



PEMBUATAN ALAT DAN PENGARUH VARIASI JARAK ANODA-KATODA PROSES ELEKTROPLATING DENGAN NIKEL (Ni) TERHADAP KEKASARAN DAN KEKERASAN LAPISAN PERMUKAAN BAJA

Fuad Fauzi^a, Abdul Hadi^b, Karwita Mustopa^c

^{a,b,c} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Kode Pos 41361

*E-mail koresponden:

INFO ARTIKEL

Diajukan:
dd/mm/yyyy

Diterima:
dd/mm/yyyy

Diterbitkan:
dd/mm/yyyy

ABSTAK

Elektroplating merupakan pelapisan logam dengan bantuan arus listrik melalui elektrolit dengan tujuan memindahkan partikel logam pelapis ke logam yang dilapisi. Tujuan pada penelitian ini. Untuk mengetahui pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel terhadap kekasaran lapisan permukaan baja SS400 dan untuk mengetahui pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel terhadap kekerasan lapisan permukaan baja SS400.

Proses elektroplating menggunakan alat rancangan sendiri dengan variasi jarak anoda katoda 10 cm, 15 cm, dan 20 cm, dengan waktu pencelupan 10 menit, 15 menit, dan 20 menit. Pengujian yang dilakukan adalah dengan pengujian kekasaran lapisan dan kekerasan Rockwell. Hasil penelitian kekasaran lapisan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sedang dan rendah pada variasi jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel terhadap kekasaran lapisan permukaan baja SS400. Hal ini disebabkan karena semakin dekat jarak anoda katoda maka semakin cepat proses oksidasi reduksinya. Waktu pencelupan juga mempengaruhi ketebalan lapisan, semakin lama waktu yang dipakai maka deposit logam yang menempel pada spesimen semakin banyak.

Nilai kekasaran lapisan terendah sebesar 1,156 μm pada jarak anoda katoda 15 cm dengan waktu pencelupan 20 menit. Nilai kekasaran lapisan tertinggi sebesar 4,156 μm pada jarak anoda katoda 15 cm dengan waktu pencelupan 10 menit. Hasil penelitian kekerasan lapisan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sedang dan rendah untuk penggunaan variasi jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel terhadap kekasaran lapisan permukaan baja SS400. Nilai kekerasan

permukaan terendah sebesar 15,00 HRc pada jarak anoda katoda 10 cm dengan waktu pencelupan 20 menit. Nilai kekerasan permukaan tertinggi sebesar 15,67 HRc pada jarak anoda katoda 20 cm dengan waktu pencelupan 20 menit.

Kata Kunci: Elektroplating, Jarak Anoda Katoda, Kekerasan Lapisan.

ABSTRACT

Electroplating is the coating of metals with the help of electric current through electrolytes with the aim of moving the coating metal particles to the coated metal. The purpose of this study. To determine the effect of cathode anode distance and nickel coating time on SS400 steel surface roughness and to determine the effect of cathode anode distance and nickel coating time on the hardness of SS400 steel surface layer.

The electroplating process uses its own design with variations in the cathode anode distance of 10 cm, 15 cm, and 20 cm, with immersion times of 10 minutes, 15 minutes, and 20 minutes. The test was carried out by testing the roughness of the coating and Rockwell hardness. The results of coating roughness studies indicate that there is a moderate and low influence on the variation of the cathode anode distance and nickel coating time against the roughness of SS400 steel surface layer. This is because the closer the cathode anode distance is, the faster the oxidation process is reduced. The immersion time also affects the thickness of the layer, the more time it takes, the more metal deposits attached to the specimen.

The lowest roughness value of the layer was 1.156 μm at the distance of the cathode anode 15 cm with a dyeing time of 20 minutes. The highest layer roughness value was 4.156 μm at the cathode anode distance of 15 cm with a dyeing time of 10 minutes. The results of the coating hardness study indicate that there is a moderate and low influence for the use of variations in the cathode anode distance and nickel coating time against the roughness of SS400 steel surface layer. The lowest surface hardness value is 15.00 HRc at the distance of the cathode anode 10 cm with a dyeing time of 20 minutes. The highest surface hardness value was 15.67 HRc at the cathode anode distance of 20 cm with a dyeing time of 20 minutes.

Keywords: Electroplating, Cathode Anode Distance, Layer Hardness.

1. PENDAHULUAN

Logam lebih banyak dimanfaatkan dibandingkan dengan unsur-unsur bukan logam yang lain, karena logam mempunyai kelebihan tersendiri. Logam mempunyai sifat-sifat khusus seperti ulet, dapat

menghantar panas dan dapat menghantar listrik dengan baik. Berdasarkan perlakuan permukaan suatu material logam, mekanisme interaksi akan melibatkan pertukaran ion antara perlakuan logam dengan lingkungan atau disebut dengan korosi. Korosi merupakan masalah serius

dalam penggunaan bahan dari logam, Terjadinya korosi ini berakibat penurunan mutu dan daya guna serta menimbulkan kerugian dari segi biaya perawatan, korosi ini tidak dapat dicegah namun dapat dikendalikan.

Upaya pengendalian yang lazim diterapkan dalam perlindungan terhadap logam yang digunakan adalah finishing dengan metode pelapisan pada logam, Pelapisan logam dapat digunakan untuk mencegah atau memperlambat tingkat kerusakan pada suatu logam. Selain mencegah atau memperlambat tingkat kerusakan, pelapisan logam juga dapat memberikan tampilan keindahan pada suatu logam. Salah satu pelapisan yang dapat digunakan adalah dengan pelapisan metode elektroplating. Pelapisan metode elektroplating bertujuan untuk memperoleh sifat permukaan logam menjadi lebih baik agar dapat bertahan lebih lama dan juga untuk memperindah tampilan, hal tersebut dapat dilakukan pada logam untuk melindungi logam dari kerusakan, korosi dan dapat memperindah tampilan permukaan logam. Kelebihan menggunakan cara ini adalah mudah untuk dilakukan, dan murah dalam ongkos produksinya, bahan pelapis yang digunakan adalah logam pelapis nikel, karena logam nikel memiliki sifat keras, kuat, ulet, tahan panas, dan tahan korosi.

Beberapa penelitian mengenai pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel-krom pada proses elektroplating diantaranya penelitian yang dilakukan [1] semakin dekat jarak anoda-katoda maka semakin tebal pelapisan. Ketebalan paling maksimum didapatkan pada jarak 5 cm sebesar 0,108 mm sedangkan ketebalan minimum lapisan didapatkan pada jarak 20 cm sebesar 0,058 mm. Hal yang sama, berlaku pada besaran massa, nilai maksimum didapatkan pada jarak 5 cm sebesar 0,23 gram, dan nilai minimum pada jarak 20 cm sebesar 0,12 gram.

Hasil penelitian [2] semakin lama waktu pencelupan maka kekerasan yang didapat juga semakin meningkat. Ketebalan lapisan mencapai nilai optimum pada waktu pelapisan 50 menit dan mengalami penurunan pada waktu pelapisan 60 menit.

Penelitian yang dilakukan [3] dengan waktu pelapisan nikel 5 menit hingga 25 menit diperoleh ketebalan lapisan yang meningkat yaitu pada waktu pelapisan nikel 5 menit (14,1 μm) hingga pada waktu pelapisan nikel 25 menit (55,77 μm).

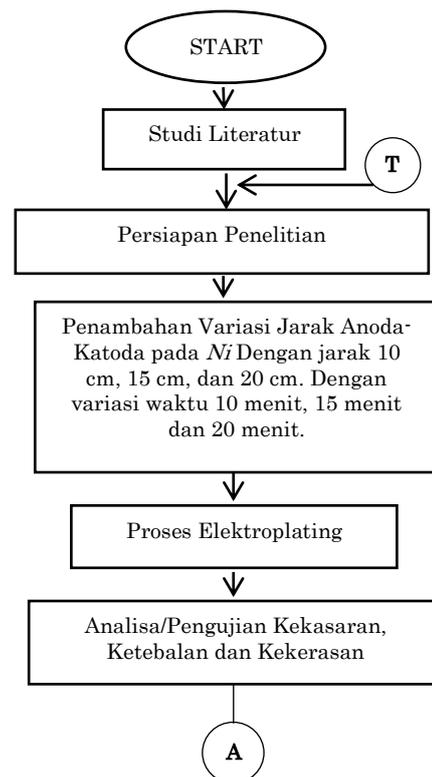
Hasil penelitian [4,5] semakin dekat jarak anoda-katoda pada proses elektroplating hard chrome maka nilai laju korosi akan semakin menurun, dan semakin lama dursasi proses elektroplating hard chrome maka nilai laju korosi semakin menurun.

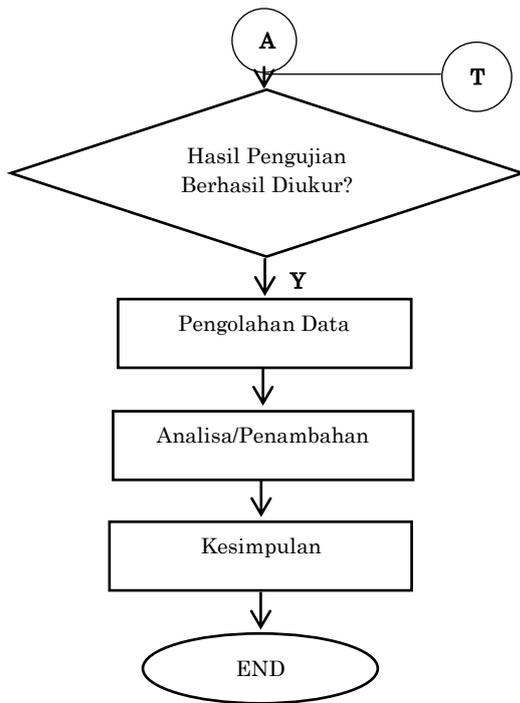
2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimental untuk mencari hubungan sebab akibat antara permasalahan yang telah ditentukan dalam penelitian dengan faktor-faktor lain yang mempengaruhi..

2.1 Gambar dan Tabel

Semua gambar dan Tabel harus diacu dalam naskah artikel. Nomor Gambar dan tabel harus urut sesuai kemunculan. Contoh: ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 1.





Gambar 1. Diagram alir

2.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Proses dan tahap penelitian serta pengambilan data penelitian ini dilakukan di beberapa tempat dengan pertimbangan efisiensi waktu dan kelengkapan peralatan. Beberapa tempat yang digunakan tersebut antara lain:

- Laboratorium Teknik Mesin UNSIKA Karawang untuk proses persiapan bahan dan alat, pembuatan alat, pengujian peralatan, proses pelapisan dan pengambilan data awal.
- Quality Inspection PT. FUJITA RASHI INDONESIA untuk uji kekasaran permukaan setelah proses elektroplating dan pengambilan data awal uji kekasaran berupa nilai kekasaran permukaan.
- Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI) untuk uji kekerasan setelah proses elektroplating dan pengambilan data awal hasil uji kekerasan.

2.3 Alat dan Bahan

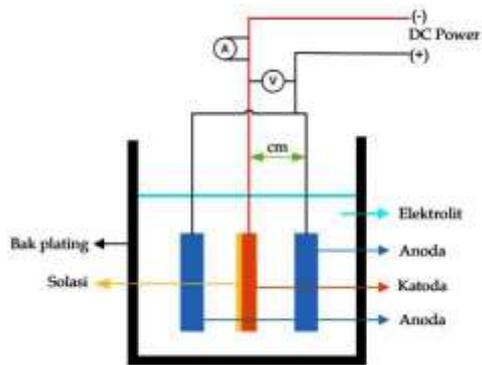
- Bahan
 - Baja SS400
 - Nikel Sulfat ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
 - Nikel *Chloride* ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
 - Asam Borat (H_2BO_3)
 - Nikel *Brightener* (Nisol 1206)
 - Nikel *Brightener* (Nisol 1207)
 - Natrium Hidroksida (NaOH)
 - Asam Sulfat (H_2SO_4)
 - Asam Klorida (HCl)

- Anoda Nikel
- Alat
 - Timbangan digital
 - Kertas universal
 - Bak penampung elektrolit
 - *Rectifer*
 - *Box Controler*
 - Airator
 - Rangka
 - Penjepit anoda
 - Penjepit katoda
 - Termometer
 - *Heater*
- Spesimen

Spesimen yang diuji adalah baja karbon rendah SS400 dengan dimensi spesimen dibentuk dengan panjang 80 mm, lebar 40 mm dan tebal 35 mm dengan jumlah total 9 spesimen ditambah raw material 1 spesimen.

2.4 Prosedur Penelitian

- Masing-masing spesimen dihaluskan terlebih dahulu menggunakan gerinda tangan dan ampelas,
- Membuat larutan elektrolit dengan kapasitas 15 liter menggunakan bahan-bahan kimia seperti aquadest, NiSO_4 , NiCl_2 , H_2BO_3 , Nikel *Brightener* 1206 dan Nikel *Brightener* 1207.
- Melakukan proses pencucian spesimen dengan 7 tahapan proses.
 - I : Pencucian dengan air bersih
 - II : Pencucian dengan NaOH 60 °C
 - III : Pencucian dengan air bersih
 - IV : Pencucian dengan Cairan HCl 10%
 - V : Pencucian dengan air bersih
 - VI : Pencucian dengan Cairan H_2SO_4 5%
 - VII: Pencucian dengan air bersih
- Melakukan proses elektroplating dengan logam pelapis nikel dan spesimen material baja karbon rendah SS400 dengan jumlah 9 spesimen, selanjutnya akan dilapisi nikel dengan variasi jarak 10 cm, 15 cm dan 20 cm serta waktu pencelupan 10 menit, 15 menit dan 20 menit.



Gambar 2. Skema Pelapisan

Gambar diatas menjelaskan penelitian ini, bahwa proses pelapisan logam dapat terjadi dengan adanya sumber listrik, bak plating, kabel (penghantar arus listrik), anoda (logam pelapis) dan katoda (logam yang dilapisi). Rangkaian pelapisan untuk penelitian ini adalah anoda dihubungkan pada kutub positif dari sumber listrik, katoda dihubungkan pada kutub negatif dari sumber listrik, dan selanjutnya anoda dengan katoda direndam dalam elektrolit.

Jarak antara anoda dengan katoda diatur sesuai dengan variasi jarak yang digunakan pada penelitian ini, yaitu 10 cm, 15 cm, dan 20 cm. Waktu yang digunakan untuk melapisi katoda pada penelitian ini sesuai dengan variasi waktu yang digunakan, yaitu 10 menit, 15 menit, dan 20 menit. Proses terjadinya pelapisan, yaitu arus listrik searah yang dialirkan antara kedua elektroda (anoda dan katoda) dalam larutan elektrolit, maka muatan ion positif ditarik oleh katoda. Sedangkan ion bermuatan negatif berpindah menuju anoda. Ion-ion tersebut dinetralkan oleh kedua elektroda dan larutan elektrolit yang hasilnya diendapkan pada katoda. Hasil yang terbentuk merupakan lapisan logam dan gas hidrogen.

- Setelah proses pelapisan selesai, dilakukan pembilasan dengan menggunakan air bersih dan dikeringkan.
- Selanjutnya masing-masing spesimen ditimbang kembali menggunakan timbangan digital, untuk mengetahui berat akhir masing-masing spesimen setelah proses elektroplating dengan variasi jarak anoda katoda dan variasi waktu serta untuk mengetahui perbedaan permukaan spesimen sebelum dan setelah proses

elektroplating menggunakan bahan pelapis nikel.

- Pengujian makro (*makroscope test*) untuk spesimen yang sudah dilapisi dengan waktu pelapisan yang sama 10 menit dengan variasi jarak anoda 10 cm, 15 cm dan 20 cm.
- Pengukuran nilai kekerasan lapisan permukaan menggunakan alat *rockwell* untuk beberapa spesimen yaitu dengan waktu pelapisan yang sama 20 menit dan variasi jarak anoda katoda 10 cm, 15 cm dan 20 cm.
- Pengukuran nilai kekasaran lapisan permukaan menggunakan alat *surface roughness* untuk semua spesimen setelah pelapisan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

- Foto Makro Pelapisan Nikel

Bertujuan untuk menganalisa bentuk permukaan dari pengujian tersebut, seperti yang di tunjukan pada gambar 3.



Gambar 3. Spesimen Hasil Proses Elektroplating

Gambar 3 menunjukkan pengaruh variasi jarak anoda katoda terhadap perubahan permukaan spesimen setelah proses elektroplating dengan nikel dengan melakukan uji makro.

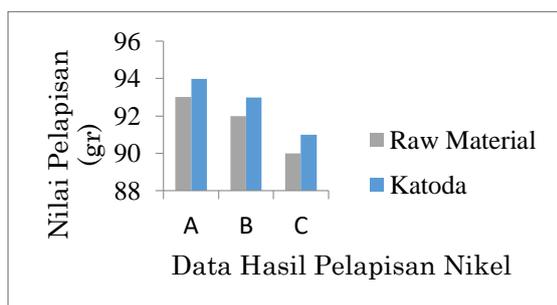
- Nilai Rata-Rata Hasil Proses Elektroplating Nikel

Hasil perubahan material setelah dilakukan uji makro yang ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Data Hasil Elektroplating Nikel

Spesimen	Jarak Anoda Katoda (Cm)	Waktu Pencelupan (Menit)	Berat Spesimen (gram)
Raw Material A			93
Raw Material B			92
Raw Material C			90
A	10	10	93.98
B	15	10	92.98
C	20	10	91

Pada tabel 1 menunjukkan pengaruh jarak anoda katoda terhadap hasil lapisan yang dilihat dari hasil berat raw material dan setelah proses pelapisan dengan membagi spesimen menjadi 3 variasi jarak anoda yaitu (A) 10 cm, (B) 15 cm dan (C) 20 cm dengan waktu pelapisan 10 menit, arus 3 ampere, tegangan 6 volt untuk setiap spesimen dengan bahan pelapis nikel.



Gambar 4. Diagram Perbandingan Hasil Pelapisan

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat nilai rata-rata setiap spesimen yang dilapisi menggunakan proses elektroplating dengan bahan pelapis nikel, arus 3 ampere, tegangan 6 volt dan waktu pelapisan 10 menit dengan berat raw material yang berbeda yaitu raw material (A) 93 gr, raw material (B) 92 gr, raw material (C) 90 gr. Setelah proses elektroplating dan uji makro setiap

spesimen mengalami perubahan permukaan menjadi lebih halus dan mengkilap serta mengalami peningkatan berat yang tidak terlalu signifikan. Pada spesimen A dan B mengalami peningkatan berat yang sama yaitu 0,98 gr sedangkan peningkatan tertinggi terjadi pada spesimen C dengan mengalami peningkatan berat 1 gr.

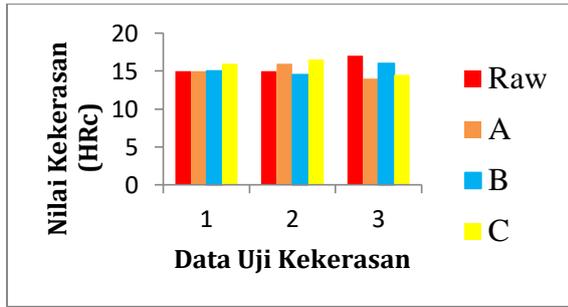
➤ **Perubahan Kekerasan Hasil Proses Elektroplating Nikel Dengan Variasi Jarak Anoda Katoda**

Data kekerasan benda uji (HRC), Indentor yang digunakan adalah kerucut intan dengan sudut puncak 120° yang ditekan pada permukaan benda uji selama 45 detik dengan beban 150 kgf, pengujian kekerasan dilakukan pada permukaan spesimen sebanyak 3 kali. Dari hasil pengujian tersebut didapat nilai kekerasan yang ditunjukkan pada tabel 2.

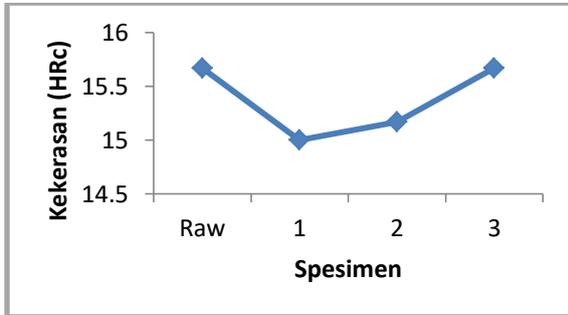
Tabel 2. Data Hasil Uji Kekerasan

Spesimen	Jarak Anoda Katoda (cm)	Waktu Pencelupan (Menit)	Kekerasan (HRC)			Rata-rata (HRC)
			Data 1	Data 2	Data 3	
			1	2	3	
Raw material			15	15	17	15.67
A	10	20	15	16	14	15.00
B	15	20	15	14.5	16	15.17
C	20	20	16	16.5	14.5	15.67

Tabel 4.2 menunjukkan pengaruh jarak anoda katoda terhadap kekerasan yang mana tiap spesimen dibagi menjadi 3 variasi jarak anoda katoda, (A) 10 cm, (B) 15 cm dan (C) 20 cm, dengan waktu pelapisan yang sama yaitu 20 menit dan arus 3 ampere dengan bahan pelapis nikel. Kekerasan rata-rata setiap spesimen ditunjukkan pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Diagram Nilai Uji Kekerasan



Gambar 6. Nilai Kekerasan Rata-Rata Pada Gambar 5 dan gambar 6 menunjukkan grafik hasil uji kekerasan spesimen sebelum dan setelah di elektroplating. Pada spesimen C yang diproses dengan jarak anoda katoda 20 cm, waktu 20 menit dan arus 3 ampere, mengalami nilai rata-rata kekerasannya sama dengan raw material yaitu 15,67 HRc. Nilai kekerasan terkecil ada pada specimen.

A yaitu spesimen dengan jarak anoda katoda 10 cm, waktu 20 menit dan arus 3 ampere, dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 15.00 HRc. Hal ini disebabkan karena semakin dekat jarak anoda katoda maka semakin cepat proses oksidasi reduksinya.

➤ Perubahan Kekasaran Hasil Proses Elektroplating Nikel Dengan Variasi Jarak Anoda Katoda

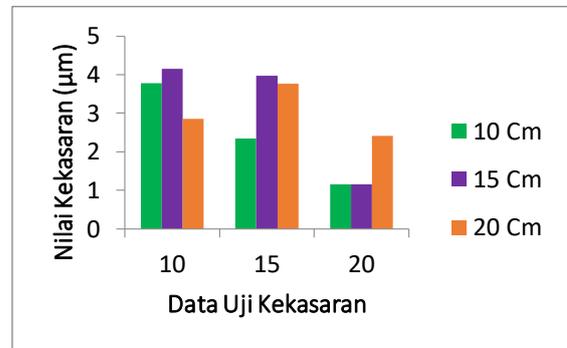
Uji kekasaran dilakukan menggunakan alat Surface Roughness Tester Mitutoyo SJ-210 dengan ketelitian 0.002 mm.

Data hasil pengujian kekasaran ditunjukkan seperti pada Tabel 4.3

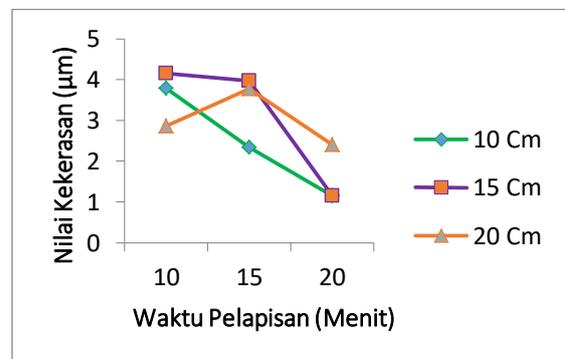
Tabel 3. Data Hasil Uji Kekasaran

Jarak Anoda Katoda (Cm)	Spesimen	Waktu Pencelupan (Menit)	Kekerasan (μm)
10	A	10	3.786
	B	15	2.338
	C	20	1.156
15	D	10	4.156
	E	15	3.967
	F	20	1.156
20	G	10	2.854
	H	15	3.768
	I	20	2.409

Tabel 3 menunjukkan pengaruh jarak anoda katoda terhadap kekasaran yang mana setiap spesimen dibagi menjadi 3 variasi jarak anoda katoda dan 3 variasi waktu, jarak 10 cm (A, B, C), jarak 15 cm (D, E, F) dan jarak 20 cm (G, H, I) dengan arus yang sama yaitu 3 ampere. Nilai hasil Uji kekasaran dapat dilihat pada gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. Diagram Perbandingan Uji Kekasaran



Gambar 8. Grafik Perbandingan Uji Kekasaran

Pada gambar 7 dan gambar 8 dari hasil uji kekasaran mengalami perubahan tingkat kekasaran yang dipengaruhi jarak anoda katoda dan waktu pelapisan. Jarak anoda katodanya yaitu 10 cm, 15 cm, 20 cm dan waktu pelapisan pada setiap jarak anoda katoda yaitu 10 menit, 15 menit, 20 menit dengan arus 3 ampere dan tegangan 6 volt. Tingkat kekasaran terendah terjadi di jarak 10 cm dan 15 cm dengan waktu pelapisan 20 menit dengan nilai kekasaran yang sama yaitu 1.156 μm , dan nilai kekasaran tertinggi ada di jarak anoda katoda 15 cm dengan waktu pelapisan 10 menit dengan nilai kekasaran 4.156 μm .

Hal ini disebabkan karena semakin dekat jarak anoda katoda maka semakin cepat proses oksidasi reduksinya, dan lapisan yang paling lama waktu pelapisannya akan menghasilkan kekasaran rendah hal ini karena nikel yang menempel pada spesimen lebih merata. [20, 6, 18]

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Alat yang telah dibuat menggunakan 2 buah anoda yang saling berhadapan dengan jarak maksimal anoda katoda 20 cm, sumber arus searah (DC), rectifier pada alat elektroplating ini mampu menghasilkan tegangan sebesar 24 volt dan arus sebesar 50 ampere. Menggunakan box controller sebagai pengatur arus dan tegangan serta airator digunakan untuk sistem agitasi pada cairan elektrolit pada proses elektroplating.
- Terdapat pengaruh yang rendah pada variasi jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel terhadap kekerasan permukaan baja karbon rendah SS400. Hal ini disebabkan karena semakin dekat jarak anoda katoda maka semakin cepat proses oksidasi reduksinya. Waktu pencelupan juga mempengaruhi kekerasan, semakin lama waktu yang dipakai maka deposit logam yang menempel pada spesimen semakin banyak. Nilai kekerasan terendah terdapat pada spesimen A sebesar 15.00 HRc pada jarak anoda katoda 10 cm dengan waktu pencelupan 20 menit. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen C sebesar 15.67 HRc pada jarak anoda katoda 20 cm dengan waktu pencelupan 20 menit

yang nilai kekerasannya sama dengan raw material.

- Terdapat pengaruh yang sedang pada variasi jarak anoda katoda dan waktu pelapisan nikel terhadap kekasaran lapisan permukaan baja karbon rendah SS400. Nilai kekasaran permukaan tertinggi sebesar 4.156 μm pada jarak anoda katoda 15 cm dengan waktu pencelupan 20 menit. Nilai kekasaran permukaan baja karbon rendah SS400 terendah sebesar 1.156 μm pada jarak anoda katoda 10 cm dan 15 cm dengan waktu pencelupan yang sama yaitu 20 menit. Sehingga semakin dekat jarak anoda katoda dan semakin lama waktu proses elektroplating terhadap baja karbon rendah SS400 dengan bahan pelapis nikel menentukan nilai kekasaran.

5. SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan, adapun saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Pengambilan data nilai kekasaran dan kekerasan lapisan permukaan sebaiknya lebih dari tiga titik supaya memperoleh nilai yang lebih akurat.
- Perlu adanya pengujian ketebalan lapisan, karena dengan adanya pengujian ketebalan lapisan akan lebih mengetahui ketebalan lapisan yang menempel pada spesimen.
- Perlu adanya pengujian *Micro Vickers* untuk melihat tingkat kekerasan material yang lebih teliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas dukungan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Terutama kepada :

1. Civitas Universitas Singaperbangsa Karawang
2. Tim Dosen Jurusan Teknik Mesin Unsika
3. Rekan-rekan Teknik Mesin Unsika

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deva Agus Setiawan, Harnowo Supriadi, Kms. Ridhuan, 2016. Pengaruh Jarak Anoda-Katoda Pada Proses Elektroplating Tembaga

- Terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda Baja AISI 1020. Jurnal, Eko Budiyanto, , vol. 5.
- [2] Danang. dkk. 2013. "Pengaruh Arus dan Waktu Pelapisan Hard Chrome Terhadap Ketebalan Lapisan dan Tingkat Kekerasan Mikro Pada Plat Baja Karbon Rendah AISI 1026 Dengan Menggunakan CrO₃ 250 gr/lit dan H₂SO₄ 2,5 gr/lit Pada Proses Elektroplati Tarwijayanto,.
- [3] Abid Fahreza. 2016. "Pengaruh Jarak Anoda –Katoda dan Durasi Pelapisan Terhadap Laju Korosi Pada Hasil Electroplating Hard Chrome". Sukabumi: Politeknik Sukabumi. Alphadona,.
- [4] ASM handbook. 1993. Properties and Selection: Iron Steel and High Performance Alloys.Tenth Edition. Metals handbook. Vol. 6.,.
- [5] Gunawan.A.D, Triadi.N.D, Subagyo.D, Wibowo.E., 2006, Elektroplating Dekortif Protektif Dengan Kapasitas Larutan Elektrolit Nikel 20 L Dan Khrom 10 L, Vol. 14, No. 2, Universitas Diponegoro: Semarang. Abu.M.,.
- [6] 2007. Uji ketebalan dan kekasaran lapisan chrom keras plat baja st 37. Jurnal, Vol 8, No. 1. Ahmad Syarif,.
- [7] Ashar, Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik (Elektroplating), Balai Besar Logam dan Mesin: Bandung. Arsianto,.
- [8] Ashar, Mengenal Teknologi Pelapisan Logam, Balai Besar Logam dan Mesin: Bandung. Arsianto,.
- [9] 14/2: 23-28. Basmal et al. 2012 pengaruh suhu dan waktu pelapisan tembaga-nikel pada baja karbon rendah secara electroplating terhadap nilai ketebalan dan kekerasan. Rotasi,.
- [10] 2016, Arya Mahendra Sakti, S.T., M.T., "Pengaruh Jarak Anoda Katoda dan Waktu Pencelupan Pada Proses Pelapisan Nikel-Krom Terhadap Ketebalan dan Kekasaran Lapisan Permukaan Knalpot Sepeda Motor". UNNES:Surabaya. Donni Indra Nasution,.
- [11] Anton J. & Kaneko, Tomojiro. 1995. Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating). Yogyakarta: Andi Offset Hartomo,.
- [12] Hohl dkk. Jurnal. Electrochemical Deposition of Bismuth Micro- and Nanowires Using Electroplate and Lift Lithography,.,
- [13] 2013, "Pengaruh tebal pelapisan chrome terhadap sifat mekanik pada baja SS400 dengan metode electroplating". Universitas Guna Darma:Jakarta. Mulyudha,.
- [14] SS, dkk, 1966, Petunjuk Praktikum Elektroplating, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Rahayu,.
- [15] 2006, 116 Unsur Kimia, Yrama Widya: Bandung. Sunardi,.
- [16] T. dan Saito, S. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Pradnya Paramita. Jakarta. Pp.69-72. Surdia,.
- [17] Soleh, 2006, Buku Saku Elektroplating, Technic: Cimahi. Wahyudi,.
- [18] Irsyad Dwi. 2016. "Pengaruh Variasi Waktu Celup Dan Tegangan Terhadap Ketebalan Permukaan Dan Kekuatan Tarik Baja ST 41 Pada Proses Pelapisan Nikel". Surabaya: Universitas Negeri Surabaya. Yanuarizal,.