

KEHILANGAN MASSA LAPISAN TEMBAGA-NIKEL/TEMBAGA-NIKEL-SILIKON PADA LARUTAN HCl

Mass Loss of Copper-Nickel/Copper-Nickel-Silicon Films in HCl Solution

Siska Titik Dwiyati^{1*}, Muhammad Teguh Pangestu¹, Syamsuir²

¹ Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

² Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

* Email Korespondensi : siska.td@gmail.com

Artikel Info - : Diterima : 10-11-2021; Direvisi : 08-12-2021; Disetujui : 19-12-2021

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari variasi waktu elektroplating tembaga-nikel dan tembaga-nikel-silikon terhadap laju korosi dari baja karbon rendah. Elektroplating tembaga-nikel dan tembaga-nikel-silikon dilakukan selama 10, 20 dan 30 menit. Kemudian dilakukan uji korosi dengan metode penurunan berat selama 60 menit, namun tiap 15 menit sampel di timbang untuk melihat massa yang hilang. Laju korosi spesimen pelapisan tembaga-nikel pada baja karbon rendah dalam larutan korosif HCl 3,5% pada waktu pelapisan selama 30 menit memiliki ketahanan paling tinggi dibandingkan dengan variasi waktu spesimen tembaga-nikel lainnya, yaitu kehilangan massa menit ke 15 sebesar 0,0022 gram, kehilangan massa 15 menit kedua (30 menit) 0,0014 gram, kehilangan massa 15 menit ketiga (45 menit) 0,0014 gram, dan kehilangan massa 15 menit keempat (60 menit) adalah 0,0021 gram. Laju korosi spesimen pelapisan tembaga-nikel-silikon pada baja karbon rendah dalam larutan korosif HCl 3,5% pada waktu pelapisan selama 20 menit memiliki ketahanan paling tinggi dibandingkan variasi waktu lainnya, yaitu kehilangan massa pada 15 menit pertama 0,0021 gram, kehilangan massa 15 menit kedua (30 menit) 0,0008 gram, kehilangan massa 15 menit ketiga (45 menit) 0,0013 gram, dan kehilangan massa 15 menit keempat (60 menit) adalah 0,0015 gram.

Kata Kunci: Elektroplating, Tembaga, Nikel, Silikon, Laju Korosi

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of variations in the electroplating time of copper-nickel and copper-nickel-silicon on the corrosion rate of low carbon steel. Copper-nickel and copper-nickel-silicon electroplating were carried out for 10, 20, and 30 minutes. Then the corrosion test was carried out using the weight reduction method for 60 minutes, but every 15 minutes the sample was weighed to see the mass lost. The corrosion rate of copper-nickel plating specimens on low carbon steel in a 3.5% HCl corrosive solution at a plating time of 30 minutes has the highest resistance compared to other time variations of copper-nickel specimens, namely the 15th-minute mass loss of 0.0022 grams. , the mass loss of the second 15 minutes (30 minutes) was 0.0014 grams, the mass loss of the third 15 minutes (45 minutes) was 0.0014 grams, and the mass loss of the fourth 15 minutes (60 minutes) was 0.0021 grams. The corrosion rate of copper-nickel-silicon plating specimens on low carbon steel in a 3.5% HCl corrosive solution at a plating time of 20 minutes has the highest resistance compared to other time variations, namely mass loss in the first 15 minutes of 0.0021 grams, mass loss The second 15 minutes (30 minutes) was 0.0008 grams, the mass loss in the third 15 minutes (45 minutes) was 0.0013 grams, and the mass loss for the fourth 15 minutes (60 minutes) was 0.0015 grams.

Key Words: Electroplating, Copper, Nickel, Silicon, Corrosion Rate

1. Pendahuluan

Baja karbon atau *carbon steel* adalah salah satu jenis logam yang banyak digunakan dalam dunia manufaktur sehubungan dengan penanganan asam, basa atau garam. Akan tetapi baja karbon memiliki keterbatasan yaitu tidak tahan terhadap serangan korosi [1-4]. Asam klorida (HCl) adalah salah satu jenis asam yang sangat agresif dan korosif. Logam nikel biasanya digunakan pada bagian yang terpapar lingkungan korosif, karena tahan serangan korosif. Akan tetapi material nikel ini masih merupakan material yang langka dan mahal.

Pada sektor manufaktur, harga material merupakan faktor yang wajib dipertimbangkan dalam pemilihan material untuk menekan biaya produksi. Maka dari itu perlu dilakukan modifikasi untuk meningkatkan kinerja dari baja karbon. Peningkatan ini dimaksudkan untuk memperbaiki kinerjanya agar lebih tahan dari serangan korosi. Perbaikan kinerja ini dapat dilakukan dengan memberikan lapisan pelindung menggunakan logam tertentu yang memiliki ketahanan tinggi terhadap serangan korosi. Dengan perlakuan ini maka biaya yang dikeluarkan tidak terlalu tinggi [5].

Seperti kita ketahui bahwa pelapisan logam itu dapat dilakukan dengan beberapa teknik yaitu dengan cara peleburan, penyemprotan, pengendapan, vakum, *rich coating*, dan elektroplating. Namun, dalam dunia industri metode elektroplating adalah metode yang sering digunakan. Definisi dari elektroplating adalah proses transfer ion dari anoda ke katoda. Selama proses transfer, terjadi reaksi kimia pada elektroda. Proses ini membutuhkan sumber arus searah dan tegangan konstan. Logam yang digunakan pada proses pelapisan adalah tembaga (Cu), krom (Cr), nikel (Ni), dan lain-lain [6].

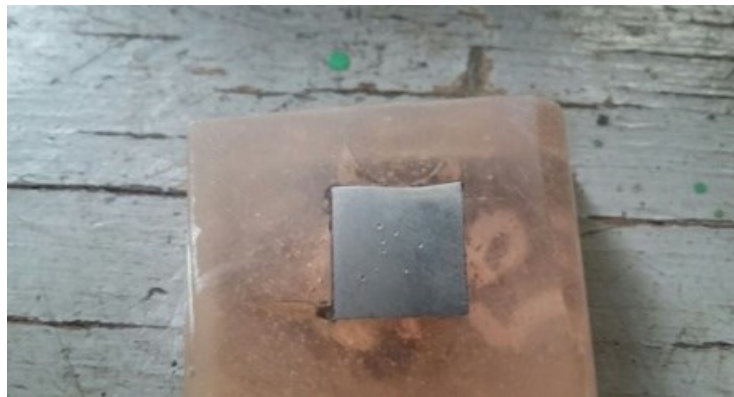
Cu dan Ni merupakan logam yang digunakan sebagai pelapis pada industri pelapisan logam. Ni berwarna putih keperakan dan memiliki karakteristik tahan terhadap korosi. Cu memiliki sifat ulet dan lunak kemudian tidak mudah teroksidasi oleh udara. Cu baik digunakan sebagai lapisan dasar sebelum pelapisan berikutnya [7]. Silikon merupakan mineral alami yang dimurnikan dan diolah menjadi salah satu bentuk butiran atau manik-manik. Sebagai pengering, ia memiliki ukuran pori rata-rata 2,4 nanometer dan memiliki afinitas yang kuat untuk molekul air [8]. Dengan penambahan silikon pada *coating* terbukti dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi [9]. Produk-produk industri seperti peralatan rumah tangga yang terbuat dari baja, kuningan dan aluminium membutuhkan pelapisan logam. Produk peralatan dapur, kursi, meja dan sendok dilapisi dengan Ni dan Cr [10].

Proses elektroplating atau pelapisan dengan listrik biasanya dilakukan secara bertahap. Apabila elektroplating menggunakan dua anode biasanya dilakukan pelapisan awal atau dasar dan dilanjutkan dengan pelapisan selanjutnya dengan anode yang berbeda. Dalam studi, peneliti telah melakukan elektroplating pada baja karbon rendah dengan dua anode yang berbeda melalui proses sekali tahapan. Pengaruh variasi waktu pelapisan terhadap laju korosi dengan larutan nikel-tembaga-silikon dipelajari lebih lanjut dalam penelitian ini.

2. Prosedur Penelitian

2.1 Preparasi Spesimen

Pada proses elektropalting, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menyiapkan spesimennya terlebih dahulu. Pada penelitian ini menggunakan material baja karbon rendah dengan ukuran 1 x 1 x 1 cm. Spesimen dihubungkan dengan kawat untuk menyambungkan arus listrik selama proses elektroplating berlangsung. Langkah selanjutnya adalah melakukan *mounting* pada spesimen dengan menggunakan epoksi resin. Hal ini dilakukan guna menutupi permukaan yang tidak dilapisi dengan proses elektroplating. Setelah selesai di *mounting* kemudian permukaan spesimen diampelas dengan ukuran 1000 kemudian dipoles dengan autosol. Hasil *mounting* spesimen ditunjukkan pada Gambar 1.

**Gambar 1.** Hasil *Mounting* Spesimen

2.2 Larutan Elektrolit Yang Digunakan

Pada proses elektroplating penelitian ini, menggunakan larutan elektrolit yang bervariasi. Komposisi larutan elektrolit tembaga-nikel disajikan pada Tabel 1. Sedangkan komposisi larutan elektrolit tembaga-nikel-silikon disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi Larutan Untuk Pelapisan Tembaga-Nikel

Material	Konsentrasi (gr/l)
CuSO ₄	230
H ₂ SO ₄	55
NiSO ₄	300
NiCl	50
H ₃ BO ₃	35

Tabel 2. Komposisi Larutan Untuk Pelapisan Tembaga-Nikel-Silikon

Material	Konsentrasi (gr/l)
CuSO ₄	230
H ₂ SO ₄	55
NiSO ₄	300
NiCl	50
H ₃ BO ₃	35
Si	10

Tabel 3. Kondisi Operasi Elektroplating

Suhu	<i>room temperatur</i>
Rapat Arus	2,5 – 10A/dm ²
Voltase	6 – 8 Volt
Waktu	10 menit , 20 menit dan 30 menit

2.3 Proses Pembuatan Spesimen Dengan Elektroplating

Elektroplating tembaga-nikel dan tembaga-nikel-silikon dilakukan selama 10, 20 dan 30 menit. Proses elektroplating dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Elektroplating

2.4 Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi yang digunakan adalah metode pengurangan berat (*weight loss*). Cara pengujian ini adalah dengan mencelupkan benda uji ke dalam larutan korosif dengan variasi waktu tertentu seperti terlihat pada Gambar 3. Sebelum perendaman sampel ditimbang terlebih dahulu untuk dijadikan dasar perbandingan dengan setelah perendaman. HCl dengan konsentrasi 3,5% digunakan untuk merendam sampel. Waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 menit, dimana setiap 15 menit spesimen diangkat untuk ditimbang dan dilihat/dihitung pengurangan massa benda akibat korosi setelah perendaman.



Gambar 3. Metode *Weight Loss*

3. Hasil Penelitian

3.1 Elektroplating Tembaga-Nikel

Hasil pengujian laju korosi substrat baja karbon ditunjukkan pada Tabel 4.

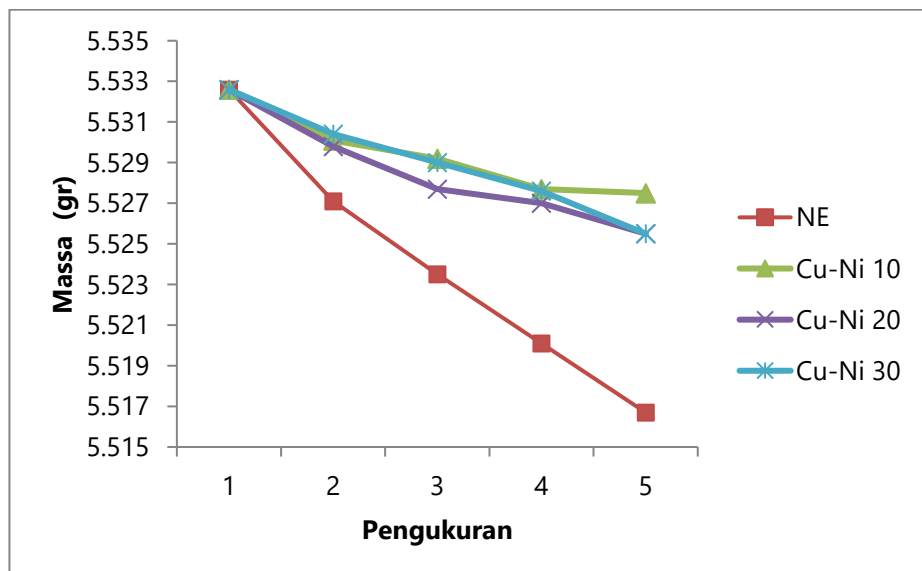
Tabel 4. Data Uji Korosi Non Elektroplating Larutan HCl

Spesimen	Massa Awal (gram)	Waktu (menit)	Δ Massa (gram)	$\Sigma \Delta$ Massa (gram)
NE	5,5326	0		0,0159
	5,5271	15	0,0055	
	5,5235	30	0,0036	
	5,5201	45	0,0034	
	5,5167	60	0,0034	

Adapun hasil pengujian laju korosi spesimen elektroplating Cu-Ni terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Uji Laju Korosi Elektroplating Cu-Ni Larutan HCl

Spesimen	Massa Awal (gram)	Waktu (menit)	Δ Massa (gram)	$\Sigma \Delta$ Massa (gram)
Cu-Ni 10	6,6263	0		0,0051
	6,6238	15	0,0025	
	6,6229	30	0,0009	
	6,6214	45	0,0015	
	6,6212	60	0,0002	
Cu-Ni 20	8,4629	0		0,0071
	8,4601	15	0,0028	
	8,458	30	0,0021	
	8,4573	45	0,0007	
	8,4558	60	0,0015	
Cu-Ni 30	7,9683	0		0,0071
	7,9661	15	0,0022	
	7,9647	30	0,0014	
	7,9633	45	0,0014	
	7,9612	60	0,0021	



Gambar 4. Grafik Pengurangan Massa Elektroplating Cu-Ni dalam Larutan HCl

Gambar 4 memperlihatkan grafik pengurangan massa electroplating Cu-Ni dalam larutan HCl yang dibandingkan dengan substrat tanpa elektroplating. Seperti yang terlihat pada grafik Gambar 4, bahwa spesimen elektroplating variasi waktu 10 menit dengan Larutan HCl memiliki massa awal 6,6263 gram. Pada 15 menit pertama mengalami penurunan massa 0,0025 gram, kemudian pada 15 menit kedua (30 menit) mengalami penurunan massa 0,0009 gram, setelah itu pada 15 menit ketiga (45menit) mengalami penurunan massa 0,0015 dan 15 menit keempat (60 menit) mengalami penurunan massa dengan jumlah 0,0002 gram.

Spesimen elektroplating dengan variasi waktu 20 menit dengan Larutan HCl memiliki massa awal 8.4629 gram seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pada 15 menit pertama mengalami penurunan massa 0,0028 gram, kemudian pada 15 menit kedua (30 menit) mengalami penurunan massa 0,0021 gram, setelah itu pada 15 menit ketiga (45 menit) mengalami penurunan massa 0,0007 gram dan 15 menit keempat (60 menit) mengalami penurunan massa dengan jumlah 0,0015 gram.

Spesimen elektroplating variasi waktu 30 menit dengan Larutan HCl memiliki massa awal 7,9683 gram. Laju korosi pada 15 menit pertama mengalami penurunan massa 0,0022 gram, kemudian pada 15 menit kedua (30 menit) mengalami penurunan massa 0,0014 gram, setelah itu pada 15 menit ketiga (45 menit) mengalami penurunan massa 0,0014 gram, dan 15 menit keempat (60 menit) mengalami penurunan massa dengan jumlah 0,0021 gram.

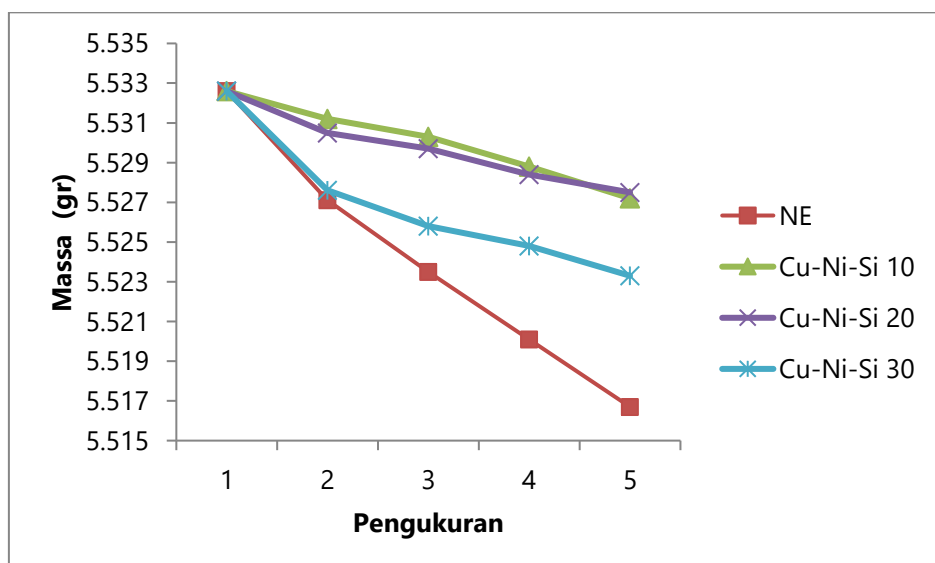
Dari ketiga sampel elektroplating Cu-Ni, terlihat bahwa Cu-Ni 10 lebih resistan terhadap korosi karena semakin melambatnya massa yang hilang berdasarkan grafik di atas. Secara umum semua lapisan Cu-Ni menghasilkan $\Sigma \Delta$ Massa (gram) lebih baik dengan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 0,4775 gram [11].

3.2 Elektroplating Tembaga-Nikel-Silikon

Hasil pengujian korosi yang dilakukan pada spesimen hasil proses elektroplating Cu-Ni-Si terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Uji Laju Korosi Elektroplating Cu-Ni-Si Larutan HCl

Spesimen	Massa Awal (gram)	Waktu (menit)	Δ Massa (gram)	$\Sigma \Delta$ Massa (gram)
Cu-Ni-Si 10	7,4677	0		0,0054
	7,4663	15	0,0014	
	7,4654	30	0,0009	
	7,4639	45	0,0015	
	7,4623	60	0,0016	
Cu-Ni-Si 20	8,2633	0		0,0051
	8,2612	15	0,0021	
	8,2604	30	0,0008	
	8,2591	45	0,0013	
	8,2582	60	0,0009	
Cu-Ni-Si 30	7,1187	0		0,0093
	7,1137	15	0,0050	
	7,1119	30	0,0018	
	7,1109	45	0,0010	
	7,1094	60	0,0015	



Gambar 5. Grafik Pengurangan Massa Elektroplating Cu-Ni-Si dalam larutan HCl

Gambar 5 memperlihatkan grafik pengurangan massa electroplating Cu-Ni-Si dalam larutan HCl yang dibandingkan dengan substrat tanpa elektroplating. Sesuai Gambar 5 didapatkan bahwa spesimen elektroplating variasi waktu 10 menit dengan Larutan HCl memiliki massa awal 7.4677 gram. Pada 15 menit pertama mengalami penurunan massa 0,0014 gram, kemudian pada 15 menit kedua (30 menit) mengalami penurunan massa 0,0009 gram, setelah itu pada 15 menit ketiga (45 menit) mengalami penurunan massa 0,0015 gram, dan 15 menit keempat (60 menit) mengalami penurunan massa dengan jumlah 0,0016 gram.

Sesuai Gambar 5 didapatkan bahwa spesimen elektroplating variasi waktu 20 menit dengan Larutan HCl memiliki massa awal 8,2623 gram. Pada 15 menit pertama mengalami penurunan massa 0,0021 gram, kemudian pada 15 menit kedua (30 menit) mengalami penurunan massa 0,0008 gram, setelah itu pada 15 menit ketiga (45 menit) mengalami penurunan massa 0,0013 gram, dan 15 menit keempat (60 menit) mengalami penurunan massa dengan jumlah 0,0009 gram.

Sesuai Gambar 5 didapatkan bahwa spesimen elektroplating variasi waktu 30 menit dengan Larutan HCl memiliki massa awal 7.1187 gram. Laju korosi pada 15 menit pertama mengalami penurunan massa 0,0050 gram, kemudian pada 15 menit kedua (30 menit) mengalami penurunan massa 0,0018 gram, setelah itu pada 15 menit ketiga (45 menit) mengalami penurunan massa 0,0010 gram, dan 15 menit keempat (60 menit) mengalami penurunan massa dengan jumlah 0,0015 gram.

Dengan menambahkan silikon ke dalam larutan elektrolit akan meningkatkan laju pengurangan massa ketika proses pelapisan dilakukan selama 10 menit dan 30 menit. Namun akan menurunkan laju pengurangan massa ketika pelapisan dilakukan selama 20 menit.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Laju korosi substrat masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan laju korosi substrat yang dilapisi.
2. Laju korosi pada spesimen elektroplating tembaga-nikel pada baja karbon rendah dalam larutan korosif HCl 3,5% pada waktu pelapisan 30 menit memiliki ketahanan korosi yang paling tinggi yaitu kehilangan massa pada 15 menit percobaan pertama adalah 0,0022 gram, kehilangan massa pada 15 menit kedua (30 menit) adalah 0,0014 gram, pada 15 menit ketiga (45 menit) adalah 0,0014 gram, dan kehilangan massa pada 15 menit keempat (60 menit) adalah 0,0021 gram.
3. Laju korosi pada spesimen elektroplating tembaga-nikel-silikon pada baja karbon rendah dalam larutan korosif HCl 3,5% pada waktu pelapisan 20 menit memiliki ketahanan korosi yang paling tinggi yaitu variasi waktu lain dari spesimen tembaga-nikel-silikon yaitu kehilangan massa pada 15 menit pertama 0,0021 gram, kehilangan massa 15 menit kedua (30 menit) 0,0008 gram, kehilangan massa 15 menit ketiga (45 menit) 0,0013 gram, dan kehilangan massa 15 menit keempat (60 menit) adalah 0,0015 gram.

5. Daftar Pustaka

- [1] Y.K. Afandi, I.S. Arief and A. Amiadji, "Analisa Laju Korosi pada pelat baja Karbon dengan Variasi ketebalan coating," *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 4 no.1 pp. G1-G5, 2015.
- [2] D. Sasmita, "Pengaruh suhu dan waktu pelapisan tembaga pada baja karbon rendah secara elektroplating terhadap korosi," *EKSAKTA*, vol. 2, pp. 61-67, 2017.
- [3] I.E. Putra, and N.S. Kusuma. "Pengaruh Inhibitor Daun Gambir Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Dalam Larutan HCl 1%," *Jurnal Momentum*, vol. 20 no.1, pp. 25-30, 2018.
- [4] D. Septianingsih, E.D. Suka, and S. Suprihatin. "Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Klorida Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Astm A 139 Tanpa Dan Dengan Inhibitor Kalium Kromat 0, 2%," *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 2 no. 2, 2014.

- [5] F. Andinata, F. Destyorini, E.Sugiarti, and M. Munasir, "Pengaruh Ph Larutan Elektrolit Terhadap Tebal Lapisan Elektroplating Nikel Pada Baja St 37," *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, vol. 2 no. 2, pp. 48-52, 2012.
- [6] F. Destyorini, E. Sugiarti, and A. Z. K. Thosin, "Pelapisan NiCo/Cr dengan Gabungan Teknik Elektroplating dan Pack-Cementation untuk Meningkatkan Ketahanan Korosi dan Kekerasan Baja Karbon Rendah," *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan TeNnologi*, vol. 31, pp. 51-58.
- [7] B. Basmal, A. P. Bayuseno, and S. Nugroho, "Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan dan Kekasaran," *ROTASI*, vol. 14. No. 2, pp. 23-28, 2012.
- [8] R. Andhika, and M. Zakir, "Elektrodeposisi Logam Cu Pada Permukaan Karbon Aktif Sekam Padi Bebas Silika dengan Iradiasi Ultrasonik," 2015.
- [9] B. Soegijono, F. B. Susetyo, and H. A. Notonegoro, "Perilaku Ketahanan Korosi Komposit Coating Poliuretan/Silika/Karbon Pada Baja Karbon Rendah," *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, pp. 57-59, 2019.
- [10] K. L. Hidup, "Status Lingkungan Hidup Indonesia 2007," *Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia*, pp. 286, 2007.
- [11] F. B. Susetyo, S. T. Dwiwati and M. T. Pangestu, "Kehilangan Massa Pada Larutan HCl Dan NaCl Baja Karbon Rendah Hasil Elektroplating Tembaga-Nikel," *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol. 4 no.1, pp. 15-20, 2019.