

PENGARUH VARIASI TEGANGAN ELEKTROPLATING TEMBAGA-NIKEL TERHADAP NILAI LAJU KOROSI DAN KEKERASAN PADA BAJA AISI 1015

Ariawan¹, Nani Mulyaningsih², Xander Salahudin³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

¹ariawan513@gmail.com, ²nani_mulyaningsih@untidar.ac.id, ³xander@untidar.ac.id

ABSTRAK

Berkembangnya serta kemajuan ilmu material di dunia industri saat ini sedang berkembang dengan pesat. Baja AISI 1015 merupakan salah satu jenis logam yang sudah banyak digunakan sebagai bahan utama pada dunia otomotif permesinan. Salah satunya adalah velg sepeda motor. Namun masalah yang sering ditemui adalah keterbatasan dalam hal ketahanan korosi karena velg sepeda motor berhubungan langsung dengan lingkungan korosif yaitu air dan oksigen. Salah satu cara untuk meningkatkan korosi dari baja AISI 1015 dengan memberikan pelapisan logam dasar dengan metode elektroplating. Elektroplating adalah proses pelapisan logam dengan menggunakan arus listrik sehingga terjadi pengendapan ion-ion logam pelindung. Pada penelitian ini akan menggunakan variasi tegangan 3 volt, 4 volt, dan 5 volt pada elektroplating tembaga nikel. Tujuan penelitian untuk menganalisa pengaruh tegangan listrik terhadap laju korosi dan nilai kekerasan. Metode yang digunakan yaitu: pengujian laju korosi menggunakan polarisasi potensiostatik dan uji kekerasan menggunakan pengujian kekerasan *vickers*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai laju korosi raw material 10,227 mpy, tegangan 3 volt sebesar 1,713 mpy, tegangan 3 volt sebesar 0,628 mpy dan tegangan 5 volt sebesar 0,662 mpy. Hasil terhadap nilai kekerasan yaitu pada tegangan 3 volt didapat rata-rata 147,188 VHN, tegangan 4 volt didapat rata-rata 155,522 VHN, dan tegangan 5 volt didapat rata-rata 159,4 VHN. Semakin tinggi tegangan akan menurunkan nilai laju korosi dan meningkatkan nilai kekerasan yang didapat.

Kata Kunci: AISI 1015, elektroplating, tembaga-nikel, laju korosi, kekerasan.

ABSTRACT

The development and progress of materials science in the industrial world is currently growing rapidly. AISI 1015 steel is one type of metal that has been widely used as the main material in the automotive world. One of them is motorcycle wheels. However, the problem that is often encountered is the limitation in terms of corrosion resistance because motorcycle wheels are directly related to the corrosive environment, namely water and oxygen. One way to increase the corrosion of AISI 1015 steel is to provide a base metal coating using the electroplating method. Electroplating is the process of coating metal using an electric current so that the deposition of protective metal ions occurs. In this study, a variation of the voltage of 3 volts, 4 volts, and 5 volts will be used for nickel copper electroplating. The purpose of this research is to analyze the effect of electric voltage on corrosion rate and hardness value. The methods used are: corrosion rate testing using potentiodynamic polarization and hardness testing using Vickers hardness test. The results showed that the corrosion rate of raw material was 10.227 mpy, a voltage of 3 volts was 1.713 mpy, a voltage of 3 volts was 0.628 mpy and a voltage of 5 volts was 0.662 mpy. The results of the hardness value are at a voltage of 3 volts, an average of 147.188 VHN is obtained, an average of 4 volts is 155.522 VHN, and an average of 5 volts is 159.4 VHN. The higher the stress, the lower the corrosion rate and the higher the hardness value.

Keywords: AISI 1015, electroplating, copper-nickel, corrosion rate, hardness

PENDAHULUAN

Berkembangnya serta kemajuan ilmu material di dunia industri kini sedang berkembang cukup meningkat. Besi dan campurannya merupakan salah satu kebutuhan utama dalam suatu material. Berdasarkan komposisi perbandingan antara besi dengan karbon terdapat tiga macam baja, yaitu baja karbon tinggi, sedang, dan rendah. Pemakaian baja selalu berkaitan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga bentuk dan tampilan logam harus tepat menyesuaikan keadaan yang diperlukan.

Baja AISI 1015 adalah suatu tipe logam yang telah sering dipakai menjadi bahan utama pada dunia otomotif permesinan. Salah satunya adalah velg sepeda motor. Namun masalah yang sering ditemui adalah keterbatasan dalam hal ketahanan korosi. Kekuatan bahan pada kecepatan laju korosi cukup krusial sebab velg sepeda motor bersentuhan langsung pada keadaan korosif yaitu air dan oksigen sehingga menyebabkan pengurangan kualitas serta kekuatan dan menyebabkan rugi jika dilihat pada sisi anggaran perawatan [5]. Oleh karena itu dibutuhkan upaya dalam memperbaiki sifat mekanik dari baja AISI 1015 supaya ketahanan laju korosi lebih baik serta bisa diimplementasikan lebih meningkat serta menyeluruh lagi. Sebuah metode guna menghambat laju korosi pada baja AISI 1015 dengan memberikan pelapisan logam dasar dengan cara elektroplating.

Elektroplating merupakan tahap pelapisan logam memakai arus listrik sehingga terjadi pengendapan ion-ion logam pelindung. Dari sekian banyak pelapisan logam, tembaga-nikel dinilai lebih efektif guna melindungi plat baja karbon rendah AISI 1015 yang dipergunakan menjadi komposisi velg sepeda motor. Tembaga memiliki karakteristik lunak ulet, serta tak cukup teroksidasi udara. Disebabkan karakteristiknya yang elektropositif (mulia), tembaga tidak sukar untuk diendapkan pada metal yang deret kekuatan gerak listriknya lebih banyak. *Plating* tembaga tidak sulit dilaksanakan begitu juga pada larutannya yang mudah dikendalikan. Tembaga lebih

efisien dipakai menjadi permukaan dasar karena lebih tahan korosi daripada baja karbon rendah. Sedangkan nikel mempunyai sifat kekokohan serta kekerasan yang tidak terlalu tinggi, keuletannya baik, dan kekuatan dalam menghantar listrik serta panas yang paling bagus. Nikel juga dipakai untuk mengendalikan korosi dan menambah keindahan. Pelapisan tembaga-nikel ini memiliki tujuan dalam membuat karakteristik lapisan logam supaya kuat terhadap pengaratn serta kekokohan metal menjadi lebih baik.

Beberapa penelitian terkait pengaruh massa elektroplating tembaga-nikel pada kecepatan pengaratn dan kekerasan di velg motor berbahan baja karbon AISI 1015 yang memiliki jenis waktu 5 menit, 10 menit, serta 15 menit. Menyimpulkan jika semakin lama masa elektroplating yang disalurkan maka makin tinggi angka kekerasan yang didapat berbanding dengan angka laju korosi yang semakin rendah. Pada penelitian ini proses elektroplating logam belum begitu optimal karena terjadi cacat permukaan pada spesimen, saat dilakukan uji korosi terjadi pengelupasan pada spesimen, yang mengakibatkan laju korosi pada spesimen yang tinggi. Dengan didapatkan data 10,72 mpy, naik 1,32% dari *raw* material tanpa pelapisan, *raw* material sendiri mempunyai laju korosi sebesar 10,58 mpy [7].

Pengamatan tentang dampak temperatur serta masa penyaduran tembaga nikel dalam baja karbon rendah pada angka tebal serta kerasnya memakai jenis suhu 30°C, 40°C, serta 50°C sedangkan masa celup 5 menit, 10 menit, seta 15 menit. Didapatkan hasil penelitian semakin tinggi suhu operasional, maka nilai kekerasan meningkat. Kekerasan yang paling tinggi didapatkan pada perlakuan suhu 50°C dengan hasil 247,54 mm/kg², sedangkan nilai kekerasan terendah didapatkan pada suhu 30°C dengan hasil 157,98 mm/kg²C, sementara total masa tahap penyaduran tidak memberikan dampak signifikan sebab sebuah keadaan temperatur operasional, penambahan masa penyaduran ada ketidakstabilan angka kekerasan. Pada penelitian ini masih perlu dikembangkan

dengan penambahan variasi tegangan agar didapatkan kenaikan nilai kekerasan yang teratur dan optimal [4].

Penelitian mengenai dampak temperatur serta masa penyepuhan tembaga di baja karbon rendah memakai cara elektroplating pada pengamatan memakai jenis masa 10, 20, dan 30 menit serta suhu 45°C, 55°C, dan 65°C. Dengan didapatkan data pada waktu 10 menit dan suhu 45°C dengan nilai laju korosi 8,41 mpy, pelapisan waktu 20 menit dan suhu 45°C dengan nilai laju korosi 7,65 mpy, dan pelapisan dengan waktu 30 menit suhu 65°C dengan nilai laju korosi 6,24 mpy. Menyimpulkan bahwa ketahanan baja karbon rendah yang dilapisi tembaga dengan cara elektroplating memakai jenis temperatur dan masa pelapisan tak memiliki perubahan yang signifikan dengan ketahanannya terhadap korosi sehingga belum didapatkan hasil yang optimal. Penelitian ini masih perlu dikembangkan dengan penambahan variasi tegangan agar mendapatkan perubahan nilai laju korosi yang signifikan [6].

Berdasarkan masalah serta berbagai pengamatan tersebut, maka penulis berasumsi jika masih butuh dilaksanakan penelitian lanjutan tentang pengaruh variasi tegangan elektroplating tembaga-nikel terhadap nilai laju korosi dan nilai kekerasan pada baja AISI 1015. Penelitian ini menggunakan metode elektroplating tembaga nikel dengan menggunakan variasi tegangan 3 volt, 4 volt dan 5 volt dengan tujuan untuk memperbaiki sifat material dari baja karbon AISI 1015 dan meningkatkan nilai ketahan korosi serta nilai kekerasan yang optimal.

LANDASAN TEORI

Elektroplating adalah terjadinya proses pengendapan ion-ion logam pelindung pelindung (anoda) yang diinginkan diatas logam lain (katoda) secara elektrolisa. Selama proses pengendapan berlangsung, terjadi reaksi kimia pada elektroda (anoda-katoda) dan elektrolit menuju arah tertentu secara konstan. Untuk hal demikian

dibutuhkan arus listrik searah (DC) dan tegangan yang tetap [4].

Dalam penelitian terkait elektroplating bahwa tembaga (copper) merupakan logam yang bersifat lunak, ulet, menarik, tahan korosi, daya hantar panas baik, konduktivitas listrik yang tinggi, dan tidak terlalu teroksidasi oleh udara. Karena sifatnya yang elektropositif (mulia), tembaga dapat diendapkan dengan mudah oleh logam yang deret daya gerak listriknya lebih tinggi seperti besi. Plating tembaga mudah dilakukan demikian pula dengan larutannya yang mudah dikontro [5].

Pelapisan nikel digunakan dengan tujuan untuk mengendalikan korosi dan menambah keindahan logam yang dilapisi. Nikel tahan terhadap panas dan tahan korosi, tidak bisa rusak oleh air kali, laut, dan alkali. Nikel bisa rusak dengan asam nitrat dan sedikit terkorosi oleh asam khlor dan asam sulfat. Nikel juga memiliki kekerasan dan kekuatan yang sedang, keuletannya baik, daya hantar listrik dan termal juga baik. Senyawa nikel digunakan terutama sebagai katalis dalam electroplating [4].

METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan bertempat di bengkel Bina Crome Surakarta untuk electroplating, untuk uji komposisi kimia di laboratorium PT Itokoh Ceperindo Klaten. Uji laju korosi bertempat di Laboratorium korosi dan kegagalan material Institut Teknologi Sepuluh November dan untuk uji kekerasan spesimen dilakukan di laboratorium Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Alat dan bahan

Alat dalam penelitian ini terdiri dari Bak Plating, Jangka Sorong, DC Power Suplay, Gerinda Potong, Neraca Digital, Amplas, Mesin Frais, Alat Uji Komposisi, Alat Uji Korosi, Alat Uji Kekerasan.

Bahan penelitian yang digunakan yaitu Material Baja AISI 1015, Tembaga (Cu), Nikel (Ni), Asam Klorida, Air, Larutan yang digunakan CuSO₄ dan NiSO₄.

Pengerjaan awal

Dalam proses ini dilakukan dengan preparasi spesimen seperti memotong spesimen sejumlah 21 buah dengan ukuran $40\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 1,2\text{ mm}$. kemudian tahap preparasi dengan melubangi dengan mesin faris spesimen. Setelah itu dilakukan pengamplasan permukaan spesimen hingga halus dan dibersihkan menggunakan air bersih serta menggunakan HCL agar bersih dari minyak.

Pengujian komposisi kimia

Pengujian komposisi kimia bertujuan guna mengetahui kandungan unsur-unsur paduan yang terkandung dalam material sehingga dapat tentukan jenis material dari spesimen yang diuji sehingga nilai ekuivalen pada perhitungan bisa ditentukan. Pengujian yang dilakukan dengan metode Optical Emission Spectroscopy (OES).

Proses elektroplating

Dalam penelitian ini proses elektroplating dilakukan dengan dua pelapisan yaitu pelapisan tembaga yang kemudian dilakukan lagi pelapisan nikel [1].

Pengujian laju korosi

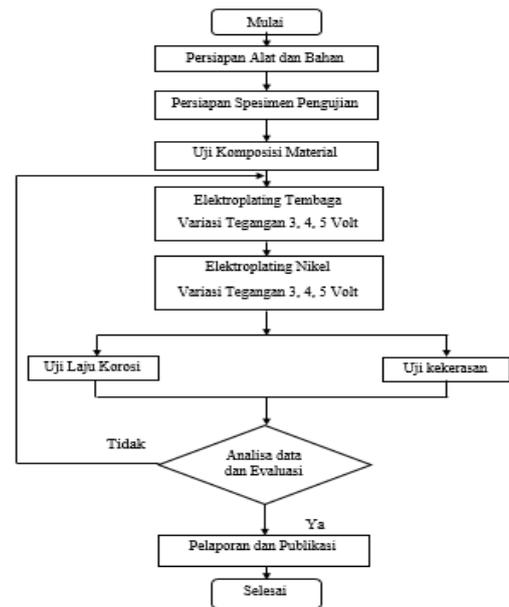
Pengujian polarisasi potensiodinamik dilakukan guna mengetahui nilai laju korosi setelah dilakukan pelapisan tembaga-nikel pada spesimen uji. Pengujian ini menggunakan standar uji ASTM G 102 [3].

Pengujian kekerasan vickers

Setelah spesimen uji dilakukan pengujian korosi, tahap selanjutnya yaitu diuji kekerasannya. Uji kekerasan dilakukan di Laboratorium Material Universitas Sanata Dharma Yogyakarta menggunakan alat Micro Vickers Hardness Tester dengan beban indentor 10 kgf setiap spesimen. Pada saat pemasangan spesimen dialat uji harus benar dan presisi agar mendapatkan hasil yang akurat. Pengujian ini menggunakan standar uji ASTM E 92 [2].

Diagram alir penelitian

Diagram alir dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil elektroplating tembaga-nikel

Hasil elektroplating tembaga menunjukkan bahwa adanya perbaikan permukaan pada baja AISI 1015, dimana permukaan yang telah di elektroplating lebih halus dan memiliki tampilan warna tembaga coklat kemerahan. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil elektroplating

Baja AISI 1015 yang sudah melalui proses elektroplating tembaga dan elektroplating nikel menghasilkan permukaan yang lebih halus dan tampilan yang lebih mengkilap dibandingkan hanya melalui proses elektroplating tembaga saja.

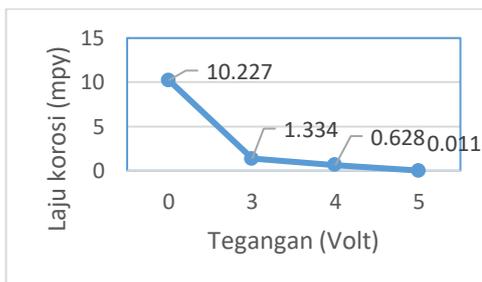
Pengujian laju korosi

Hasil uji laju korosi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji laju korosi

Nama Sampel	Variasi Tegangan (v)	Icorr ($\mu A/cm^2$)	Laju korosi (mmpy)	Laju korosi (mpy)
1.	0	24,607	0,259	10,227
2.	3	3,144	0,033	1,305
3.		2,835	0,029	1,172
4.		3,743	0,039	1,555
5.	4	1,102	0,011	0,457
6.		1,791	0,018	0,744
7.		1,649	0,017	0,685
8.	5	0,0209	0,000022	0,008
9.		0,0399	0,000420	0,0165
10.		0,0254	0,000267	0,0105

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa laju korosi berhubungan dengan pemberian variasi tegangan pada saat elektroplating. Nilai laju korosi pada baja AISI 1015 yang tidak diberi perlakuan elektroplating (*raw material*) yaitu sebesar 10,227 mpy. Nilai laju korosi rata-rata yang didapatkan pada baja AISI 1015 dengan diberi variasi tegangan 3 volt dalam proses elektroplating yaitu sebesar 1,344 mpy. Nilai laju korosi rata-rata yang didapatkan pada baja AISI 1015 dengan diberi variasi tegangan 4 volt dalam proses elektroplating yaitu sebesar 0,628 mpy. Nilai laju korosi rata-rata yang didapatkan pada baja AISI 1015 dengan diberi variasi tegangan 5 volt dalam proses elektroplating yaitu sebesar 0,0116 mpy.



Gambar 3. Grafik pengaruh tegangan elektroplating terhadap laju korosi

Dari gambar 3 dapat dijelaskan juga bahwa semakin besar tegangan yang diberikan pada proses elektroplating, akan menurunkan nilai laju korosi yang didapatkan semakin rendah pada baja AISI 1015, dengan pemberian tegangan semakin besar maka lapisan tembaga maupun nikel akan semakin tebal. Permukaan dari baja AISI 1015 juga akan semakin halus, sehingga goresan-goresan pada permukaan akan tertutupi dan rata terhadap permukaan lainnya. Hal ini disebabkan karena kemampuan *levelers* dari larutan elektrolit yang mampu membuat permukaan menjadi rata.

Pengujian kekerasan vickers

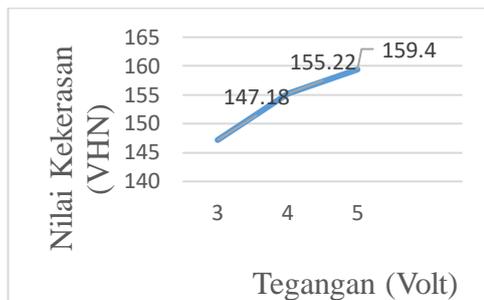
Baja AISI 1015 yang sudah di elektroplating tembaga nikel dilakukan pengujian kekerasan *vickers* di Laboratorium Manufaktur Universitas Sanata Dharma Yogyakarta menggunakan alat uji *Digital Vickers Hardness Tester* model DVH-50D tahun 2019 SN: DH-CN-190719 dengan beban indenter 10 kgf. Hasil uji kekerasan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji kekerasan

Sam pel	Tegan gan (volt)	Titi k Pen guji an	P (kg f)	VHN (kgf/ μm)
1.	3	1	10	146,1
		2	10	147,0
		3	10	149,1
2	3	1	10	149,8
		2	10	148,5
		3	10	145,1
3	3	1	10	146,1
		2	10	146,1
		3	10	146,9
Rerata				147,188
1	4	1	10	154,4
		2	10	155,3
		3	10	156,7
2	4	1	10	156,7
		2	10	153,2
		3	10	156,9

3		1	10	155,1
		2	10	155,3
		3	10	156,1
Rerata				155,522
1		1	10	158,4
		2	10	158,1
		3	10	158,5
2		1	10	157,5
		2	10	161,1
		3	10	160,1
3		1	10	161,3
		2	10	161,3
		3	10	158,3
Rerata				159,4

Grafik pengaruh tegangan electroplating terhadap nilai kekerasan ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh tegangan elektroplating terhadap kekerasan

Dari tabel 2. dapat diketahui bahwa nilai diagonal pada setiap titik indenter mengalami perbedaan yang sangat tipis dalam satu variasi tegangan. Pada tegangan 3 volt saat elektroplating menggunakan 3 spesimen dan 9 titik percobaan pada uji kekerasan menghasilkan nilai VHN rata-rata sebesar 147,188 VHN. Pada variasi tegangan 4 volt saat elektroplating menggunakan 3 spesimen dan 9 titik percobaan pada uji kekerasan menghasilkan nilai VHN rata-rata sebesar 155,522 VHN. Pada variasi tegangan 5 volt saat elektroplating menggunakan 3 spesimen dan 9 titik percobaan pada uji kekerasan menghasilkan nilai VHN rata-rata sebesar 159,4 VHN.

Berdasarkan gambar 4.14 sumbu horizontal menunjukkan besar dari tegangan yang diberikan pada saat proses elektroplating tembaga nikel dan sumbu

vertikal menunjukkan besar nilai kekerasan dari hasil uji kekerasan. Hasil penelitian ini juga dapat dinyatakan bahwa semakin besar nilai tegangan yang diberikan akan berjalan seiring dengan tingginya nilai kekerasan yang dihasilkan. Nilai kekerasan terbesar pada variasi tegangan 5 volt dengan hasil rata-rata 159,4 VHN. Hal ini terjadi karena pemberian variasi tegangan akan mempengaruhi hasil dari pelapisan secara kuantitas, dimana semakin besar tegangan yang di variasikan maka semakin tebal permukaan lapisan yang dihasilkan, karena proses perpindahan dari ion-ion anoda ke katoda lebih merata dan halus yang mengakibatkan tebal lapisan pada baja AISI 1015 bertambah yang dilapisi tembaga-nikel.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian serta analisis yang sudah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian laju korosi baja AISI 1015 yang telah di elektroplating tembaga-nikel menggunakan variasi tegangan didapatkan bahwa semakin besar tegangan yang diberikan, maka akan menurunkan nilai laju korosi yang semakin rendah. Nilai laju korosi tertinggi didapat pada spesimen *raw/* tanpa perlakuan elektroplating yaitu sebesar 10,227 *mpy*. Sedangkan nilai laju korosi terendah didapat pada baja AISI 1015 yang diberikan perlakuan elektroplating dengan variasi 5 volt yaitu sebesar 0,011 *mpy*.
2. Hasil pengujian kekerasan *vickers* baja AISI 1015 yang telah di elektroplating tembaga-nikel didapatkan bahwa semakin besar tegangan yang digunakan maka nilai kekerasan yang didapatkan akan semakin tinggi. Dalam penelitian ini nilai kekerasan terbaik pada pemberian tegangan 5 volt didapatkan nilai kekerasan sebesar 159.4 VHN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggara, Anggi. 2020. "Pemanfaatan Limbah Ampas Tahu sebagai Penghambat

Korosi Pipa PDAM”. Progam Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar.

[2] ASTM. 2024. ASTM E92 “*Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials*”. Washington: ASTM Publishing.

[3] ASTM. 1989. ASTM G102 – 89 “*Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*”. Washington: ASTM Publishing.

[4] Basmal dkk. 2012. “Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga Nikel Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan Dan Kekerasan”. Progam Studi Magister Teknik Mesin Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang. Vol. 14 No. 2

[5] Mulyadi, Agus Tris. 2018. “Pengaruh Variasi Waktu *Elektroplating* Tembaga, Nikel, Nikel-Ferro Terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon Rendah”. Progam Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

[6] Sasmita, Dewi. 2016. “Pengaruh Suhu Dan Waktu Pelapisana Tembaga Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Korosi”. Dosen Jurusan Tadris Kimia IAIN Batusangkar.

[7] Setyawan, Arif Agus dkk. 2017.” Pengaruh Electroplating Tembaga Nikel Terhadap Laju Korosi Dan Kekerasan Pada Velg Motor”. Magelang: Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Tidar.