

## ANALISA VARIASI JARAK ANODA-KATODA DAN WAKTU PELAPISAN LOGAM NIKEL-KHROM TERHADAP PROSES PENGUJIAN TEKAN MATERIAL RUJI (SPOKE)

**Tri Yoga Arge Putra**

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : [triputra1@mhs.unesa.ac.id](mailto:triputra1@mhs.unesa.ac.id)

**Arya Mahendra Sakti**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: [aryamahendra@unesa.ac.id](mailto:aryamahendra@unesa.ac.id)

### Abstrak

Ruji sepeda motor dalam penggunaannya mendapatkan pembebanan terus menerus dengan besaran yang tidak sama yang mengakibatkan kegagalan-kegagalan mekanis ataupun mengalami kerusakan, ditambah material ruji menggunakan baja karbon rendah yang memiliki keuletan tinggi namun kekerasan rendah dan tidak tahan aus. Maka dari itu perlu dilakukan suatu penanganan maupun pencegahan agar material ruji bertahan lama dalam pemakaiannya. Penelitian yang sudah ada bahwa pelapisan dapat memperbaiki sifat mekanik yaitu kuat tarik dan tekan suatu material. Penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian eksperimen kuantitatif deskriptif. Dalam penelitian ini menggunakan variabel bebas dengan variasi waktu pelapisan 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan variasi jarak anoda-katoda 15 cm, 25 cm, sedangkan variabel terikatnya adalah pengujian tekan. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan standar pengujian tekan ASTM E-9. Hasil penelitian ini diperoleh nilai uji tekan tertinggi adalah dengan variasi jarak anoda-katoda 15 cm, dengan waktu lama pencelupan pelapisan 25 menit sebesar 748,53 Mpa, pada hasil foto mikro di variasi ini logam pelapis nikel-khrom paling tebal melapisi material dengan tebal lapisan sebesar 20.05 mikrometer, dan ion-ion pelapis lebih masuk kedalam pori-pori dan mengisi celah-celah pada permukaan material. Adapun spesimen yang mengalami kenaikan paling sedikit adalah pada variasi jarak anoda-katoda 25 cm dengan waktu lama pencelupan pelapisan 15 menit sebesar 702,91 Mpa dengan hasil ketebalan lapisan yang tipis pada hasil foto mikronya yaitu 1.98 mikrometer. Pada hasil foto mikro di variasi ini ion-ion pelapis kurang masuk kedalam pori-pori permukaan material dan kurang mengisi celah-celah yang ada pada permukaan material. Pada hasil uji tekan dan foto mikro menunjukkan bahwa semakin lama proses pencelupan maka semakin banyak ion-ion logam pelapis yang melapisi material yang dapat meningkatkan ketebalan lapisan logam pelapis, dan semakin dekat jarak anoda-katoda maka pergerakan ion-ion semakin cepat dan logam pelapis lebih masuk untuk mengisi celah-celah pada permukaan material, yang mengakibatkan kenaikan kuat tekan pada suatu material

**Kata kunci** :ruji sepeda motor (spoke), baja karbon rendah,waktu pelapisan, jarak anoda-katoda, pengujian tekan, pelapisan logam.

### Abstract

Motorcycles spoke always get unequal quantities resulting continuously. And it can make mechanical failures or damage, plus spoke material using low carbon steel which has high ductility but low hardness and is not wear resistant. Therefore it is necessary to do a handling and prevention for material of spoke last long in its use. Existing research showed that coating can improve the mechanical properties of tensile strength and press a material. The research to be conducted as descriptive quantitative experimental research. In this study using independent variables with variation of coating time 15 minutes, 20 minutes, 25 minutes, and variation of anode-cathode distance about 15 cm, 25 cm, while as the dependent variable is press test. The research will be conducted using the ASTM E-9 compression testing standard. The results of this study obtained the highest test value is the variation distance of the anode-cathode with 15 cm, by a long time immersion coating 25 minutes about 748.53 Mpa, the results of micro photographs showed that the variation thickest nickel-chromium coating metal coating material with a thick layer of 20.05 micrometers, and the coating ions more enter into the pores and fill the cracks in the surface of the material. The least-increasing specimens were on the variation of 25 cm anode-cathode distance with a long immersion time of 152 minute coating about 702,91 MPa with the result of a thin layer thickness on the microphone 1.98 micrometer. In the micro-photos this variation, the coating ions do not enter the pores of the material surface and less fill the gaps present on the surface of the material. The result of press test and micro-photographs showed that the longer dyeing process give more coating metal ions and coat the material. It can increase the thickness of the metal coating layer. Anode-cathode that has closer distance made movement of the ions faster, and more coating metal entering to fill the gaps in the surface of the material. So, it can increase the compressive strength of a material.

**Keywords**: Motorcycles spoke, low carbon steel, coating time, anode-cathode distance, compression testing, metal coating

## PENDAHULUAN

Pelapisan logam selain sangat dibutuhkan untuk logam-logam yang mudah mengalami kerusakan seperti korosi, juga mampu merubah sifat dari suatu logam secara fisik, dan kimia suatu material agar sesuai harapan. Ruji sepeda motor misalnya, dalam penggunaannya komponen ini akan mendapatkan pembebanan terus menerus yang mengakibatkan kegagalan-kegagalan mekanis, karena material memiliki tingkat kekerasan, keuletan yang rendah sehingga komponen ini tidak awet, cepat aus, mudah patah dan mudah terkena korosi. Salah satu penanganan agar dapat mempertahankan kekuatan mekanis material tersebut yaitu dengan cara pelapisan dengan *electroplating*. Salah satu contoh perubahan fisik ketika material dilapisi oleh nikel-krom adalah bertambahnya daya tahan material terhadap korosi, bertambahnya kapasitas konduktivitas, bertambahnya nilai estetika terhadap penampilannya (cemerlang), tahan aus, tahan tarnish (noda), tahan goresan dan substrat terlindungi. Adapun dalam sifat mekanik, terjadi perubahan kekuatan tarik maupun tekan, dan bertambahnya tingkat kekerasan dari material sesudah mengalami pelapisan dibandingkan sebelumnya. Metode pelapisan elektroplating dipengaruhi oleh beberapa parameter yang berpengaruh dan perlu diperhatikan agar diperoleh hasil pelapisan yang baik diantaranya : kuat arus, jarak elektrode, distribusi arus, waktu pelapisan, agitasi, tingkat kepekatan dan lain-lain (Adnyani dan Triadi, 2009: 77).

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu, jarak anoda-katoda pada proses pelapisan pada ruji (Spoke) terhadap kekuatan tekan setelah dilakukan proses pelapisan nikel-krom dan untuk mengetahui analisis dari hasil pelapisan nikel-krom pada ruji (*Spoke*) dengan variasi waktu dan jarak anoda-katoda.

## METODE

### Jenis Penelitian

Untuk penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan tekan pada bahan ruji (*spoke*) dengan perlakuan variasi jarak anoda-katoda dan waktu pada saat proses pelapisan nikel-krom.

### Tempat dan Waktu Penelitian

• Penelitian ini akan dilakukan di beberapa tempat. Untuk pembuatan spesimen bahan ruji (*spoke*) dilakukan di bengkel Makmur Jaya dan Laboratorium pelapisan logam Universitas Negeri Surabaya, bengkel pelapisan Pak Min untuk melakukan proses pelapisan logam. Untuk pengujian spesimen bahan uji tekan dan metallography (foto mikro) dilakukan di lab uji bahan Universitas Brawijaya.

### Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan, mulai bulan November 2017 sampai dengan bulan April 2018.

### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Variabel Bebas

- Jarak antara Anoda-Katoda (15cm, 20cm, 25cm)
- Waktu lama pencelupan yang digunakan (15 menit, 20 menit dan 25 menit).

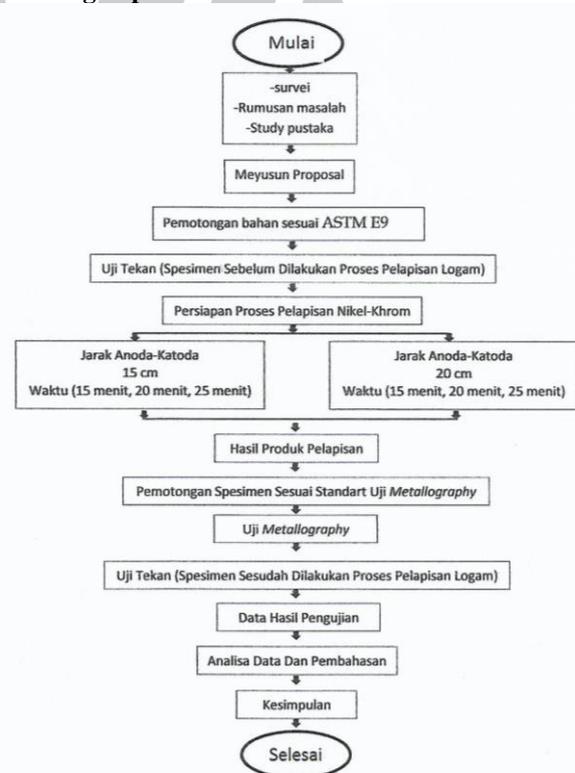
### Variabel Terikat

- Hasil pengujian kekuatan Tekan
- Hasil foto mikro

### Variabel Kontrol

- Material yang digunakan adalah ruji (*spoke*) baja karbon rendah dengan dimensi standar ASTM E9 dengan diameter 3,2 mm ring 17 inch.
- Bahan pelapis yang digunakan dalam penelitian ini adalah nikel-krom.
- Larutan elektrolit yang digunakan adalah  $NiCl_2 \cdot 6H_2O$  / *Nickel Chloride* 0.2 M dan pH 4.5. dan  $Cr_2O_3$  (krom (III) oksida)
- Larutan yang digunakan untuk membersihkan spesimen sebelum proses pelapisan menggunakan HCl lalu dibilas air.
- Anoda yang digunakan yaitu nikel batang dan krom batang.
- Tegangan dan arus yang digunakan yaitu 4 V, dan 6A

## Rancangan penelitian



Gambar 1. Flowchart Proses Penelitian

## Prosedur Penelitian

- Pemotongan spesimen sesuai standar ASTM E9
  - Pemotongan material uji sebanyak 21 spesimen sesuai pengujian yang dibutuhkan, dengan spesifikasi gauge length 32 mm, diameter 3,2 mm dan total length 4,6 mm
- Pengujian tekan sebelum spesimen
  - Pengujian tekan spesimen sebelum di lapisi nikel-krom, pengujian ini menggunakan mesin uji tekan yang nantinya akan keluar data hasil

- pengujian tekan spesimen murni sebelum dilakukan pelapisan
- Persiapan Proses Pelapisan
  - Mempersiapkan bahan
  - Mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan dalam proses *electroplating*
  - Membersihkan spesimen dengan cairan HCL, kertas amplas, air sabun, dan cairan cleaner, sampai karat, minyak dan kotoran yang menempel hilang.
  - Merangkai spesimen sesuai dengan skema *elektroplating*
  - Menyiapkan larutan elektrolit ke dalam bak pelapisan
  - Mengatur tegangan serta arus sesuai dengan rancangan penelitian
- Proses Pelapisan
  - Memasukkan spesimen kedalam bak pelapisan satu persatu sesuai dengan variasi jarak antara anoda-katoda serta waktu pelapisan yang diteliti
  - Mengangkat spesimen setelah waktu yang ditentukan
  - Mencatat spesimen setelah waktu yang ditentukan
  - Membersihkan spesimen dengan air kemudian dikeringkan
- Pengujian Material
  - Pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian kuat tekan material sebelum dilapisi logam nikel-khrom dan sesudah dilapisi logam nikel-khrom
- Setelah itu dilakukan pengujian foto mikro untuk menganalisis hasil dari variasi jaaraak anoda-katoda dan waktu pencelupan proses pelapisan

**Teknik Analisis Data**

Pada penelitian eksperimen ini, penulis menggunakan metode analisis data *kuantitatif deskriptif*, yaitu mendeskripsikan data hasil pengujian secara sistematis dalam bentuk tabel grafik. Analisa data menggunakan data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium yang dilakukan kemudian dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisa dan ditekan kesimpulan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kekuatan Tekan Material Ruji (*spoke*)**

- Hasil Uji Tekan Material Tanpa Pelapisan

**Tabel 1** Kekuatan Tekan Material Sebelum Pelapisan

Material Asli Tanpa Pelapisan	Pengujian Tekan Mpa			Rata-Rata Mpa
	I	II	III	
	702,91	696,69	678,03	692,54

Pada tabel 1 bahwa hasil rata-rata kekuatan tekan material awal sebelum dilapisi dengan variasi jarak anoda-katoda dan waktu pencelupan pelapisan yaitu 692,54 Mpa

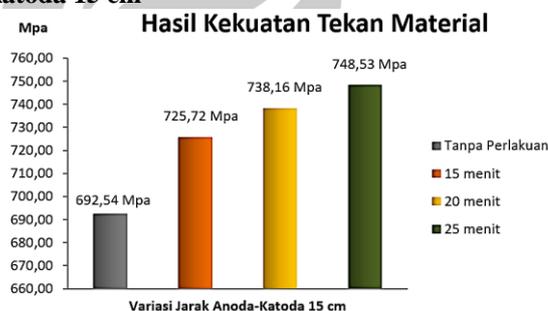
- **Kekuatan Tekan Material Sesudah Dilapisi Dengan Variasi Jarak Anoda-Katoda, dan Waktu Paelapisan Logam Nikel-Khrom.**

**Tabel 2** Kekuatan Tekan Material Sesudaah Dilapisi Logam Nikel-Krom Dengan Variasi Waktu Dan Jarak Pada Proses Pelapisan

Jarak Anoda Katoda		Pengujian Tekan Mpa			Rata-Rata Mpa
		I	II	III	
15 cm	15 menit	721,57	740,23	715,35	725,72
	20 menit	758,9	727,79	727,79	738,16
	25 menit	727,79	765,12	752,67	748,53
25 cm	15 menit	696,69	715,35	696,69	702,91
	20 menit	702,91	727,79	709,13	713,28
	25 menit	734,01	727,79	702,91	721,57

Pada tabel 2 bahwa hasil rata-rata kekuatan tekan material sesudah pelapisan dengan variasi jarak anoda-katoda 15 cm dan 25 cm dan variasi waktu proses pencelupan pelapisan yaitu 15 menit, 20 menit, 25 menit. Pada material ruji diketahui hasil rata-rata terbesar adalah 748,53 Mpa pada spesimen dengan jarak 15 cm dan waktu 25 cm. Sedangkan kuat tekan material yang terkecil adalah 678,03 Mpa pada variasi jarak anoda-katoda 25 cm dan variasi waktu pencelupan 25 cm.

- **Diagram Hasil Uji Tekan Variasi jarak anoda-katoda 15 cm**



**Gambar 2** Diagram Hasil Uji Tekan Rata- Rata Tiap Variasi Jarak Anoda-Katoda 15 cm

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa dari material tanpa pelapisan dan material dengan pelapisan variasi Jarak Anoda-Katoda 15 cm mengalami perbedaan hasil setelah diuji tekan. Kuat tekan tertinggi yaitu pada waktu ke 25 menit sebesar 748,53 Mpa, dan kuat tekan terendah pada lama pencelupan pelapisan 15 menit sebesar 725, 72 Mpa.

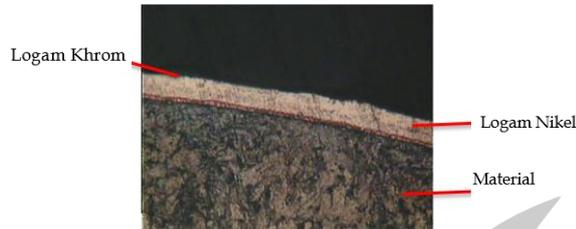
- **Foto Mikro (*Metallography*) Material Awal Atau Tanpa Pelapisan**



**Gambar 3** Hasil foto mikro (*metallography*) Material Awal atau Tanpa Pelapisan

Pada gambar 3 menunjukkan bentuk permukaan spesimen tanpa pelapisan setelah dilihat pada alat foto mikro (metallography), gambar menunjukkan bentuk permukaan spesimen yang masih banyak terlihat celah maupun pori pada permukaan

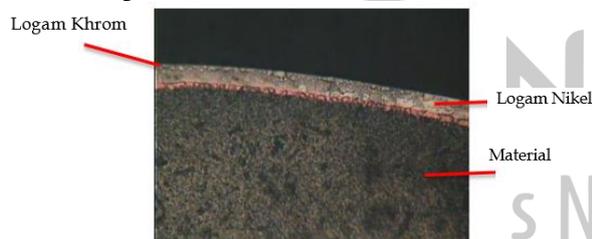
- **Foto Mikro (Metallography) Pada Pelapisan Nikel-Khrom Jarak 15 Cm dan Waktu Pencelupan 15 Menit**



**Gambar 4** Hasil foto mikro (metallography) Perbesaran 400x Pada Pelapisan Nikel-Khrom jarak 15 cm dan Waktu Pencelupan 15 Menit

Pada gambar foto mikro (metallography) pada material yang sudah dilapisi nikel-khrom dengan variasi jarak anoda-katoda 15 cm dan waktu pencelupan 15 menit menunjukkan bahwa lapisan nikel yang menempel pada logam utama dan serapan nikel-khrom pada spesimen teratur dan masuk ke celah pori-pori material dengan tebal lapisan 10 mikrometer. Pada saat pengujian tekan belum terlihat adanya pelupasan lapisan dari permukaan substrat, tidak seperti pada variasi jarak anoda katoda 25 cm. Hal tersebut terjadi karena semakin dekat variasi jarak anoda dan katoda maka pergerakan ion ion pelapis semakin cepat untuk melapisi permukaan, sehingga ion-ion logam pelapis lebih cepat melapisi dan masuk ke dalam pori pori permukaan material dan mengisi celah-celah yang ada pada permukaan material.

- **Hasil Foto Mikro (Metallography) Pada Pelapisan Nikel-Khrom Jarak 15 Cm Dan Waktu Pencelupan 20 Menit**

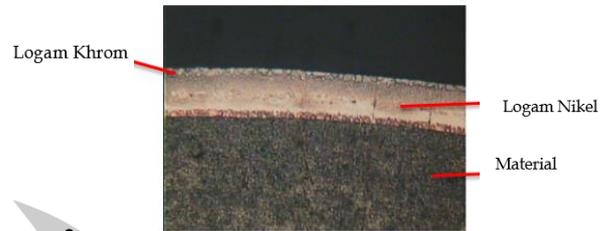


**Gambar 5** Hasil foto mikro (metallography) Perbesaran 400x Pada Pelapisan Nikel-Khrom jarak 15 cm dan Waktu Pencelupan 20 Menit

Pada gambar 5 hasil foto mikro (metallography) material yang sudah dilapisi nikel-khrom dengan variasi jarak anoda-katoda 15 cm dan waktu pencelupan 20 menit menunjukkan bahwa lapisan nikel-khrom yang menempel pada logam utama terlihat lebih tebal dari gambar 4.3 yaitu 10,04 mikron. Pada saat pengujian tekan, lapisan tidak mengelupas. Hal tersebut terjadi karena semakin bertambahnya durasi pencelupan pada proses

pelapisan, maka ion ion pelapis semakin banyak untuk melapisi material dan ion-ion lebih masuk ke dalam pori-pori permukaan. Hal tersebut mengakibatkan terisinya celah-celah yang ada pada permukaan material.

- **Hasil Foto Mikro (Metallography) Pada Pelapisan Nikel-Khrom Jarak 15 Cm dan Waktu Pencelupan 25 Menit**



**Gambar 6** Hasil foto mikro (metallography) 400x Pada Pelapisan Nikel-Khrom jarak 15 cm dan Waktu Pencelupan 25 Menit

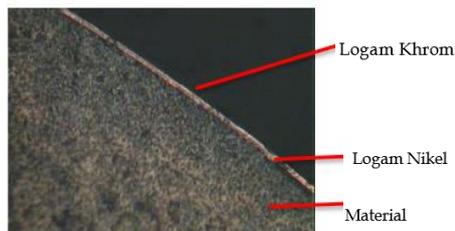
Pada gambar foto mikro (metallography) spesimen dengan variasi jarak 15 cm dan, waktu pencelupan 25 menit menunjukkan bahwa lapisan nikel-khrom yang menempel pada logam utama terlihat paling tebal dari lapisan dengan variasi jarak dan waktu pencelupan lainnya yaitu 20,05 mikrometer, serapan nikel-khrom pada spesimen juga lebih teratur. Pada saat proses pengujian tekan lapisan tidak terkelupas. Hal tersebut terjadi karena semakin bertambahnya durasi pencelupan dan semakin dekat jarak anoda dan katoda pada proses pelapisan, maka ion ion pelapis semakin cepat melapisi material dan masuk ke dalam pori-pori pada permukaan material dan mengisi celah-celah yang ada pada permukaan material.

- **Diagram Hasil Uji Tekan Variasi jarak anoda-katoda 25 cm**

**Gambar 7** Diagram Hasil Uji Tekan Rata- Rata Tiap Variasi Jarak Anoda-Katoda 25 cm

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa dari material tanpa pelapisan dan material dengan pelapisan variasi Jarak Anoda-Katoda 25 cm mengalami perbedaan hasil setelah diuji tekan. Kuat tekan tertinggi yaitu pada waktu ke 25 menit sebesar 721,57 Mpa, dan kuat tekan terendah pada lama pencelupan pelapisan 15 menit sebesar 702,91 Mpa.

- Hasil Foto Mikro (Metallography) Pada Pelapisan Nikel-Khrom Jarak 25 Cm dan Waktu Pencelupan 15menit



**Gambar 8** Hasil foto mikro (metallography) 400x Pada Pelapisan Nikel-Khrom jarak 25 cm dan Waktu Pencelupan 15 Menit

Pada gambar foto mikro (metallography) spesimen dengan variasi jarak 25 cm dan, waktu pencelupan 15 menit menunjukkan bahwa lapisan nikel-khrom yang menempel pada logam utama terlihat paling tipis dari lapisan dengan variasi jarak dan waktu pencelupan lainnya dengan ketebalan 1.98 mikron. Adapun serapan nikel-khrom pada spesimen sudah teratur. Namun pada saat proses pengujian tekan lapisan terlihat pelupasan material. Hal tersebut terjadi karena semakin dekat jarak anoda dan katoda dan semakin cepat durasi pencelupan pada proses pelapisan, maka pergerakan ion ion pelapis semakin lama untuk melapisi permukaan material yang mengakibatkan tidak sempurnanya logam pelapis untuk masuk dan menutupi celah atau pori” pada permukaan material.

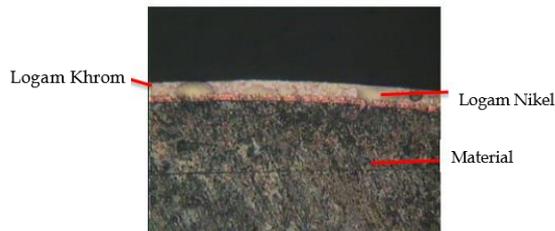
- Hasil Foto Mikro (Metallography) Pada Pelapisan Nikel-Khrom Jarak 25 Cm dan Waktu Pencelupan 20 Menit



**Gambar 9** Hasil foto mikro (metallography) 400x Pada Pelapisan Nikel-Khrom jarak 25 cm dan Waktu Pencelupan 20 Menit

Pada gambar foto mikro (metallography) perbesaran 400x diatas pada spesimen dengan variasi jarak 25 cm dan, waktu pencelupan 20 menit menunjukkan bahwa lapisan nikel-khrom yang menempel pada logam utama terlihat lebih tebal dari gambar 4.8 yaitu dengan ketebalan lapisan 4.74 mikrometer. Adapun serapan nikel-khrom pada spesimen lebih teratur dan masuk menutupi celah pori- pori material. Meskipun saat pengujian tekan ada lapisan masih terlihat adanya pelupasan material, hal tersebut disebabkan karena kurang sempurnanya logam pelapis untuk menutupi pori” material..

- Hasil Foto Mikro (Metallography) Pada Pelapisan Nikel-Khrom Jarak 25 Cm dan Waktu Pencelupan 25 Menit



**Gambar 10** Hasil foto mikro (metallography) 400x Pada Pelapisan Nikel-Khrom jarak 25 cm dan Waktu Pencelupan 25 Menit

Pada gambar foto mikro (metallography) perbesaran 400x diatas pada spesimen dengan variasi jarak 25 cm dan, waktu pencelupan 20 menit menunjukkan bahwa lapisan nikel-khrom yang menempel pada logam utama terlihat lebih tebal dari gambar 4.7 dengan ketebalan lapisan sebesar 7.85 mikron dan serapan nikel-khrom pada spesimen lebih teratur dan masuk menutupi celah pori- pori material. Meskipun saat pengujian tekan masih terlihat pengelupasan lapisan

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan data yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

- Durasi pencelupan logam pada proses elektroplating mempengaruhi kuat tekan material uji. Dengan jarak yang sama (15 cm), terjadi perbedaan kuat tekan terhadap material uji yaitu semakin lama durasi pencelupan logam pada proses elektroplating maka semakin besar nilai kekuatan tekan, pada waktu 15 menit kuat tekan material uji sebesar 725,72 Mpa, nilai tekan material pada waktu 20 menit terjadi kenaikan menjadi 736,09 Mpa, dan pada waktu 25 menit nilai kuat tekan material uji terjadi kenaikan menjadi 748,53 Mpa. Hasil nilai tekan terjadi kenaikan karena semakin panjang durasi pencelupan logam pada proses elektroplating maka endapan logam pelapis nikel-khrom semakin tebal/banyak melapisi material uji.
- Jarak antara anoda dan katoda pada proses elektroplating mempengaruhi kuat tekan pada material uji. Pada durasi pencelupan yang sama terjadi perbedaan nilai tekan material uji, semakin jauh jarak anoda katoda semakin rendah nilai kekuatan tekannya, dalam durasi waktu 15 menit terjadi penurunan kuat tekan matrial sebesar 22,81 Mpa, pada durasi 20 menit terjadi penurunan kuat tekan material sebesar 24,88 Mpa, dan pada durasi 25 menit terjadi penurunan kuat tekan material sebesar 26,96 Mpa. Penurunan hasil kuat tekan material uji terjadi karena semakin jauh jarak anoda dan katoda maka pergerakan logam pelapis semakin lambat untuk melapisi material uji, hal tersebut menyebabkan kurang optimalnya logam nikel-

khrom untuk melapis material uji. Dan ion-ion pelapis kurang bisa menembus pori-pori permukaan material

- Analisa pada hasil foto mikro (metallography) pada variasi jarak anoda-katoda 15 cm dan variasi waktu pencelupan 25 menit menunjukkan bahwa lapisan nikel-khrom pada spesimen tersebut paling tebal dan serapan nikel-khrom pada permukaan spesimen lebih baik di banding pada variasi jarak anoda-katoda dan durasi pencelupan yang lainnya. Penebalan lapisan nikel-khrom terjadi karena semakin dekat jarak anoda-katoda semakin cepat pergerakan ion-ion pelapis untuk melapisi permukaan material sehingga jumlah pengendapan ion-ion nikel-khrom pada katoda semakin banyak. Pada variasi ini ion-ion pelapis dapat menembus ke dalam pori-pori pada permukaan material, sehingga logam pelapis dapat mengisi celah-celah pada permukaan material

#### Saran

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran yaitu :

- Diperhatikan lebih cermat dalam membersihkan dan menghilangkan kerak pada spesimen yang akan di uji.
- Pemilihan alat uji yang bisa untuk material sub size/sangat kecil, dan pemilihan penggunaan display pembebanan digital, karena dengan menggunakan alat uji yang manual atau display hasil pembebanan yang masih menggunakan jarum atau analog, tidak bisa mengetahui titik akurat dari hasil pembebanan.
- Menambah variasi jarak anoda-katoda dan mencari variasi waktu yang lebih optimal agar mendapatkan hasil yang maksimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anton, J. H., 1992. "Mengenal Pelapisan Logam", Andi Offset: Yogyakarta.

Eko Budiyanto. dkk. 2016." Pengaruh Jarak Anoda-Katoda pada Proses Electroplating Tembaga Terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda Baja Aisi 1020 ". Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro, Vol. 5 No. (1): hal. 24-28.

Hartono Anton J; Tomojiro Kaneko, 1995, Mengenal Pelapisan Logam (Electroplating). Andi offset, Yogyakarta.

Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta: Bandung.

Sugiyono. 2012. Statistika Untuk Penelitian. Alfabeta: Bandung

Tim Penyusun., 2014. Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Strata 1 Universitas Negeri Surabaya. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Yeriko, Wahyu. 2013. "Optimasi Variasi Tegangan dan Waktu Terhadap Ketebalan dan Adhesivitas Lapisan Pada Plat Baja Karbon Rendah Dengan Proses Electroplating Menggunakan Pelapis Seng". Fakultas Teknik: Universitas Sebelas Maret

Alphadona, Abid Fahreza. 2016. "Pengaruh Jarak Anoda –Katoda dan Durasi Pelapisan Terhadap Laju Korosi Pada Hasil Electroplating Hard Chrome". Sukabumi: Politeknik Sukabumi.

Amanto, Hari. & Daryanto. 2006. Ilmu Bahan. Jakarta: Bumi Aksara.

Basmal. dkk. 2012. "Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel Pada Baja Karbon Rendah Sexara Electroplating Terhadap Nilai Ketebalan dan Kekerasan". Semarang: Universitas Diponegoro.

Budiyanto, Eko. Dkk. 2016. "Pengaruh Jarak Anoda-Katoda Pada Proses Electroplating Tembaga Terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda Baja AISI 1020". Lampung: Universitas Muhammadiyah Metro.

\_\_\_\_\_. 2000. Standart Test Methods of Compression Testing of Metallic Material at Room Temperature