
  - Material St 60 dengan dimensi 10x5x5 (mm)
  - Kabel dengan inti tunggal dari tembaga
  - Resin dan *hardener*, digunakan untuk membungkus material yang akan di uji
  - Air muara sungai (payau) yang di ambil dari wilayah Puger Jember dan panat Wotgalih Lumajang

Susunan spesimen dibagi dalam 1 bak plastik (bak air pyau), masing-masing spesimen dijepit dengan kayu dan ditempatkan di atas mulut bak air laut dengan bagian yang tercelup 12 cm, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan spesimen

Keterangan :

1. Kabel tembaga inti tunggal
2. Material yang akan di uji
3. Resin dan hardener

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil pengujian Air muara sungai**

Tabel 2. Nilai pH Air muara sungai

Lokasi	Sampel	pH air muara sungai
Puger	1	6,7
Puger	2	6,9
Wotgalih	1	7,6
Wotgalih	2	7,9

Dari hasil pengujian ke-4 air muara sungai tersebut yang paling mendekati pada umumnya adalah pada sampel 1 Wotgalih yaitu dengan pH air muara sungai 7,6.

### Hasil Pengujian Potensiostat

Dari hasil pengujian potensiostat digunakan untuk mengetahui laju korosi pada baja. Dengan memperhatikan bentuk garis-garis reaksi katoda pada gambar, dapat di ketahui bahwa reaksi katoda yang terjadi mengalami pergeseran baik ke kanan dan ke kiri. Pergeseran kekanan, laju korosi akan semakin meningkat dan sebaliknya, semakin ke kiri laju korosi akan semakin kecil. Hasil penelitian tentang laju korosi pada material baja St 37, baja St 41, dan baja St 60 dapat dilihat pada tabel berikut:

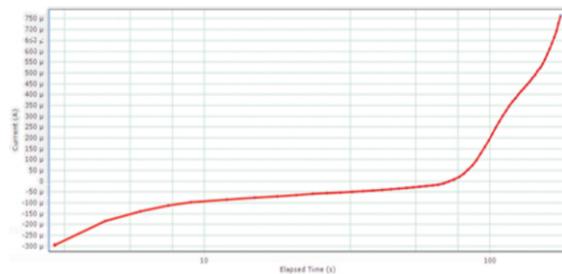
Tabel 3. Hasil data penelitian arus dan laju korosi

No	Kode spesimen	I <sub>corr</sub> (μA)	Laju korosi (mpy)
1	A	-64,254	29,527
2	B	-59,948	27,548
3	C	-53,299	24,493

Keterangan A = Baja St 37  
 B = Baja St 41  
 C = Baja St 60

### Hasil Analisa Data (Pembahasan)

Arus berbanding lurus dengan laju korosi, semakin besar arus yang terjadi semakin besar pula laju korosi kita dapat melihat dari arus yang terjadi. Untuk mempermudah menganalisa data kita membuat grafik hubungan antara waktu dan arus seperti Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

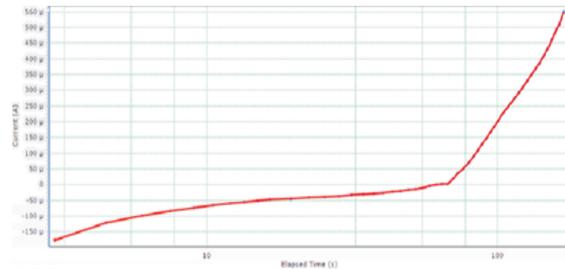


Gambar 2. Grafik hubungan arus dengan waktu pada material Baja St 37.

Pada pengukuran ke 3 detik samapai 72 detik menunjukkan peningkatan yang tidak signifikan mulai -228.25 hingga 4.914 yang di tunjukkan pada gambar 2. karena material memiliki sifat korosi dan laju korosinya begitu cepat, dan setelah waktu pengukuran ke 72 sampai 183 detik terjadi peningkatan arus yang lebih cepat dari sebelumnya, hal itu terjadi karena laju korosi baja St 37 dalam larutan korosif Asam klorida dan Natrium Klorida pada unsur air muara sungai [3].

Berdasarkan data hasil percobaan besar laju korosi sampel baja St 37 berada pada rentang 29,527 mpy. Menurut Fontana [3] menyatakan bahwa standar pembandingan ketahanan laju korosi (dalam mpy) adalah ketahanan korosi untuk baja dari bahan dasar besi –

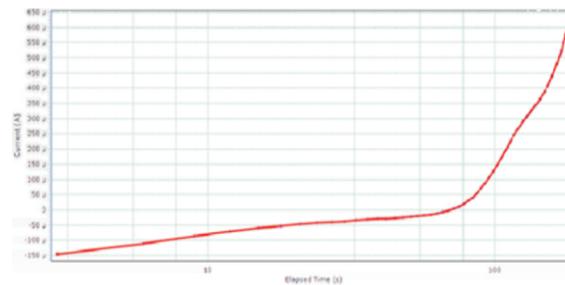
nikel dikatakan baik apabila laju krosinya berada pada rentang 1 – 20 mpy, sedangkan ketahanan korosi dikatakan buruk apabila laju korosinya berada pada rentang lebih dari 50 mpy. Hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa sampel baja St 37 relatif kurang tahan terhadap serangan korosi dalam lingkungan asam.



Gambar 3. Grafik hubungan antara arus dan waktu pada material Baja St 41

Pada waktu pengukuran ke 3 detik sampai 63 detik menunjukkan peningkatan yang signifikan mulai -244.506 hingga 2.789 yang di tunjukkan pada gambar 3. karena material memiliki sifat korosif dan diketahui laju korosi menjadi begitu stabil mulai dari detik ke 63 samapai detik 183 tetapi disini tidak di ketahui sampai mana pucak atau laju krosi maksimum pada material tersebut karena pada grafik menunjukkan peningkatan terus.

Baja karbon secara alami memiliki keterbatasan terhadap kandungan paduannya, biasanya dibawah 2% dari total penambahan. Namun penambahan tersebut secara umum tidak menghasilkan perubahan terhadap ketahanan korosi. Terkecuali weathering steel, dengan penambahan sedikit tembaga, krom, nikel, dan phosphorus dapat mereduksi laju korosi pada lingkungan tertentu [4].



Gambar 4. Grafik hubungan arus dengan waktu pada material baja St 60.

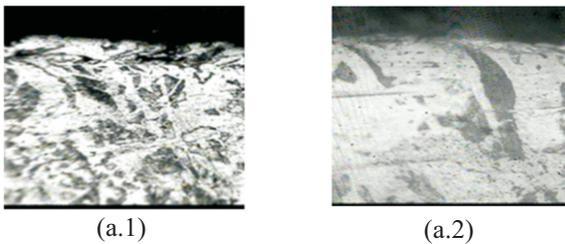
Pada waktu pengukuran ke 3 detik sampai 72 detik menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan mulai -145.624 hingga 4.199 yang di tunjukkan pada gambar 4. karena material memiliki sifat korosif dan diketahui laju korosi menjadi begitu stabil mulai dari detik ke 72 samapai detik 183 tetapi disini tidak di ketahui sampai mana pucak atau laju krosi maksimum pada material tersebut karena pada grafik menunjukkan peningkatan terus .

### Hasil Struktur mikro dan makro pada St 37, St 41, dan St 60

Untuk mengetahui laju korosi yang terjadi perlu di lakukan pengujian material secara mikroskopik atau penampakan morfologi sesuai ASM, korosi yang terbentuk pada baja St 37, St 41, St 60 dilakukan pengujian untuk mengetahui perbedaan bentuk permukaan yang terkorosi akibat pengaruh di lingkungan muara sungai. Maka dari itu dilakukan pengamatan secara makro dan uji struktur mikro pada baja karbon tersebut untuk mengetahui terjadinya perubahan dan korosi apa yg terjadi.



Gambar 5. Foto makro baja karbon St 37



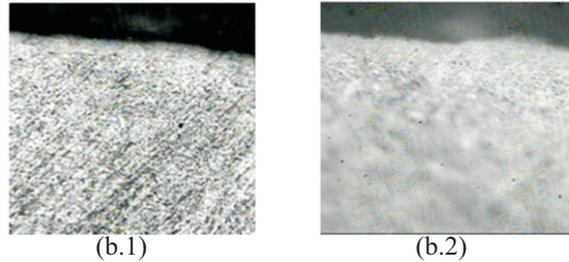
Gambar 6. Struktur mikro baja St 37 ; (a.1) dengan perbesaran 100x (a.2) dengan perbesaran 400x dengan etsa HN, dan etanol 97%.

Hasil pengamatan secara makro pada gambar 5. Baja karbon St 37 terdapat korosi. Specimen menjadi kasar dan kotor, terdapat hasil korosi yang berwarna kuning, dan terdapat juga korosi merata. Hasil pengamatan secara mikro pada gambar 6. baja karbon terdapat korosi yang menyerupai korosi umum seragam atau merata. Suatu bentuk korosi yang menghasilkan serangan seragam pada seluruh permukaan logam. Sering kali dikaitkan dengan korosi di lingkungan atmosfer dan oksidasi pada suhu tinggi atau serangan sulfidasi.

Korosi jenis ini sulit di prediksi sehingga tingkat kerusakan yang terjadi sulit di tentukan. Korosi ini sulit diketahui awal terjadinya, karena berlangsung dalam waktu yang relatif singkat.



Gambar 7. Foto makro baja karbon St 41



Gambar 8. Struktur mikro baja St 41; (b.1) dengan perbesaran 100x (b.2) dengan perbesaran 400x dengan etsa HN, dan etanol 97%.

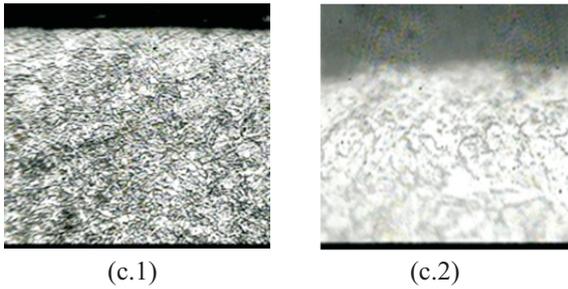
Hasil pengamatan secara mikro pada gambar 8. baja karbon terdapat korosi merata, untuk daerah diatas permukaan media terlihat logam baja karbon yaitu terjadi korosi merata.

Korosi merata adalah korosi yang terjadi secara serentak di seluruh permukaan logam, oleh karena itu pada logam yang mengalami korosi merata terjadi karena proses anodik dan katodik yang berlangsung pada permukaan logam terdistribusi secara merata. Ini terjadi karena adanya pengaruh dari lingkungan sehingga kontak yang berlangsung mengakibatkan seluruh permukaan logam terkorosi. Korosi seperti ini umumnya dapat kita temukan pada baja di atmosfer dan pada logam atau paduan yang aktif terkorosi, potensial korosinya berada pada daerah kestabilan ionnya dalam potensial p-H.

Korosi merata adalah korosi yang terjadi secara serentak diseluruh permukaan logam, oleh karena itu pada logam yang mengalami korosi merata akan terjadi pengurangan dimensi yang relatif besar persatuan waktu. Jenis korosi ini dapat diketahui dengan baik karena tampilannya seragamnya yang menyeluruh dan seragam di semua permukaan logam. Korosi ini terjadi jika lingkungan korosif mempunyai akses yang sama keseluruhan bagian dari permukaan logam dan secara termodinamika logamnya harus mempunyai komposisi kimia yang sama [6].



Gambar 9. Foto makro baja karbon St 60



Gambar 10. Struktur mikro baja St 60 ; (c.1) dengan perbesaran 100x (c.2) dengan perbesaran 400x dengan etsa HN , dan etanol 97%

Pada gambar 10 foto makro terdapat korosi uniform, jenis korosi menyeluruh, seluruh permukaan logam yang terekspos dengan lingkungan, terkorosi secara merata. Jenis korosi ini mengakibatkan rusaknya konstruksi secara total [5]. Untuk hasil foto mikro perbesaran 400x disana bisa kita lihat korosi yang terjadi, korosi sangat tipis dan merata. Hasil pengamatan secara mikro pada gambar 4.13 baja karbon terdapat korosi merata, untuk daerah diatas permukaan media air muara sungai terlihat pada baja karbon mengalami korosi merata yang terjadi pada seluruh permukaan logam.

Ciri khusus dari proses korosi adalah berlangsungnya reaksi redoks pada tempat yang terpisah di logam. Proses korosi logam berlangsung secara elektrokimia yang terjadi secara simultan pada daerah anoda dan katoda yang membentuk rangkaian arus listrik tertutup. Korosi terjadi ketika electron dari atom-atom pada permukaan logam dipindahkan ke bagian lain yang bertindak sebagai katoda sehingga terjadi depolarisasi. Depolarisator yang umumnya adalah oksigen, asam dan kation yang kurang aktif [7].

## KESIMPULAN

Dari analisa terhadap hasil pengujian laju korosi yang telah dilakukan terhadap sampel baja karbon St 37, baja karbon St 41 dan baja karbon St 60 pada lingkungan air muara sungai diperoleh kesimpulan :

1. Dari hasil analisa laju korosi rata-rata material baja karbon St 37 adalah 29,527 mpy, baja karbon St 41 adalah 27,548 mpy dan baja karbon St 60 adalah 24,493 mpy.
2. Material baja karbon St 60 lebih efisien dibandingkan dengan baja karbon St 37 dengan laju korosinya 29,527 mpy dan baja karbon St 41 dengan laju korosinya 27,548 mpy, dikarenakan laju korosi baja karbon St 60 lebih lambat yaitu 24,493 mpy.
3. Korosi yang terjadi setelah perendaman di media air payau adalah korosi uniform atau merata.

## SARAN

1. Sebaiknya material baja yang di gunakan berbentuk plat agar mudah untuk mengambil foto mikro.
2. Sebaiknyapenelitian selanjutnya melakukan *mappingarea* untuk mengetahui dengan pasti untuk material yang akan di uji hasilnya lebih akurat
3. Perhatikan pengambilan sampel air muara sungai supaya lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurniawan, Muhammad N M, 2012, *Pengaruh Polutan Terhadap Karakteristik dan Laju Korosi pada Baja AISI 1045 dan Stainless steel 304 di Lingkungan Muara Sungai*. Jurnal Staf Pengajar Teknik Material dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [2] Anggono, Juliana. Citro, Soejono. dan Palapessy, Victor Rizal, 2000, *Studi Perbandingan Kinerja Anoda Korban Paduan Aluminium dengan Padua Seng dalam Lingkungan Air Laut*, Jurnal TeknikMesin,Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Surabaya, Volume 2 Nomor 1, halaman 89 – 99.
- [3] Fontana, Mars G, 1986, *Corrosion Engineering*, 3th Edition, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- [4] Prameswari, 2008, *Studi Efektifitas Lapis*. Fakultas Teknik,Jurnal Materi Universitas Indonesia.
- [5] Rustandi, Andi, Johny. W. Soedarsono, 2008, *Correlation Efficiency of Sacrificial Anode Al-Zn-In Toward Movement of Polarization Curve Using Potensiodynamic Mothod*, In *NACE International, Corrosion 2005, Paper No. 05077*, Texas, USA.
- [6] Ahmad, Zaki, 2006, *Principle of Corrosion Enginering And Corrosion Control*, Elsevier Sciense & Technologi books.
- [7] Cramer, Stephen D, and Bernard S. Covino, Jr 2003, *Asm Hand book Volume 13b Corrosion; Environments And Industries*,, United States of American.