

PENGARUH WAKTU KONTAK AIR LINDI DAN UDARA TERHADAP LAJU KOROSI BAJA ST-41 DAN ST-60

M. Irfan Riyadi¹⁾, Rudi Siswanto²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Akhmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

E-mail: irfanriyadi13@gmail.com

Abstract

The use of metals in the environment is especially important in environments such as rubbish in heavy equipment or trucks, especially those of the tailgate is a tool to bring a variety of organic waste and inorganic bring the matter dissolved through a liquid called leachate and make contact or direct contact with the steel so that corrosion occurs due to leachate or wastewater flow contains many corrosive compounds that make part tailgate become quickly corroded. This study aims to determine the bias steel resist corrosion rate. The steel used is steel ST-41 and ST-60 is a low carbon steel and medium carbon steel. The methods used in research in the methods of losing weight and observe the types of corrosion that occurs by means of immersion with ASTM G31-72 which vary contact time for 3 weeks. Based on research conducted showed the corrosion rate of the fastest occur in steel ST-60 with a contact time of 1 week soaked the leachate and 2 weeks in contact with the air due to differences in the composition of the steel ST-60 and steel ST-41 which has a chromium content so high that steel ST-41 is superior in resisting corrosion rate while the type of corrosion that occurs is evenly corrosion and atmospheric corrosion.

Keywords: Leachate, Corrosion Rate, Type Corrosion, Steel ST-41, Steel ST-60

PENDAHULUAN

Korosi merupakan kerusakan logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan bermacam-macam zat di lingkungannya yang menimbulkan suatu reaksi yang tidak diinginkan. Korosi atau karat sangat sering dijumpai di lingkungan-lingkungan sekitar dikarenakan penggunaan baja yang sangat banyak di lingkungan masyarakat, biasanya lingkungan yang kotor maupun basah tak terkecuali ialah TPA atau tempat pembuangan akhir sampah. Lingkungan TPA banyak zat-zat yang terkontaminasi dengan alat-alat pemroses sampah yang hampir setiap hari berkerja penulis ingin mengetahui apakah waktu kontak terhadap air lindi dan udara yang pengaplikasiannya pada alat berat yang terus berkerja dan alat berat yang bergantian yang lebih cepat terjadinya korosif dengan membandingkan antara baja ST-41 dan baja ST-60 yang merupakan material-material yang sering digunakan untuk pembuat alat-alat berat maupun truk.

Setiap TPA mempunyai ciri-ciri lindi yang berbeda-beda tergantung proses yang terjadi di dalam tempat pembuangannya, yang meliputi proses fisika, kimia dan biologis. Hal ini sangat berpengaruh terhadap mesin-mesin ataupun peralatan-peralatan pemroses sampah yang ada di TPA seperti: Truk sampah, mesin pengeruk dan lain-lain. Yang bagian-bagiannya dari peralatan tersebut terdapat baja ST-41 dan baja ST-60. Baja ST-41 dan baja ST-60 banyak digunakan untuk

pembuatan kerangka bak truk maupun poros mesin karena mempunyai kekuatan yang bagus dan mempunyai sifat mampu las, kepekaan retak dan mudah dibentuk atau lunak. Material-material ini umumnya terjadi korosi akibat sebagian besar pengaruh dari air yang tercemar, material yang berada di luar akan cepat rusak karena bahan pengoksida yang terdapat di air lindi yang relatif tinggi mempercepat korosi pada baja tersebut. Korosi merupakan proses ilmiah yang terjadi karena logam berusaha kembali ke bentuk asalnya di alam. Jadi, proses korosi tidak dapat dihindari. Penggunaan material logam dengan ketahanan korosi lebih baik merupakan salah satu pilihan.

Perhitungan laju korosi dengan cara menghitung selisih berat awal dan berat akhir dari penelitian maupun percobaan dalam beberapa waktu dan pula dihitung dengan densitas, konstanta, luas penampang spesimen yang digunakan dan waktu perendaman atau waktu terjadinya korosi. Perhitungan laju korosi dapat dihitung dengan rumus:

$$CR = \frac{W.K}{D.A.T} \quad (1)$$

dimana :

CR adalah laju korosi (mm/y), W adalah berat yang hilang (g), K adalah konstanta $8,76 \times 10^4$, D adalah densitas (g/cm^3), A adalah luas penampang (cm^2), dan T adalah waktu perendaman (jam).

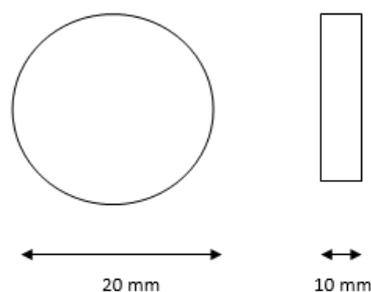
Baja ST-41 merupakan salah satu dari golongan baja karbon rendah yaitu 0,08%-0,20% dimana baja ini memiliki kombinasi yang baik seperti: kekerasan, keuletan, dan ketangguhan yang baik.. Baja ST-41 ini memiliki kekuatan tarik atau *Tensile Strength* yaitu 410-530 Mpa (*Megapascal*) dan memiliki kekerasan yang cukup yaitu disekitar 170-180 HB.

Baja ST-60 merupakan baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C yang mempunyai titik didih 1550°C dan titik lebur 2900°C , biasanya disebut baja keras, dan digunakan untuk jembatan, perkapalan, tangki, dan dalam permesinan. Baja ST-60 ini memiliki kekuatan tarik atau *Tensile Strength* yaitu 600-770 Mpa (*Megapascal*) dan memiliki kekerasan 190-270 HB.

METODE PENELITIAN

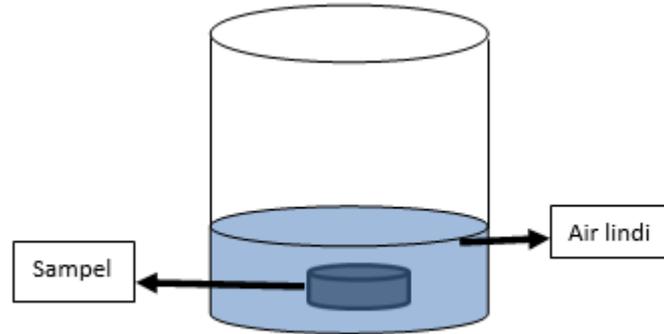
Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, dengan menghitung laju korosi dan pengamatan jenis korosi yang terjadi.

Prosedur pertama pembuatan spesimen dari baja ST-41 dan baja ST-60 dengan ukuran diameter 20 mm. dan lebar 10 mm.



Gambar 1. Ukuran Spesimen

Gambar 1 menunjukkan ukuran spesimen yang digunakan dan dibuat sebanyak masing-masing 12 buah, mempersiapkan air lindi yang di ambil dari tempat pembuangan akhir sampah di TPA Basirih Banjarmasin Kalimantan Selatan, setelah itu dilakukan proses perendaman dengan variasi waktu kontak 1 minggu direndam 2 minggu di kontakkan udara, 2 minggu direndam 1 minggu dikontakkan di udara, 3 minggu direndam dan 3 minggu tanpa direndam.

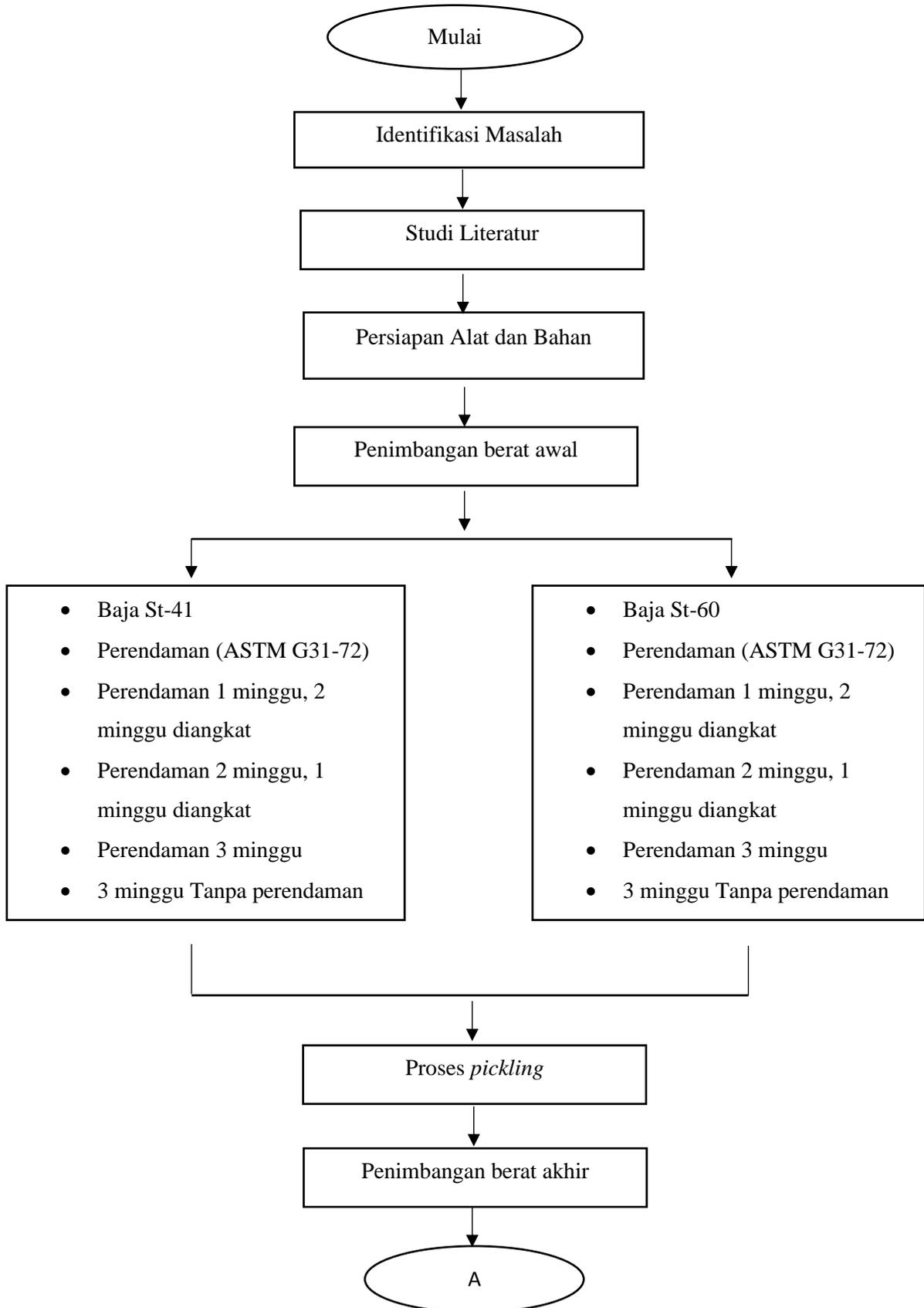


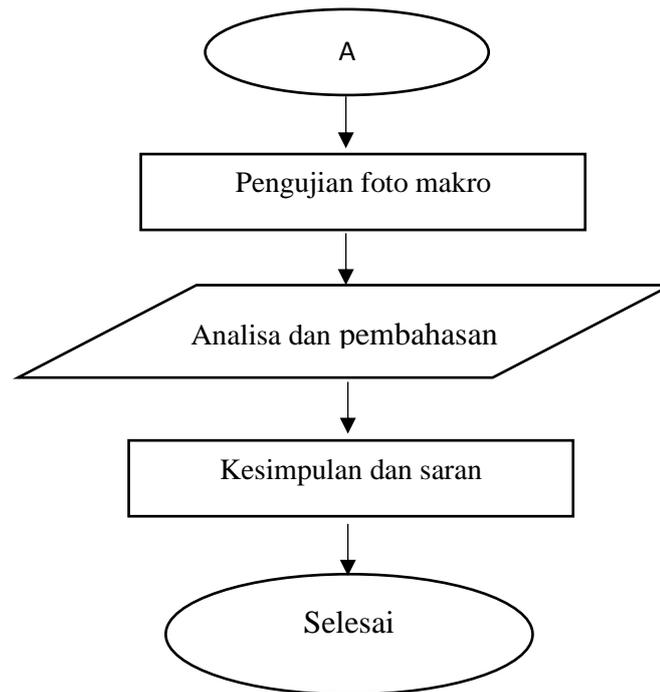
Gambar 2. Skema Pengujian Perendaman

Gambar 2 menunjukkan skema dari perendaman spesimen di dalam gelas plastik. Air lindi yang digunakan sebanyak 500 ml. yang dituangkan kedalam gelas plastik yang ukurannya cukup lebih dari 500 ml. Untuk temperatur air lindi dan temperatur udara dibiakan. Perendaman dilakukan selama 3 minggu, 2 minggu dan 1 minggu. Setelah itu di timbang dan dihitung laju korosi yang terjadi dan diamati jenis korosi yang terjadi. Kemudian spesimen dilakukan pembersihan menggunakan cairan etanol agar sisa-sisa karat pada spesimen menghilang dan dilakukan penimbangan akhir atau selisih dari berat awal spesimen dan berat akhir spesimen agar mengetahui laju korosi yang terjadi pada baja ST-41 dan Baja ST-60 yang terkontaminasi air lindi dan udara selama percobaan 3 minggu.

Diagram Alir Penelitian

Tahapan proses yang dikerjakan pada penelitian ini divisualisasikan dalam diagram alir pada Gambar 3. Sebagai berikut:





Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pertama yaitu parameter air lindi dilakukan untuk mengetahui parameter zat air lindi yang di ambil dari TPA (Tempat pembuangan akhir) Basirih kota Banjarmasin. Pengujian ini mengukur parameter yang mempengaruhi korosi yang terkandung di dalam air lindi yaitu: pH, Sulfat (SO₄), Khlorida (Cl), dan Oksigen terlarut (DO). Pengujian ini dilakukan pada tanggal 09 Oktober 2019 di Balai Riset Dan Standarisasi Industri (BARISTAND) Banjarbaru dan di dapatkan hasil yang dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji pH, Sulfat (SO₄), Khlorida (Cl), dan Oksigen terlarut (DO) dari air lindi

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil uji P. 5839	Metode uji
1	pH *	-	8,20	IK 7.2 LA-Ph2
2	Sulfat (SO ₄)	mg/L	270,684	Spektrofotometri
3	Klorida (Cl)	mg/L	88,45	Titrimetri
4	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	270,684	Titrimetri cara Winkler

Komposisi dari baja yang digunakan yaitu baja ST-41 dan baja ST-60 dilihat di tabel 2 dan tabel 3

Tabel 2. Komposisi baja ST-41

Unsur	(%)	Unsur	(%)	Unsur	(%)
C	0,084	Cr	0,298	Mo	0,008
Si	0,135	Ti	0,001	Cu	0,004
S	0,0035	Sn	-	Zn	0,000
P	0,007	Al	0,016	Fe	99,158
Mn	0,278	Pb	0,00		
Ni	0,005	Ca	0,008		

Tabel 3. Komposisi baja ST-60

Unsur	(%)	Unsur	(%)	Unsur	(%)
C	0,473	Cr	0,029	Mo	0,002
Si	0,274	Ti	0,005	Cu	0,031
S	0,003	Sn	0,034	Zn	0,001
P	0,001	Al	0,013	Fe	98,40
Mn	0,710	Pb	0,000		
Ni	0,008	Ca	0,001		

Berdasarkan data yang di peroleh dari komposisi material baja ST-41 dan Baja ST-60 mempunyai Komposisi kimia yang ditunjukkan pada tabel 2 dan tabel 3, untuk material baja ST-41 mempunyai kandungan Fe sebesar 99,158%, C sebanyak 0,084 %, Si sebanyak 0,0035%, Cr sebanyak 0,298 dan untuk material baja ST-60 mempunyai kandungan Fe sebesar 98,40%, C sebesar 0,473, Si sebanyak 0,274, Cr sebanyak 0,029,.

Hasil dari perhitungan laju korosi yang terjadi dapat dilihat pada tabel 4 menampilkan hasil dari berat awal spesimen, berat akhir setelah terjadi korosi dan selisih berat atau hasil dari korosi selama 3 minggu pengujian.

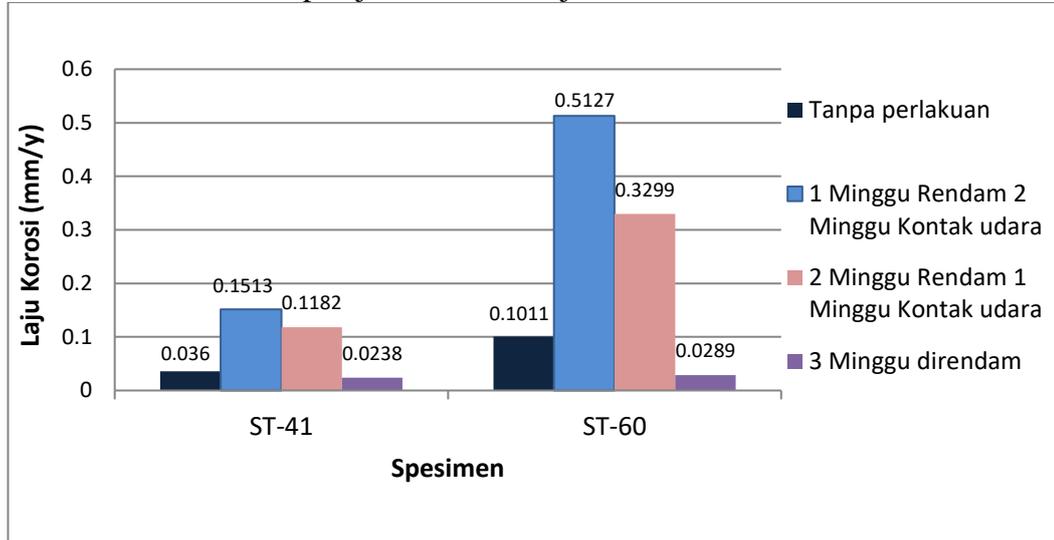
Setelah dilakukan perendaman dengan 3 variasi perendaman yaitu : 1 minggu rendam kemudian didiamkan di udara terbuka selama 2 minggu, 2 minggu rendam kemudian didiamkan di udara terbuka selama 1 minggu, 3 minggu direndam tanpa didiamkan di udara dan tanpa perlakuan atau didiamkan di udara selama 3 minggu. Pengambilan data dilakukan secara bersamaan pada minggu ke-3 dari semua jenis pengujian kemudian sampel di timbang untuk mendapatkan nilai berat yang hilang. Data laju korosi yang dihitung berdasarkan kehilangan berat (*weight loss*) selama pengujian di tunjukan pada tabel 4

Tabel 4. Hasil kehilangan berat (*weight loss*)

Jenis bahan	Perendaman	Kode Sampel	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Selisih berat (g)
St-60	Tanpa Perendaman 3 minggu	A1	28,782	28,731	0,051
		A2	28,986	28,944	0,042
		A3	28,574	28,496	0,078
	1 minggu perendaman, 2 minggu diangkat	B1	29,574	29,268	0,306
		B2	28,381	28,114	0,267
		B3	28,983	28,689	0,294
	2 minggu perendaman, 1 minggu diangkat	C1	28,984	28,792	0,192
		C2	28,572	28,407	0,165
		C3	28,523	28,322	0,201
	3 minggu perendaman	D1	28,037	28,016	0,021
		D2	28,458	28,446	0,012
		D3	29,657	29,641	0,016
St-41	Tanpa Perendaman 3 minggu	E1	29,986	29,963	0,023
		E2	29,266	29,241	0,025
		E3	29,325	29,231	0,013
	1 minggu perendaman, 2 minggu diangkat	F1	29,327	29,223	0,104
		F2	28,654	28,570	0,084
		F3	28,771	28,703	0,068
	2 minggu perendaman, 1 minggu diangkat	G1	28,683	28,589	0,094
		G2	30,176	30,127	0,049
		G3	28,765	28,708	0,057
	3 minggu perendaman	H1	29,354	29,341	0,013
		H2	29,642	29,636	0,006
		H3	28,829	28,811	0,018

Waktu Kontak Air Lindi Dan Udara Terhadap Laju Korosi Pada Baja ST-41 Dan Baja ST-60

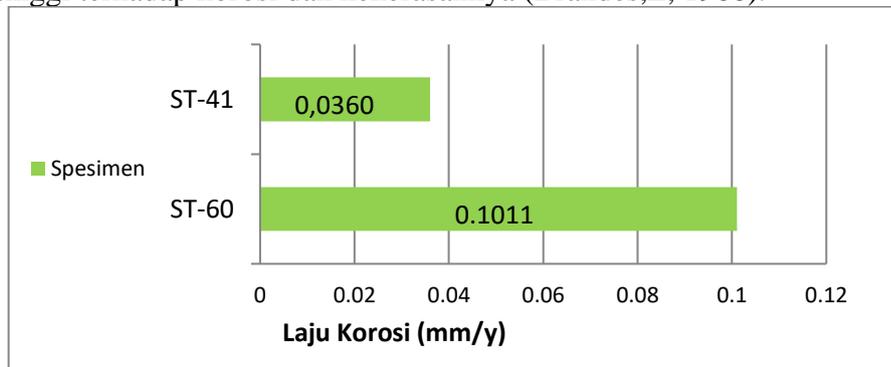
Analisis laju korosi digunakan untuk mengetahui pengaruh waktu kontak air lindi dan udara terhadap baja ST-41 dan baja ST-60.



Gambar 4. Grafik pengaruh waktu kontak air lindi dan udara terhadap baja ST-41 dan baja ST-60

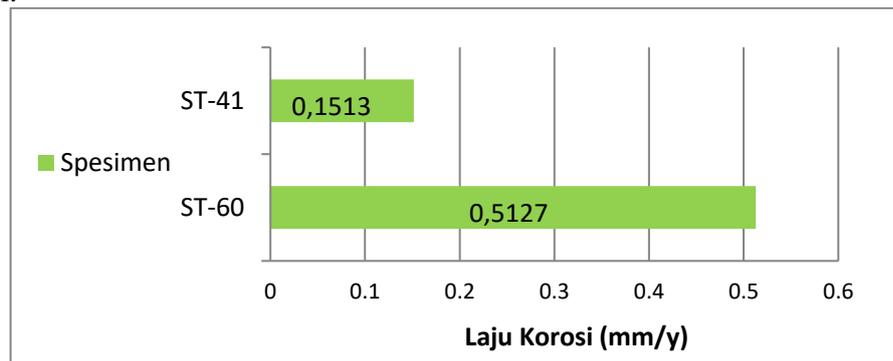
Dari Gambar 4 didapat hasil perhitungan tercepat kehilangan berat spesimen baja ST-41 dan ST-60 di dapatkan variasi 1 minggu direndam dalam air lindi dan 2 minggu di udara mendapatkan hasil yang tertinggi yaitu pada ST-60 0,5127 mm/y. Dan ST-41 0,1513 mm/y. Sedangkan hasil terlambat pada variasi direndam selama 3 minggu tanpa di kontakkan dengan udara yaitu pada ST-41 0,0238 dan ST-60 0,0289.

Dari perbandingan antara baja ST-41 dan baja ST-60, baja ST-41 lebih unggul dibandingkan dengan baja ST-60 dikarenakan komposisi dari masing-masing baja dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3 komposisi dari baja ST-41 memiliki kandungan kromium (Cr) yang lebih besar dari pada kandungan kromium (Cr) dari baja ST-60. Kromium (Cr) bernilai tinggi karena ketahanannya yang tinggi terhadap korosi dan kekerasannya (Brandes,E, 1988).



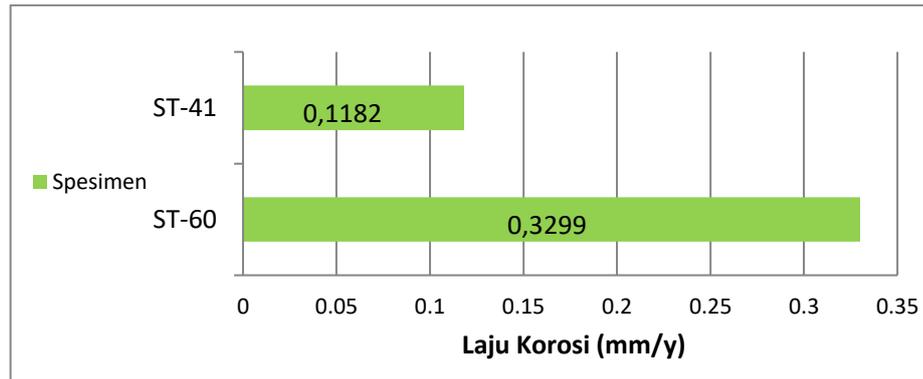
Gambar 5. Pengaruh waktu kontak dengan udara selama 3 minggu pada baja ST-41 dan baja ST-60

Dari Gambar 5 di ketahui korosi tetap terjadi pada baja yang didiamkan di udara dikarenakan diudara terdapat banyak mengandung uap air (lembab) akan mempercepat berlangsungnya proses korosi. Dari grafik di atas pengaruh waktu kontak dengan udara selama 3 minggu dengan pengukuran kelembaban konstan 59% menggunakan alat ukur *Hygrometer* didapatkan hasil baja ST -60 lebih cepat laju korosinya dibandingkan dengan baja ST-41 dikarenakan komposisi baja ST-41 memiliki kandungan kromium (Cr) yang lebih tinggi dari pada kandungan kromium (Cr) pada baja ST-60 yang menurut Mardhani (2013), kromium sangat tahan terhadap korosi karena reaksi dengan udara menghasilkan lapisan Cr_2O_3 yang bersifat tidak berpori sehingga mampu melindungi atau memperlambat laju korosi.



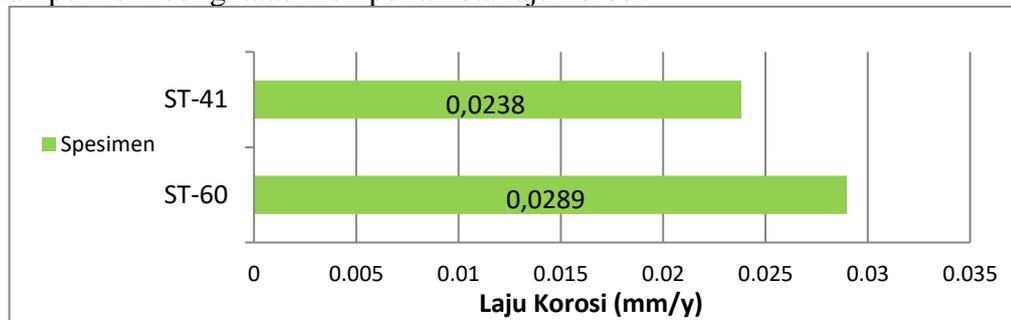
Gambar 6. Pengaruh waktu kontak air lindi selama 1 minggu dan udara selama 2 minggu pada baja ST-41 dan baja ST-60

Dari Gambar 6 disimpulkan hasil perhitungan kehilangan berat spesimen baja ST-41 dan baja ST-60 didapatkan hasil tertinggi di variasi ini dibandingkan dengan variasi waktu kontak yang lain di karenakan larutan air lindi yang mengandung sulfur (SO_4) dan Klorida yang terkontaminasi dengan spesimen di kontakkan dengan udara yang berupa ion H^+ berperan sebagai pereduksi oksigen maka semakin cepat terjadinya korosi (Caniago,2006). Menurut Seoiono Tjitro (2000) pengaruh Klorida dari suatu larutan lebih agresif dari pada sulfat (SO_4) di konsentrasi yang sama dalam satuan mg/L. Dan faktor pH disini dalam hasil penelitian air lindi ditemukan hasil pH dari air lindi yaitu 8,20 yang berarti basa. Menurut Sumarji (2012) pH netral ialah 7, sedangkan $\text{pH} \leq 6,9$ bersifat asam yang korosif, sedangkan untuk $\text{pH} \geq 7,1$ bersifat basa yang juga korosif. Tetapi untuk besi atau baja, laju korosi rendah pada pH antara 7.1 sampai 13. Yang berarti laju korosi kontak dengan air lindi lambat tetapi setelah dikeluarkan dari air lindi terjadi perubahan temperatur dan terjadi kontak dengan udara selama 2 minggu menghasilkan laju korosi yang tinggi. didapatkan hasil baja ST -60 lebih cepat laju korosinya dibandingkan dengan baja ST-41 dikarenakan komposisi baja ST-41 memiliki kandungan kromium (Cr) yang lebih tinggi dari pada kandungan kromium (Cr) pada baja ST-60 yang menurut Mardhani (2013), kromium tahan terhadap korosi karena reaksi dengan udara menghasilkan lapisan Cr_2O_3 yang bersifat tidak berpori sehingga mampu melindungi atau memperlambat laju korosi.



Gambar 7. Pengaruh waktu kontak air lindi selama 2 minggu dan udara selama 1 minggu pada baja ST-41 dan baja ST-60

Dari Gambar 7 menunjukkan pengaruh waktu kontak air lindi yang direndam selama 2 minggu dan dikontakkan udara selama 1 minggu menghasilkan hasil yang lebih lambat laju korosinya dari pada variasi perendaman 1 minggu dan dikontakkan di udara selama 2 minggu di karenakan di dalam kandungan air lindi pHnya yaitu basa yang mana pH basa tidak mempercepat laju korosi dan kandungan dari sulfat (SO_4). Tetapi setelah 2 minggu dikeluarkan dari cairan air lindi dan dikontakkan dengan udara terjadi perubahan temperatur dan terjadi kontak dengan udara selama 2 minggu menghasilkan laju korosi yang tinggi. didapatkan hasil baja ST -60 lebih cepat laju korosinya dibandingkan dengan baja ST-41 dikarenakan komposisi baja ST-41 memiliki kandungan kromium (Cr) yang lebih tinggi dari pada kandungan kromium (Cr) pada baja ST-60 yang menurut Mardhani (2013), kromium sangat tahan terhadap korosi karena reaksi dengan udara menghasilkan lapisan Cr_2O_3 yang bersifat tidak berpori sehingga mampu melindungi atau memperlambat laju korosi.



Gambar 8. Pengaruh waktu kontak air lindi selama 3 minggu tanpa kontak dengan udara pada baja ST-41 dan baja ST-60

Dari Gambar 8 di dapatkan laju korosi yang paling lambat ialah spesimen baja yang direndam dalam air lindi selama 3 minggu tanpa kontak dengan udara luar dikarenakan akibat adanya lapisan pasif di permukaan logam baja karbon yang akan menghambat proses korosi. (Lestari,2015) menyatakan bahwa semakin lama waktu perendaman maka laju korosi juga semakin lambat karena semakin banyak waktu bagi logam untuk memperbaiki lapisan pasif yang kemungkinan telah rusak oleh ion korosif sulfat sehingga dapat menurunkan laju korosinya. Bentuk lapisan pasif yang menghalangi ion korosif masuk kepermukaan baja adalah berupa lapisan oksida besi yang menempel pada

permukaan baja (Thretheway,1991) Inilah diduga sebagai penyebab terjadinya laju korosi dalam air lindi berkurang. Sehingga baja ST-41 maupun baja ST-60 hasil dari perhitungan laju korosinya tidak terlalu jauh perbedaannya.

Waktu Kontak Air Lindi Dan Udara Terhadap Jenis Korosi Baja ST-41 Dan Baja ST-60

Untuk Jenis Korosi yang terjadi pada baja ST-41 dan baja ST-60 dari pengamatan seluruh spesimen bentuk korosi yang terjadi ialah korosi yang hampir menyebar dari seluruh permukaan spesimen uji terdapat sedikit korosi pada baja ST-41 dan baja ST-60 yang di celup atau kontak dengan air lindi selama 3 minggu tanpa kontak udara dan tanpa dikontak dengan air lindi selama 3 minggu adapun spesimen yang dikontakkan dengan air lindi 1 minggu dan udara 2 minggu maupun dikontakkan dengan air lindi 2 minggu dan udara 1 minggu hampir seluruh permukaan dari spesimen terdapat korosi tapi bentuk korosi yang terjadi seluruh spesimen terlihat sama yaitu korosi merata sehingga disimpulkan baja ST-41 dan baja ST-60 yang hanya kontak dengan udara, hanya kontak dengan air lindi dan kontak dengan air lindi dan udara akan menghasilkan korosi. Dilihat dari permukaannya keseluruhan spesimen pada baja ST-41 dan ST-60 mengalami korosi menyeluruh atau korosi *uniform*.

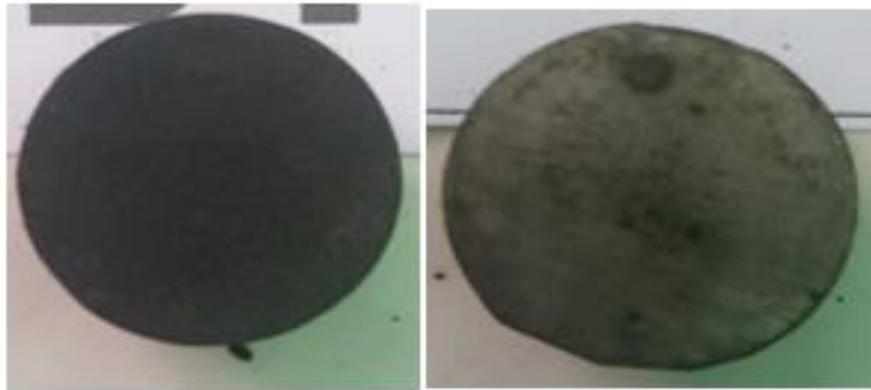


Baja ST-60

Baja ST-41

Gambar 9. Spesimen tanpa perlakuan atau hanya kontak dengan udara selama 3 minggu tanpa kontak dengan air lindi

Dari Gambar 9 dapat dilihat baja ST-60 lebih kelihatan berkarat dari pada baja ST-41 untuk jenis korosi yang terjadi ialah karena spesimen ini hanya kontak dengan udara maka akan terjadi korosi atmosfer. Menurut Graedel (2001) korosi atmosfer adalah reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang bersentuhan dengan lingkungan yang bersifat asam atau basa melalui reaksi elektrokimia. Logam tersebut memiliki ion bagus dan tidak bagus, yang apabila berhubungan dengan udara maka akan membentuk senyawa baru. Hal ini dikarenakan udara mengandung berbagai macam unsur-unsur yang korosif, salah satunya hidrogen maka akan terjadi reaksi dengan logam sebagai oksidator.



Baja ST-60

Baja ST-41

Gambar 12. Spesimen yang direndam di dalam air lindi selama 3 minggu tanpa kontak dengan udara

Dari Gambar 12 terlihat sedikit spot-spot korosi di permukaan sampel di karenakan lapisan yang melapisi permukaan spesimen atau lapisan dari air lindi yang membuat laju korosi menjadi lambat. Hal inilah diduga sebagai penyebab laju korosi dalam air lindi berkurang. Dapat di lihat pada baja ST-60 masih ada lapisan pasif di permukaannya sehingga korosi yang di timbulkan sangat sedikit, tetapi dari pengamatan spot-spot korosi menyebar kekeseluruhan permukaan spesimen jadi dapat dinyatakan variasi waktu kontak dengan air lindi selama 3 minggu direndam tanpa kontak dengan udara terjadi korosi merata atau *uniform corrosion*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian laju korosi didapat pengaruh waktu kontak air lindi dan udara pada baja ST-60 yang direndam 1 minggu dan 2 minggu di udara memiliki sifat korosif paling cepat yaitu $0,512733 \text{ millimeter per year (mm/y)}$. Baja ST-41 memiliki nilai $0,151393 \text{ milimeter per year (mm/y)}$. Laju korosi terendah terjadi pada baja ST-41 yang direndam 3 minggu dalam air lindi tanpa kontak dengan udara dengan nilai $0,023812 \text{ milimeter per year (mm/y)}$.
2. Jenis korosi yang disebabkan waktu kontak air lindi dan udara terhadap baja ST-60 dan ST-41 adalah korosi merata dan untuk jenis korosi yang hanya kontak dengan udara adalah korosi atmosfer.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Jones, Denny, 1995, Principle and Prevention of corrosion. Macmillan Publishing Company, New York.
- Al-Wabel, M. L., Al Yehya, W. I., Al-Farraj, S. E., dan El-Magheaby, 2011, Characteristic of Landfill Leachates and Bio-Solids of Municipal Solid Waste (MSW) in Riyadh City Saudi Arabia, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*, Vol. 10, Hal. 65-70.
- American Society For Testing and Materials.1999, G1 Practice For Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens, ASTM Standards Vol.03.02,ASTM Society.
- ASTM G1. 1994. *Standart Practice of Preparing, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens. ASTM International, Annual Book of ASTM Standart, USA, 1994.*
- Chamberlain J., Trethewey KR.. 1991, KOROSI (Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan), PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Djaprie S ., 1995, *Ilmu dan Teknologi Bahan, ed. 5*, hal. 483-510. Erlangga, Jakarta.
- Desi Mitra Sari., Handani, Sri., dan Yetri, Yuli., 2013, Pengendalian Laju Korosi Baja St-37 Dalam Medium Asam Klorida dan Natrium Klorida Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Teh. *Jurnal Fisika Unand Vol 2, No.3, Padang.*
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fogler, 1992, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 4th edition, Prentice-Hall International, Inc, Amerika.
- Gurum AP. Ayu SA, Dita Rahmayanti, dan Nindy EM, 2015, Perhitungan Laju Korosi di dalam Larutan Air Laut dan Air Garam 3% pada Paku dan Besi ASTM A36.
- Ornelasari. Rizki., 2015. *Analisa Laju Korosi Pada Stainless Steel 304 Menggunakan Metode ASTM G31-72 Pada Media Air Nira Aren*. *Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.*
- Priyanti, Denok, Dwi., Wahyono, Sri, Cahyo., Siregar, Simon Sadok., 2014. *Pendugaan Pencemaran Air Tanah di Tempat Pembuangan Sampah Landasan Ulin timur.*, *Jurnal Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat.*