

PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU PROSES ELEKTROPLATING TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KETEBALAN DAN KEKERASAN LAPISAN NIKEL BAJA St41

Andriawan

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: andriawanandriawan@mhs.unesa.ac.id

Aisyah Endah Palupi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: aisyahpalupi@unesa.ac.id

Abstrak

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pelapisan logam khususnya elektroplating, mendorong para peneliti untuk terus berinovasi. Dahulu pelapisan logam hanya digunakan untuk ketahanan terhadap korosi, sekarang dapat digunakan untuk menaikkan kekuatan dan keindahan dari produk yang dilapisi. Hal ini yang dibutuhkan oleh UKM di Sidoarjo yang bergerak di bidang usaha elektroplating yang salah satu produknya adalah peninggi *shock* belakang sepeda motor. Ditinjau dari fungsi dan guna dari produknya, kekerasan lapisan sangat penting diperhatikan. UKM ini belum menggunakan standar baku pada proses produksinya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh temperatur elektrolit dan waktu pencelupan proses pelapisan elektroplating terhadap ketebalan, kekerasan dan struktur mikro lapisan nikel. Penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif dengan standart ASTM B689 Volume (02.05) dengan baja St41 sebagai spesimennya. Spesimen dicelupkan dalam larutan elektrolit dengan temperatur yang divariasikan yaitu 30, 40 dan 50°C selama 10 menit, dengan cara yang sama dilakukan untuk waktu pencelupan 15 dan 20 menit. Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian antara lain, pengujian ketebalan dengan *Coating Thickness Gauge* didapatkan nilai ketebalan paling tinggi pada waktu 20 menit serta temperatur 50°C dengan nilai 21.8 µm dan Pengujian kekerasan dengan *Rockwell Hardness Tester* didapatkan nilai kekerasan paling tinggi pada waktu 10 menit dan temperatur 30°C dengan nilai 32.1 HRC. Data yang diperoleh menunjukkan semakin tinggi temperatur dan semakin lama waktu yang digunakan maka lapisan nikel semakin tebal, namun kekerasan menurun. Penelitian ini juga melakukan uji SEM-EDX dan didapatkan massa atom Ni pada waktu 10, 15 dan 20 menit dengan temperatur 30°C adalah 84.80%, 89.85% dan 93.37% serta jumlah atom Ni 62.31%, 74.36% dan 79.88%. Data tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu proses maka semakin banyak massa atom dan jumlah atom Ni yang tereduksi dan menempel sehingga lapisan Ni yang terbentuk dipermukaan baja St41 semakin tebal.

Kata Kunci: baja St41, waktu pencelupan, temperatur elektrolit, ketebalan, kekerasan, struktur mikro

Abstract

The development of science and technology in the field of metal coating, especially electroplating, encourages researchers to continue to innovate. Previously metal coatings were only used for corrosion resistance, now they can be used to increase the strength and beauty of coated products. This is what is needed by UKM in Sidoarjo which is engaged in the electroplating business, one of the products of which is the improvement of motorcycle rear shock. Judging from the function and use of the product, the hardness of the coating is very important to note. These SMEs have not used standard standards in the production process. The purpose of this study was to determine the effect of electrolyte temperature and the time of the electroplating coating process on the thickness, hardness and microstructure of the nickel coating. This study uses descriptive quantitative and qualitative descriptive data analysis techniques with ASTM B689 volume (02.05) standard with St41 steel as the specimen. The specimen was immersed in an electrolyte solution with varying temperatures of 30, 40 and 50°C for 10 minutes, in the same way carried out for the dipping time of 15 and 20 minutes. In this study several tests were conducted, among others, thickness testing with the *Coating Thickness Gauge* obtained the highest thickness value at 20 minutes and a temperature of 50°C with a value of 21.8 µm and *Hardness Testing* with the *Rockwell Hardness Tester* obtained the highest hardness value within 10 minutes and temperature of 30°C with a value of 32.1 HRC. The data obtained shows that the higher the temperature and the longer time it is used the thicker the nickel layer, but the hardness decreases. This research also conducted SEM-EDX test and obtained the mass of Ni atoms in 10, 15 and 20 minutes with a temperature of 30 °C was 84.80%, 89.85% and 93.37% and the number of Ni atoms 62.31%, 74.36% and 79.88%. The data shows that the longer the processing time, the more atomic mass and the number of Ni atoms is reduced and attached so that the formed Ni layer on the surface of St41 steel is thicker.

Keywords: St41 steel, dipping time, electrolyte temperature, thickness, hardness, microstructure

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi pada sektor industri pelapisan logam telah mengalami kemajuan yang sangat pesat mulai dari jenis pelapisan, bahan pelapis, hingga hasil lapisan. Hal ini berdampak pada kebutuhan sektor industri pelapisan logam yang semakin bervariasi tidak hanya membutuhkan ketahanan terhadap korosi namun juga kekuatan dari material dan keindahan serta memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Kebutuhan akan komponen berbahan dasar logam banyak sekali dalam bidang industri, khususnya pada bidang otomotif. Pada skala UKM di Sidoarjo (usaha kecil dan menengah) dengan salah satu produknya adalah peninggi shock belakang sepeda motor. Peninggi *shock* belakang ini berfungsi sebagai tumpuan antara shock dan kerangka sepeda motor. Oleh karena itu, kekerasan permukaannya harus diperhatikan mengingat tempat pengaplikasian komponen ini rawan terjadi korosi.

Penggunaan material berupa logam paduan semakin sering digunakan pada dunia industri. Salah satu logam paduan yang biasa digunakan adalah baja St41. Baja St41 adalah salah satu dari baja karbon rendah. Baja ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebesar 0,08%-0,20%. Baja karbon rendah sering digunakan dalam komponen mesin-mesin industri seperti gear, rantai, skrup dan poros. Selain itu juga baja St41 juga digunakan sebagai *handle* rem sepeda motor, bodi mobil, pipa saluran, konstruksi jembatan, rivet. Penulis memilih baja St41 sebagai spesimen karena memiliki beberapa kelebihan yaitu mempunyai kekuatan yang cukup tinggi, mempunyai nilai kekerasan yang cukup, stabilitas dimensi yang baik.

Teknik pelapisan logam yang seringkali digunakan dalam industri logam yaitu elektroplating. Elektroplating adalah proses pelapisan yang menggunakan prinsip pengendapan logam dengan cara elektrokimia. Benda kerja yang akan dilapisi dijadikan katoda. Sedangkan logam yang akan melapisi benda kerja dijadikan anoda. Kelebihan menggunakan cara ini, yaitu mudah dilakukan dan hasil yang baik serta murah dalam ongkos produksinya.

Pelapisan dengan cara yang benar dan standar baku (tetap) yang baik akan menekan kerugian dalam proses produksi di industri, karena dengan standart baku yang baik akan mengurangi cacat pada saat produksi. Hal ini akan berdampak langsung pada jumlah dan waktu produksi yang tidak terhambat akibat adanya cacat. Kendala-kendala seperti ini yang sering kali terjadi pada UKM di Sidoarjo. Tidak adanya standar baku dalam proses elektroplating khususnya pada waktu pencelupan dan temperatur elektrolit yang dipakai mengakibatkan hasil dari produksi yang sering di ulang akibat terjadinya cacat yang berupa tidak meratanya hasil pelapisan.

Beberapa penelitian mengenai pengaruh waktu pencelupan dan temperatur pada proses elektroplating, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Sudarmono Rizki Yulianto, (2013:145). yang meneliti tentang pengaruh variasi temperatur elektrolit (40, 45, 50, 55 dan 60°C) pada pelapisan elektroplating terhadap kekerasan lapisan nikel baja St40 dengan hasil penelitiannya yaitu semakin bertambahnya temperatur cairan, maka kekerasan semakin menurun [10]. Andhi Setyo Pamungkas, (2018) yang meneliti tentang pengaruh variasi temperatur elektrolit (60, 70 dan 80°C) pada pelapisan elektroplating terhadap ketebalan lapisan nikel baja St37 dengan hasil penelitian yaitu semakin tinggi temperatur maka semakin tebal lapisan [8]. Ratih Deviana, (2014:176) yang meneliti tentang pengaruh variasi waktu pencelupan (15, 35 dan 45 menit) dan temperatur elektrolit (30, 40 dan 50°C) pada pelapisan elektroplating terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan nikel baja St41 dengan hasil penelitian yaitu semakin tinggi temperatur pelapisan dan semakin lama waktu pencelupan maka akan semakin tebal lapisan yang terbentuk sedangkan nilai kekerasan permukaan yang didapatkan akan semakin menurun [3]. Dari penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa temperatur dan waktu proses elektroplating sangat berpengaruh terhadap kekerasan dan ketebalan lapisan yang terbentuk.

Penelitian Ratih Deviana (2014:176) digunakan penulis sebagai rujukan. Penulis mengambil variabel temperatur yaitu (30, 40 dan 50°C) yang telah terbukti berpengaruh terhadap hasil pelapisan. Sedangkan untuk variabel waktu pencelupan, penulis menggunakan variabel waktu pencelupan sesuai dengan waktu produksi yang digunakan pada UKM yaitu (10, 15 dan 20 menit). Hal ini sesuai dengan permintaan UKM untuk tidak merubah waktu produksi.

Berdasarkan pembahasan di atas. Penulis melakukan penelitian untuk mengetahui “Pengaruh temperatur dan waktu proses elektroplating terhadap struktur mikro, ketebalan dan kekerasan lapisan nikel baja St41”, yang menerapkan pengaruh variabel temperatur dan waktu terhadap ketebalan, kekerasan, struktur mikro yang terbentuk. Pengamatan struktur mikro ditambahkan untuk mengamati rata tidaknya lapisan yang terbentuk. Hal ini didasari karena banyaknya cacat yang terjadi berupa tidak meratanya lapisan pada hasil produksi di UKM di Sidoarjo. Dengan demikian hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas hasil produksi dan dapat digunakan sebagai standart baku proses produksi di UKM, sehingga kedepannya dapat menekan terjadinya cacat produksi.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- Bagaimanakah pengaruh temperatur elektrolit (30, 40 dan 50 °C) dan waktu pencelupan (10, 15 dan 20 menit) pada proses pelapisan elektroplating terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan baja St41?
- Bagaimanakah pengaruh temperatur elektrolit (30, 40 dan 50 °C) dan waktu pencelupan (10, 15 dan 20 menit) pada proses pelapisan elektroplating terhadap struktur mikro baja St41?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui :

- Pengaruh temperatur elektrolit dan waktu pencelupan proses pelapisan elektroplating terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan nikel baja St41.
- Pengaruh temperatur elektrolit dan waktu pencelupan proses pelapisan elektroplating terhadap struktur mikro permukaan pada baja St41.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dan kualitatif dengan standart ASTM B689 Volume (02.05) untuk mengetahui pengaruh temperatur dan waktu proses elektroplating terhadap struktur mikro, ketebalan dan kekerasan lapisan nikel baja St41, dengan :

- Pengujian ketebalan dengan menggunakan Coating Thickness Gauge.
- Pengujian kekerasan dengan menggunakan Rockwell Hardness Tester.
- Pengujian struktur mikro permukaan lapisan dengan menggunakan SEM-EDX (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray).

Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian :
 - Proses persiapan pembuatan spesimen dan proses pelapisan di Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin UNESA.
 - Proses pengambilan data kekerasan dan ketebalan permukaan lapisan nikel dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UNESA.
 - Proses pengambilan data struktur mikro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UM.
- Waktu penelitian
Februari - juli tahun 2019.

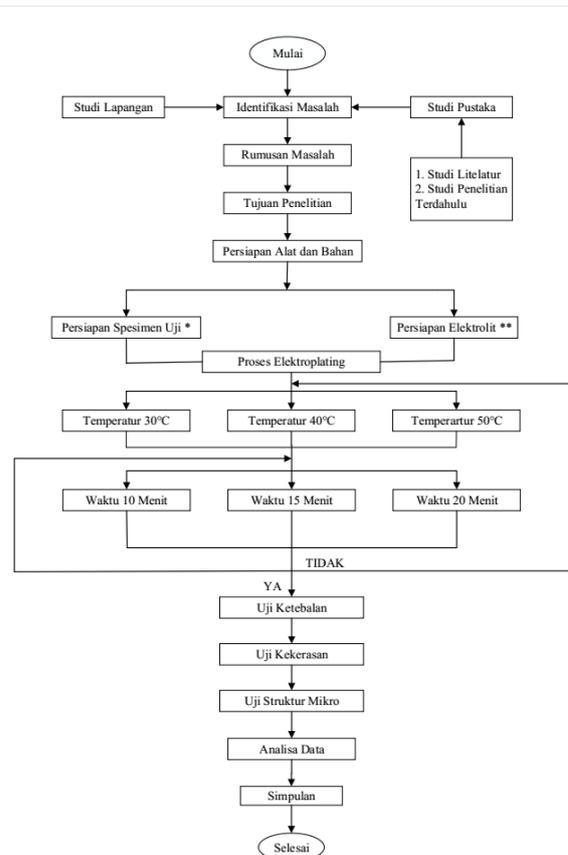
Objek Penelitian

Objek penelitian adalah hasil elektroplating dengan temperatur dan waktu yang divariasikan.

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
 - Waktu pencelupan : 10, 15, 20 (menit).
 - Temperatur proses pelapisan : 30, 40, 50 (°C).
- Variabel Terikat
 - Kuat arus 5 Ampere.
 - Larutan elektrolit NiSO₄ (Nikel Sulfat).
- Variabel Kontrol
 - Ketebalan lapisan nikel baja St41.
 - Kekerasan permukaan baja St41.
 - Struktur mikro lapisan nikel baja St41.

Flowchart Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif dan kualitatif. Tahap ini mendeskripsikan data untuk mendapat kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

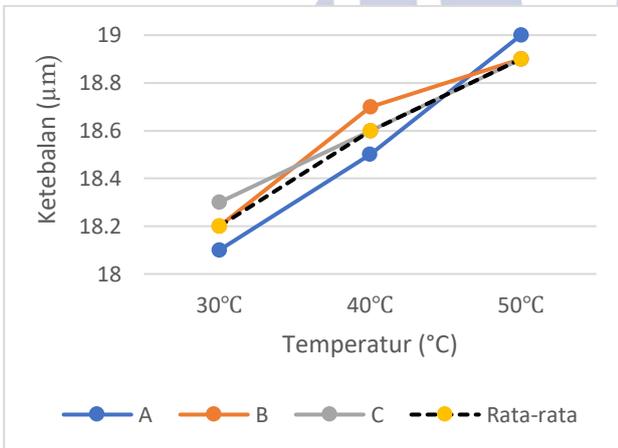
Ketebalan Lapisan dengan Variasi Waktu Pencelupan dan Temperatur Pelapisan Proses Elektroplating Pada Baja St41

- Analisa ketebalan lapisan pada waktu pencelupan 10 menit dan diperoleh data sebagai berikut

Tabel 1. Nilai ketebalan lapisan dengan waktu pencelupan 10 menit.

T (°C)	Spesimen	Waktu (menit)	Uji Ketebalan Titik (µm)			Rata-rata	Rata-rata (Σ)
			1	2	3		
30 (T1)	A	10	18.0	18.2	18.0	18.1	18.2
	B		18.2	18.2	18.3	18.2	
	C		18.3	18.2	18.3	18.3	
40 (T2)	A		18.6	18.5	18.7	18.5	18.6
	B		18.6	18.7	18.6	18.7	
	C		18.7	18.5	18.6	18.6	
50 (T3)	A		18.9	19.1	19.0	19	18.9
	B		18.8	19.0	18.9	18.9	
	C		19.0	18.8	19.0	18.9	

Hasil pengujian di atas menunjukkan ketebalan paling kecil diperoleh pada temperatur 30°C dengan rata-rata nilai ketebalan lapisan sebesar 18.2µm. Nilai ketebalan paling besar diperoleh pada temperatur 50°C dengan rata-rata nilai ketebalan lapisan sebesar 18.9µm.



Gambar 2. Ketebalan lapisan dengan waktu pencelupan 10 menit.

Gambar 2. Menunjukkan ketebalan lapisan meningkat seiring bertambahnya temperatur elektrolit. Nilai ketebalan terbesar terjadi pada spesimen dengan temperatur 50°C dan ketebalan terkecil pada spesimen dengan temperatur 30°C. Semakin tinggi temperatur pelapisan maka nilai ketebalan lapisan akan semakin meningkat. Hal ini menunjukkan semakin banyak pula lapisan nikel menempel pada permukaan spesimen Baja St41.

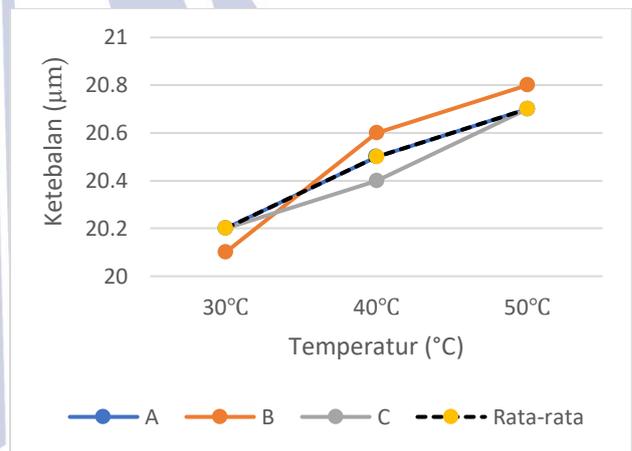
- Analisa ketebalan lapisan pada waktu pencelupan 15 menit dan diperoleh data sebagai berikut

Tabel 2. Nilai ketebalan lapisan dengan waktu pencelupan 15 menit.

T (°C)	Spesimen	Waktu (menit)	Uji Ketebalan Titik (µm)			Rata-rata	Rata-rata (Σ)
			1	2	3		
30	A	15	20.3	19.9	20.3	20.2	20.2

T (°C)	Spesimen	Waktu (menit)	Uji Ketebalan Titik (µm)			Rata-rata	Rata-rata (Σ)
			1	2	3		
30 (T1)	B	15	20.2	20.0	20.1	20.1	20.2
	C		20.2	20.3	20.0	20.2	
40 (T2)	A		20.5	20.6	20.4	20.5	20.5
	B		20.5	20.5	20.6	20.6	
	C		20.4	20.5	20.5	20.4	
50 (T3)	A		20.7	20.7	20.8	20.7	20.7
	B		20.8	20.7	20.8	20.8	
	C		20.7	20.8	20.7	20.7	

Hasil pengujian di atas menunjukkan ketebalan paling kecil diperoleh pada temperatur 30°C dengan rata-rata nilai ketebalan lapisan sebesar 20.2µm. Nilai ketebalan paling besar diperoleh pada temperatur 50°C dengan rata-rata nilai ketebalan lapisan sebesar 20.7µm.



Gambar 3. Ketebalan lapisan dengan waktu pencelupan 15 menit.

Gambar 3. Menunjukkan ketebalan lapisan meningkat seiring bertambahnya temperatur elektrolit. Nilai ketebalan terbesar terjadi pada spesimen dengan temperatur 50°C dan ketebalan terkecil pada spesimen dengan temperatur 30°C. Semakin tinggi temperatur pelapisan maka nilai ketebalan lapisan akan semakin meningkat. Hal ini menunjukkan semakin banyak pula lapisan nikel menempel pada permukaan spesimen Baja St41.

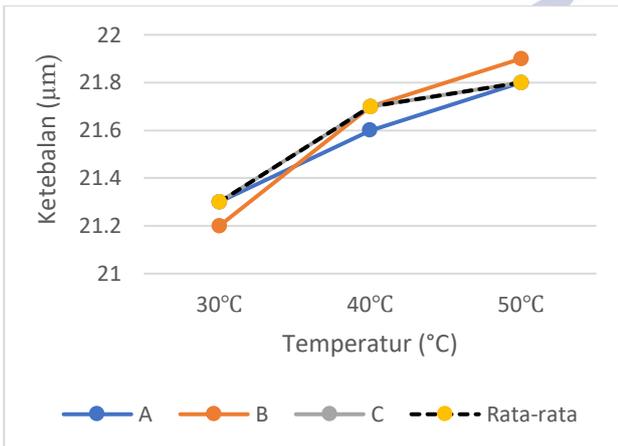
- Analisa ketebalan lapisan pada waktu pencelupan 20 menit dan diperoleh data sebagai berikut

Tabel 3. Nilai ketebalan lapisan dengan waktu pencelupan 20 menit.

T (°C)	Spesimen	Waktu (menit)	Uji Ketebalan Titik (µm)			Rata-rata	Rata-rata (Σ)
			1	2	3		
30 (T1)	A	20	21.2	21.3	21.4	21.3	21.3
	B		21.3	21.2	21.2	21.2	
	C		21.3	21.3	21.3	21.3	

T (°C)	Spesimen	Waktu (menit)	Uji Ketebalan Titik (µm)			Rata-rata	Rata-rata (Σ)
			1	2	3		
40 (T2)	A	20	21.5	21.5	21.6	21.6	21.7
	B		21.6	21.5	21.6	21.7	
	C		21.6	21.6	21.5	21.7	
50 (T3)	A		21.9	21.9	21.7	21.8	21.8
	B		22.0	21.9	21.8	21.9	
	C		21.9	21.8	21.8	21.8	

Hasil pengujian di atas menunjukkan ketebalan paling kecil diperoleh pada temperatur 30°C dengan rata-rata nilai ketebalan lapisan sebesar 21.3µm. Nilai ketebalan paling besar diperoleh pada temperatur 50°C dengan rata-rata nilai ketebalan lapisan sebesar 21.8µm.



Gambar 4. Ketebalan lapisan dengan waktu pencelupan 10 menit.

Gambar 4. Menunjukkan ketebalan lapisan meningkat seiring bertambahnya temperatur elektrolit. Nilai ketebalan terbesar terjadi pada spesimen dengan temperatur 50°C dan ketebalan terkecil pada spesimen dengan temperatur 30°C. Semakin tinggi temperatur pelapisan maka nilai ketebalan lapisan akan semakin meningkat. Hal ini menunjukkan semakin banyak pula lapisan nikel menempel pada permukaan spesimen Baja St41.

Kekerasan Permukaan dengan Variasi Waktu Pencelupan dan Temperatur Pelapisan Proses Elektroplating Pada Baja St41

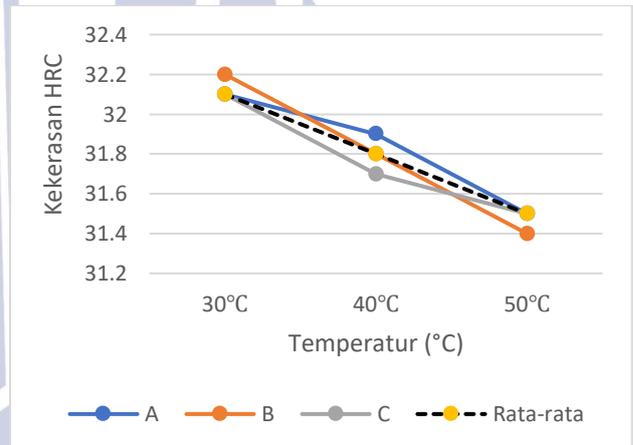
- Analisa kekerasan permukaan pada waktu 10 menit dan diperoleh data sebagai berikut

Tabel 4. Nilai kekerasan permukaan dengan waktu pencelupan 10 menit.

T (°C)	Spesimen	Waktu (menit)	Uji Kekerasan Titik					Rata-rata	Rata-rata (Σ)
			1	2	3	4	5		
30 (T1)	A	10	32.1	31.1	32.0	31.5	34.0	32.1	32.1
	B		32.6	31.5	32.5	30.3	33.9	32.2	

T (°C)	Spesimen	Waktu (menit)	Uji Kekerasan Titik					Rata-rata	Rata-rata (Σ)
			1	2	3	4	5		
30 (T1)	C	10	32.3	31.1	32.2	31.3	33.7	32.1	32.1
40 (T2)	A		32.0	31.1	31.8	31.4	33.2	31.9	
	B		31.9	30.8	32.3	31.1	32.9	31.8	
50 (T3)	C		32.1	30.9	31.9	31.0	33.3	31.7	
	A		31.8	30.8	31.9	30.9	32.4	31.5	
	B		31.6	30.5	31.7	30.7	32.8	31.4	
	C	32.0	30.6	31.8	30.7	32.4	31.5		

Hasil pengujian di atas menunjukkan kekerasan permukaan paling kecil diperoleh pada temperatur 50°C dengan rata-rata nilai kekerasan permukaan sebesar 31.5 HRC. Nilai kekerasan permukaan besar diperoleh pada temperatur 30°C dengan rata-rata nilai kekerasan permukaan sebesar 32.1 HRC.



Gambar 5. Kekerasan permukaan dengan waktu pencelupan 10 menit.

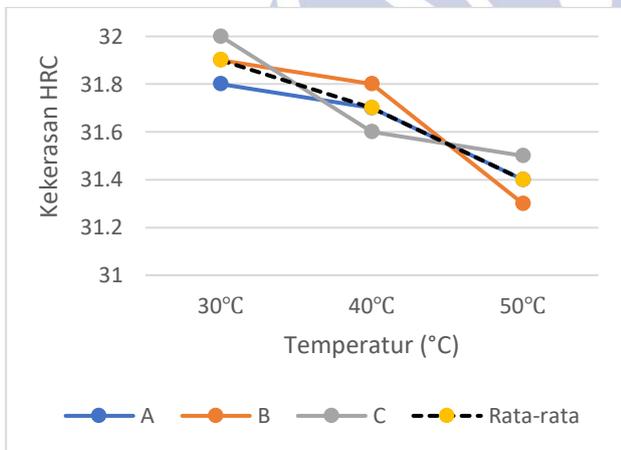
Gambar 5. Dari grafik di atas terlihat kekerasan permukaan menurun seiring bertambahnya temperatur elektrolit. Hasil kekerasan permukaan tertinggi terjadi pada spesimen dengan temperatur 30°C dan kekerasan permukaan terendah terdapat pada spesimen dengan temperatur 50°C. Dengan semakin tingginya temperatur pelapisan dan semakin banyak lapisan nikel yang menempel pada permukaan spesimen baja St41 maka nilai kekerasan permukaan yang didapatkan akan semakin menurun. Hal tersebut terjadi karena berbagai faktor diantaranya proses oksidasi yang terjadi pada spesimen, juga sifat dari bahan pelapis (nikel) yang lunak sehingga mengakibatkan kekerasan dari material menurun.

- Analisa kekerasan permukaan pada waktu 15 menit dan diperoleh data sebagai berikut

Tabel 5. Nilai kekerasan permukaan dengan waktu pencelupan 15 menit.

T (°C)	Spesimen	Waktu (menit)	Uji Kekerasan Titik					Rata-rata	Rata-rata (Σ)
			1	2	3	4	5		
30 (T1)	A	15	32.2	30.9	32.4	30.7	33.2	31.8	31.9
	B		32.0	30.9	32.2	31.1	33.5	31.9	
	C		32.3	31.1	32.4	30.8	33.3	32.0	
40 (T2)	A		31.9	30.7	32.0	30.9	33.2	31.7	31.7
	B		32.1	30.7	32.3	31.1	32.8	31.8	
	C		31.6	30.9	31.9	30.8	33.3	31.6	
50 (T3)	A		31.5	30.6	31.7	30.8	32.8	31.4	31.4
	B		31.8	30.5	31.5	30.6	32.9	31.3	
	C		31.6	30.7	31.9	30.9	32.6	31.5	

Hasil pengujian di atas menunjukkan kekerasan permukaan paling kecil diperoleh pada temperatur 50°C dengan rata-rata nilai kekerasan permukaan sebesar 31.4 HRC. Nilai kekerasan permukaan besar diperoleh pada temperatur 30°C dengan rata-rata nilai kekerasan permukaan sebesar 31.9 HRC.



Gambar 6. Kekerasan permukaan dengan waktu pencelupan 15 menit.

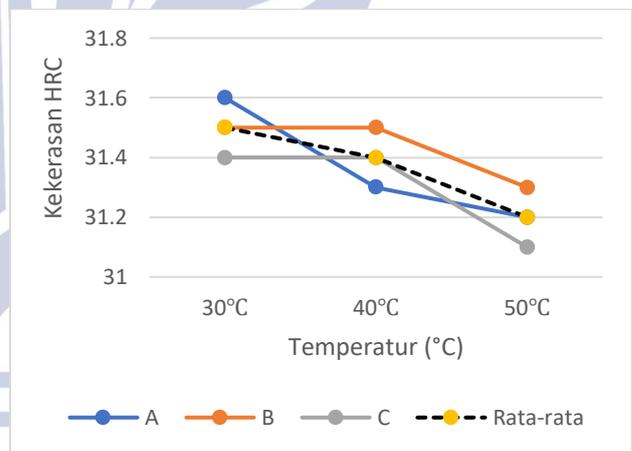
Gambar 6. Dari grafik di atas terlihat kekerasan permukaan menurun seiring bertambahnya temperatur elektrolit. Hasil kekerasan permukaan tertinggi terjadi pada spesimen dengan temperatur 30°C dan kekerasan permukaan terendah terdapat pada spesimen dengan temperatur 50°C. Dengan semakin tingginya temperatur pelapisan dan semakin banyak lapisan nikel yang menempel pada permukaan spesimen baja St41 maka nilai kekerasan permukaan yang didapatkan akan semakin menurun. Hal tersebut terjadi karena berbagai faktor diantaranya proses oksidasi yang terjadi pada spesimen, juga sifat dari bahan pelapis (nikel) yang lunak sehingga mengakibatkan kekerasan dari material menurun.

- Anilisa kekerasan permukaan pada waktu pencelupan 20 menit dan diperoleh data sebagai berikut

Tabel 6. Nilai kekerasan permukaan dengan waktu pencelupan 20 menit.

T (°C)	Spesimen	Waktu (menit)	Uji Kekerasan Titik					Rata-rata	Rata-rata (Σ)
			1	2	3	4	5		
30 (T1)	A	20	31.7	30.7	31.7	30.9	33.1	31.6	31.5
	B		32.0	30.5	31.9	30.7	32.9	31.5	
	C		31.6	30.8	31.4	30.7	33.3	31.4	
40 (T2)	A		31.2	30.9	31.6	30.7	33.0	31.3	31.4
	B		31.7	30.6	31.5	30.9	33.2	31.5	
	C		31.4	30.6	31.7	30.8	32.7	31.4	
50 (T3)	A		31.5	30.4	31.4	30.7	32.8	31.2	31.2
	B		31.8	30.9	31.5	30.6	32.6	31.3	
	C		31.5	30.3	31.3	30.7	32.4	31.1	

Hasil pengujian di atas menunjukkan kekerasan permukaan paling kecil diperoleh pada temperatur 50°C dengan rata-rata nilai kekerasan permukaan sebesar 31.2 HRC. Nilai kekerasan permukaan besar diperoleh pada temperatur 30°C dengan rata-rata nilai kekerasan permukaan sebesar 31.5 HRC.

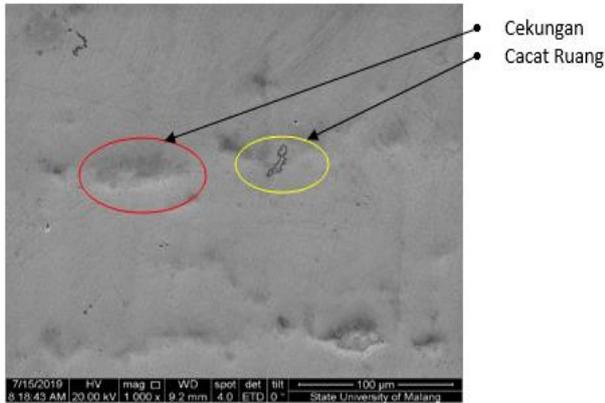


Gambar 7. Kekerasan permukaan dengan waktu pencelupan 20 menit.

Gambar 7. Dari grafik di atas terlihat kekerasan permukaan menurun seiring bertambahnya temperatur elektrolit. Hasil kekerasan permukaan tertinggi terjadi pada spesimen dengan temperatur 30°C dan kekerasan permukaan terendah terdapat pada spesimen dengan temperatur 50°C. Dengan semakin tingginya temperatur pelapisan dan semakin banyak lapisan nikel yang menempel pada permukaan spesimen baja St41 maka nilai kekerasan permukaan yang didapatkan akan semakin menurun. Hal tersebut terjadi karena berbagai faktor diantaranya proses oksidasi yang terjadi pada spesimen, juga sifat dari bahan pelapis (nikel) yang lunak sehingga mengakibatkan kekerasan dari material menurun.

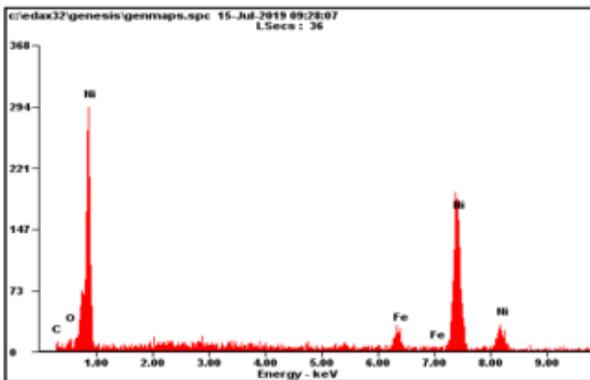
Struktur Mikro dengan Variasi Waktu Pencelupan dan Temperatur Pelapisan Proses Elektroplating Pada Baja St41

- Analisa struktur mikro lapisan nikel pada temperatur 30°C dan waktu pencelupan 10 menit diperoleh data sebagai berikut.



Gambar 8. Struktur mikro Spesimen dengan waktu pencelupan 10 menit.

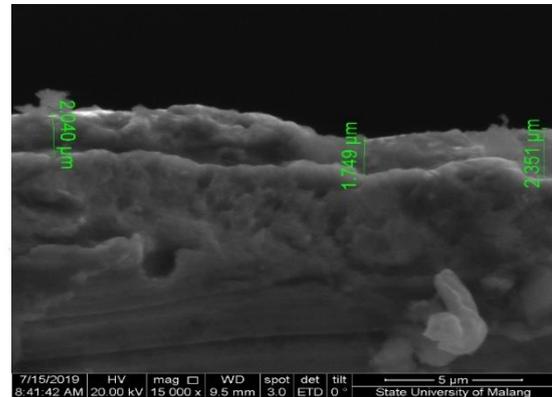
Penampakan struktur mikro spesimen didapatkan lapisan nikel yang terbentuk menutupi seluruh permukaan, lapisan nikel teroksidasi dan menempel dipermukaan baja St41. Dari data juga didapatkan beberapa cacat mikro ditandai dengan lingkaran merah berupa cekungan dan lingkaran kuning berupa cacat ruang yaitu porositas.



Element	Wt%	At%
CK	07.28	26.15
OK	02.82	07.61
FeK	05.10	03.94
NiK	84.80	62.31
Matrix	Correction	ZAF

Gambar 9. Hasil uji EDX permukaan lapisan dengan waktu pencelupan 10 menit.

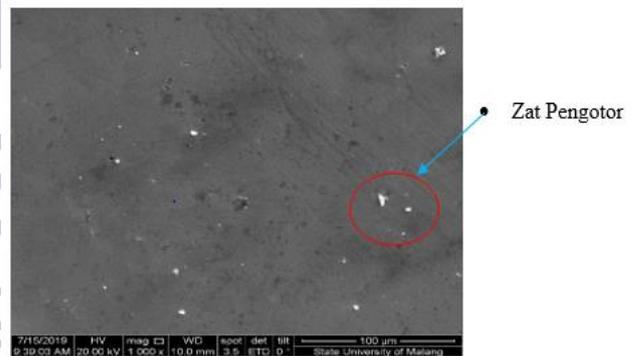
Didapatkan data dari tabel komposisi zat penyusun lapisan nikel baja St41 yaitu presentase terbesar yaitu Ni dengan massa atom Ni 84.80% dan jumlah atom 62.31%. Dengan massa dan jumlah atom Ni yang didapatkan maka lapisan Ni yang terbentuk dipermukaan tidak terlalu tebal dan cenderung tipis.



Gambar 10. Struktur mikro lapisan dengan waktu pencelupan 10 menit.

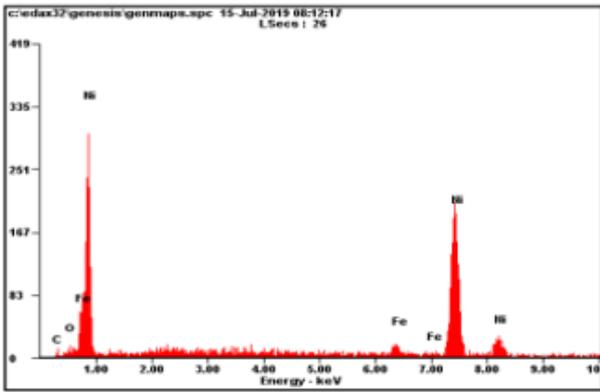
Penampakan struktur mikro lapisan didapatkan lapisan nikel yang melapisi merata dipermukaan spesimen. Didapatkan ketebalan rata-rata ketebalan lapisan yang terbentuk yaitu 2.046 μm.

- Analisa struktur mikro lapisan nikel pada temperatur 30°C dan waktu pencelupan 15 menit diperoleh data sebagai berikut..



Gambar 11. Struktur mikro Spesimen dengan waktu pencelupan 15 menit.

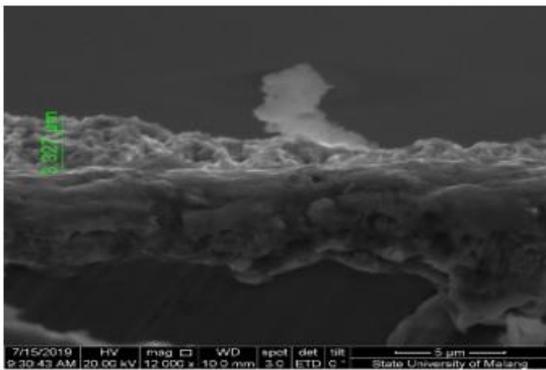
Penampakan struktur mikro spesimen didapatkan lapisan nikel yang terbentuk menutupi seluruh permukaan, lapisan nikel teroksidasi dan menempel dipermukaan baja St41. Pada lingkaran merah merupakan serbuk besi Fe yang menempel kuat dipermukaan, serbuk Fe ini merupakan zat pengotor yang dapat merusak lapisan nikel.



Element	Wt%	At%
CK	04.19	16.94
OK	01.62	04.92
FeK	04.34	03.77
NiK	89.85	74.36
Matrix	Correction	ZAF

Gambar 12. Hasil uji EDX permukaan lapisan dengan waktu pencelupan 15 menit.

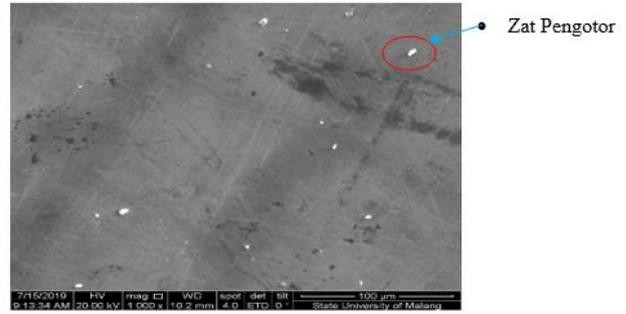
Didapatkan data dari tabel komposisi zat penyusun lapisan nikel baja St41 yaitu presentase terbesar yaitu Ni dengan massa atom Ni 89.85% dan jumlah atom 74.36%. Dengan massa dan jumlah atom Ni yang didapatkan maka lapisan Ni yang terbentuk dipermukaan tidak terlalu tebal dan cenderung tipis.



Gambar 13. Struktur mikro lapisan dengan waktu pencelupan 15 menit.

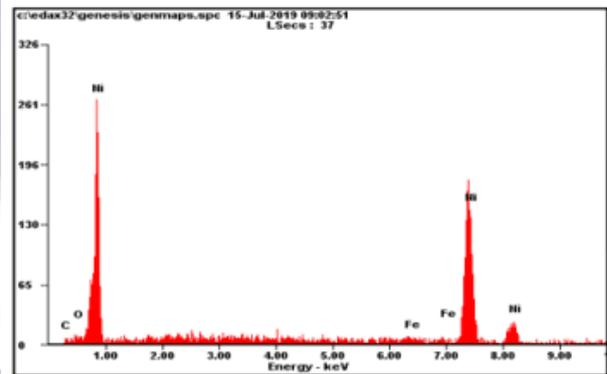
Penampakan struktur mikro lapisan didapatkan lapisan nikel yang melapisi merata dipermukaan spesimen. Didapatkan ketebalan rata-rata ketebalan lapisan yang terbentuk yaitu 3.327 µm.

- Anilisa struktur mikro lapisan nikel pada temperatur 30°C dan waktu pencelupan 20 menit diperoleh data sebagai berikut.



Gambar 14. Struktur mikro Spesimen dengan waktu pencelupan 20 menit.

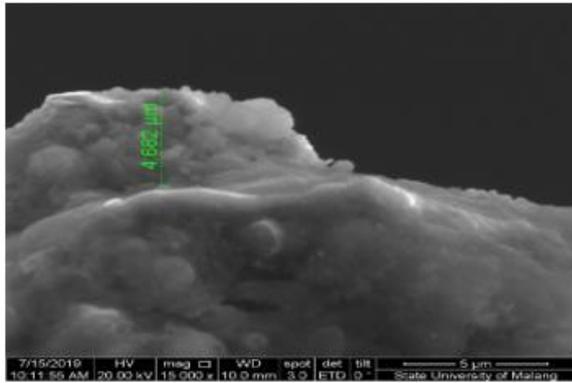
Penampakan struktur mikro spesimen didapatkan lapisan nikel yang terbentuk menutupi seluruh permukaan, lapisan nikel teroksidasi dan menempel dipermukaan baja St41. Pada lingkaran merah merupakan serbuk besi Fe yang menempel kuat dipermukaan, serbuk Fe ini merupakan zat pengotor yang dapat merusak lapisan nikel.



Element	Wt%	At%
CK	03.08	12.88
OK	01.81	05.68
FeK	01.74	01.57
NiK	93.37	79.88
Matrix	Correction	ZAF

Gambar 15. Hasil uji EDX permukaan lapisan dengan waktu pencelupan 20 menit.

Didapatkan data dari tabel komposisi zat penyusun lapisan nikel baja St41 yaitu presentase terbesar yaitu Ni dengan massa atom Ni 93.37% dan jumlah atom 79.88%. Dengan massa dan jumlah atom Ni yang didapatkan maka lapisan Ni yang terbentuk dipermukaan tidak terlalu tebal.



Gambar 16. Struktur mikro lapisan dengan waktu pencelupan 20 menit.

Penampakan struktur mikro lapisan didapatkan lapisan nikel yang melapisi merata dipermukaan spesimen. Didapatkan ketebalan rata-rata ketebalan lapisan yang terbentuk yaitu 4.682 μm .

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan simpulan sebagai berikut :

- Terdapat pengaruh pada penggunaan variabel waktu dan temperatur elektrolit pada proses pelapisan elektroplating terhadap ketebalan lapisan dan kekerasan permukaan lapisan nikel yang terbentuk pada permukaan baja St41. Nilai ketebalan paling rendah pada waktu 10 menit dan temperatur 30°C dengan nilai sebesar 18.2 μm . Sedangkan nilai ketebalan paling tinggi pada waktu 20 menit dan temperatur 50°C dengan nilai sebesar 21.8 μm . Nilai kekerasan paling rendah pada waktu 20 menit dan temperatur 50°C dengan nilai sebesar 31.2 HRC. Sedangkan nilai kekerasan paling tinggi pada waktu 10 menit temperatur 30°C dengan nilai sebesar 32.1 HRC. Dari data pengujian dapat disimpulkan semakin tinggi temperatur elektrolit dan semakin lama waktu proses yang digunakan maka semakin tebal lapisan nikel yang terbentuk sedangkan kekerasan permukaan lapisan nikel baja St41 semakin menurun.
- Terdapat pengaruh pada penggunaan variabel waktu dan temperatur elektrolit pada proses pelapisan elektroplating terhadap struktur mikro permukaan pada baja St41. Hasil pengujian SEM terlihat lapisan nikel yang terbentuk menutupi seluruh permukaan baja St41, juga terlihat beberapa cacat yang terjadi antara lain cacat garis dan cacat titik.

Hasil pengujian EDX didapatkan massa atom Ni yang menempel pada waktu 10, 15 dan 20 menit dengan temperatur 30°C adalah 84.80%, 89,85% dan 93.37% serta jumlah atom Ni pada waktu 10, 15 dan 20 menit

dengan temperatur 30°C adalah 62.31%, 74.36% dan 79.88%. Semakin lama waktu proses yang digunakan maka semakin banyak massa atom dan jumlah atom Ni yang tereduksi sehingga semakin tebal lapisan Ni yang terbentuk dipermukaan baja St41.

Hasil ketebalan lapisan pengujian SEM didapatkan nilai yaitu 2.046, 3.327 dan 4.682 μm menandakan seiring bertambahnya waktu proses maka semakin bertambah tebal lapisan yang terbentuk.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diambil maka dapat direkomendasikan beberapa saran sebagai berikut :

- Saran untuk UKM di Sidoarjo :
Hasil terbaik didapatkan oleh pelapisan dengan waktu pencelupan 15 menit dan temperatur 30 °C . Hasil tersebut didukung dengan data pengujian SEM-EDX dan pengujian Rockwell Hardness Tester. Pengujian SEM-EDX didapatkan hasil SEM yaitu lapisan nikel yang terbentuk menutupi seluruh permukaan baja St41 dan tidak terjadi cacat, sedangkan hasil EDX didapatkan ketebalan lapisan nikel yang terbentuk tidak terlalu tebal dan tidak terlalu tipis. Serta pengujian Rockwell Hardness Tester didapatkan rata-rata kekerasan yaitu 20.2 HRC yang berarti lapisan tidak terlalu keras juga tidak terlalu lembut.
- Saran untuk penelitian selanjutnya :
 - Proses pembersihan spesimen sebelum masuk proses elektroplating harus dipastikan bersih.
 - Perlunya menjaga larutan elektrolit yang digunakan tidak tercampur dengan zat pengotor.
 - Perlunya menggunakan variasi mesh amplas dari ukuran 400, 500 dan 600 secara Continue.
 - Proses pemotongan untuk mengecilkan ukuran spesimen yang akan dilakukan pengujian SEM-EDX, sangat tidak dianjurkan menggunakan gerinda potong karena dapat menyebabkan terjadinya cacat, dapat menggunakan nitrogen sebagai alternatif dalam proses pemotongan.
 - Diharapkan ada penelitian selanjutnya memberikan penambahan variasi pelapisan agar dapat memperkuat dan memperindah lapisan, sebagai contoh pelapisan krom.
 - Diharapkan penelitian ini dilanjutkan dengan menambahkan pengamatan laju korosi agar dapat mengetahui daya tahan pelapisan nikel.

DAFTAR PUSTAKA

Ananta, Riyan Hendra. ____ . Pengaruh Variasi Waktu Celup Dan Kuat Arus Terhadap Ketebalan Permukaan Dan Struktur Mikro Baja St 41 Pada Proses Pelapisan Nikel.

- Basmal. 2012. Pengaruh Suhu Dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan Dan Kekasaran.
- Deviana, Ratih. 2014. Pengaruh Waktu Pencelupan Dan Temperatur Proses Elektroplating Terhadap Ketebalan Dan Kekerasan Permukaan Baja St 42.
- Dodi.____. Modul Praktikum Material Teknik.
- Fontana. M. G. 1987. Corrosion Engineering.
- Gautama. 2009. Elektroplating.
- Gustaman, Farhan Arradzumar. 2016. Makalah Kimia Logam Nikel.
- Kurniawan, Ary Setya. 2014. Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja St 41 Akibat Perbedaan Ayunan Elektroda Pengelasan SMAW.
- Nofri. Media. 2017. Analisis Sifat Mekanik Baja Skd 61 Dengan Baja St 41 Dilakukan Hardening Dengan Variasi Temperatur.
- Palupi, Aisyah Endah. 2013. Teknik Korosi Petunjuk Praktikum Elektroplating. Unesa University Press.
- Pamungkas, Andhi Setyo. 2018. Pengaruh Variasi Temperatur Elektroplating Terhadap Ketebalan Lapisan Nikel Baja St 37.
- Prawiningrum, Harli. 2009. Makalah Pengetahuan Bahan Teknik Baja Paduan (alloy Stell).
- Sasmita, Dewi. _____. Pengaruh Suhu Dan Waktu Pelapisan Tembaga Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Korosi.
- Sumbono. Aung. SEM. Sabtu, 10 April 2010.
- Uji. Alat. 2019. Pengertian Coating Thickness Gauge Dan Pengaplikasiannya.
- Vernice A. Mayer. 2010. Annual Book Of Astm Standars.
- Wagiswari, Aristania Nila. 2013. Laporan praktikum pelapisan logam. ITS Press.
- Yulianto, Sudarmono Rizky. 2013. Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Proses Pelapisan Nikel krom Terhadap Kualitas Ketebalan Dan Kekerasan Pada Baja St 40.

