

UJI KARAKTERISASI MATERIAL RANGKA MOTOR DENGAN PELAPISAN NIKEL TERHADAP KETEBALAN DAN KEKERASAN

TEST MATERIAL CHARACTERIZATION MOTOR FRAME WITH NICKEL PLATING TO THICKNESS AND HARDNESS

Cahyo Nugroho¹, Nani Mulyaningsih, S.T., M. Eng², Catur Pramono, S.T., M. Eng³
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang, Indonesia
cahyonugroho276@gmail.com

ABSTRAK

Benda yang diuji rangka sepeda motor dengan ukuran 50 mm x 25 mm x 2 mm. Temperatur larutan elektrolit konstan 50 °C. Anoda yang dipakai adalah anoda nikel. Jarak anoda dan katoda dibuat konstan yaitu 25 cm. Data yang akan diambil adalah kekuatan material dan kekerasan hasil elektroplating. Untuk menganalisis pengaruh lama waktu proses elektroplating terhadap nilai ketebalan lapisan dan menganalisis pengaruh lama waktu proses elektroplating terhadap kekerasan hasil elektroplating. Dalam penelitian ini penulis melaksanakan penelitian terhadap ketebalan dan kekerasan hasil elektroplating dengan variasi waktu dan kuat arus. Pelapisan yang digunakan yaitu pelapisan nikel dengan spesimen uji 50mm x 25mm x 2mm menggunakan rangka sepeda motor. Proses pelapisan logam menggunakan variasi waktu selama 30 menit dan 45 menit dan kuat arus 6 Ampere. variasi waktu pelapisan membentuk rata-rata lapisan sebesar 18,2 µm, waktu pelapisan 30 menit sebesar 17,49 µm, dan untuk waktu pelapisan 45 menit sebesar 18,83 µm. hasil pengujian kekerasan vickers pada rangka sepeda motor tersebut dapat dilihat pada spesimen tanpa elektroplating dengan rata-rata nilai VHN sebesar 542,54 kgf/mm², kemudian setelah dielektroplating selama 30 menit nilai VHN meningkat menjadi 727,71 kgf/mm² dan setelah dielektroplating selama 45 menit nilai VHN juga meningkat menjadi 872,81 kgf/mm². Variasi waktu pelapisan pada rangka motor hasil elektroplating sangat mempengaruhi ketebalan lapisan yang terbentuk secara signifikan. Hal ini ditunjukkan variasi waktu pelapisan membentuk rata-rata lapisan sebesar 18,2 µm, rata-rata waktu pelapisan 30 menit membentuk lapisan sebesar 17,49 µm, dan untuk rata-rata waktu pelapisan 45 menit membentuk lapisan sebesar 18,83 µm. rata-rata nilai (VHN) sebesar 542,54 kgf/mm, kemudian setelah dilakukan proses elektroplating dengan waktu 30 menit nilai VHN meningkat menjadi 727,71 kgf/mm, dan setelah dilakukan proses elektroplating dengan waktu 45 menit nilai VHN meningkat menjadi 872,81 kgf/mm.

Kata kunci : Rangka motor, Elektroplating, Ketebalan, Kekerasan

I. Pendahuluan

Semakin maju peradaban manusia, masyarakat pada umumnya membutuhkan produk yang berkualitas walaupun untuk mendapatkan produk tersebut, seseorang yang harus mengeluarkan sejumlah uang yang tidak sedikit. Kondisi tersebut tentunya menuntut produsen untuk membuat produk yang berkualitas agar produk yang dihasilkan diminati masyarakat. Salah satu produk yang diminati oleh masyarakat yaitu produk barang dengan bahan baku baja yang kandungan karbonnya relatif rendah. Pada umumnya perhatian

masyarakat terpusat pada aspek kekuatan barang-barang tersebut, sehingga produsen harus mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan keinginan masyarakat. Salah satu metode yang dapat diimplementasikan oleh produsen yaitu dengan proses elektroplating. Selain itu elektroplating dapat menambah daya tahan gesekan dan menambah kekerasan sehingga barang yang bahan bakunya dari baja logam, akan dapat tahan lama. Namun demikian, apabila elektroplating dilakukan secara sembarangan atau tidak sesuai dengan standart, maka fungsi elektroplating dapat melindungi barang dari korosi

ataupun menambah kekerasan baja logam kurang maksimal. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh hasil yang bagus dari proses elektroplating yaitu dengan arus listrik searah. Elektroplating atau pelapisan listrik merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan bantuan arus listrik melalui suatu elektrolit. Benda yang dilakukan pelapisan harus merupakan konduktor atau dapat menghantarkan arus listrik sehingga timbul cara-cara elektroplating yang efektif. Perkembangan teknologi rekayasa pelapisan listrik (elektroplating) telah banyak memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap laju industri kecil dan menengah termasuk bengkel fabrikasi, jasa alat berat dan aksesoris, pada saat ini proses pelapisan yang dilakukan oleh industri elektroplating dalam menghasilkan produknya yaitu dengan cara melapiskan logam nikel pada material dasar yang berupa baja carbon rendah dengan system satu lapisan keras atau material dasar dihaluskan atau dipolish lebih dahulu kemudian langsung dilapisi dengan nikel. Proses elektroplating dengan arus listrik, tentunya membutuhkan waktu yang cukup dan variasi kuat arus. Pada umumnya, proses elektroplating yang dilakukan oleh industri-industri antara 30 sampai 45 menit. Variasi waktu, tentunya akan menghasilkan ketebalan dan kekerasan yang berbeda. Namun pada prinsipnya, proses elektroplating harus memperoleh hasil ketebalan dan kekerasan yang optimal.

Pengujian kekerasan dengan metode vickers bertujuan mendapatkan nilai kekerasan suatu material, perbedaan pengujian kekerasan yang lain seperti *rockwell* dan *brinell* yaitu penggunaan media penumbuk berupa piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antara bujur sangkar dari piramida untuk sisi yang saling berhadapan adalah 136° . Angka kekerasan vickers (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dalam newton yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi. Secara matematis dan setelah disederhanakan, HV sama dengan $1,854$ dikalikan beban uji (F) dibagi dengan diagonal intan yang dikuadratkan. Beban yang biasanya digunakan pada pengujian ini berkisar antara 1 kg sampai 120 kg, tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji. Untuk memperoleh nilai kekerasan vickers dapat dihitung menggunakan rumus :

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{(d)^2}$$

Dengan :

P = beban yang diterapkan (N)

D = panjang diagonal rata-rata (mm)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi waktu pelapisan nikel terhadap ketebalan lapisan dan kekerasan pada material rangka motor.

Batasan masalah bertujuan untuk membatasi pembahasan dan masalah-masalah agar lebih terarah. Adapun batasan masalah tersebut ialah rangka sepeda motor sebagai benda uji dengan ukuran 50 mm x 25 mm x 2 mm, dengan komposisi larutan elektrolit yang digunakan nikel sulfat 300 gr/L, nikel klorida 30 gr/L, asam borak 30 gr/L dengan temperatur larutan elektrolit konstan $50^{\circ}C$. Anoda yang dipakai adalah anoda nikel dengan jarak antara anoda dan katoda 25 cm. Variasi waktu untuk setiap pelapisan yaitu 15 menit, 30 menit, dan 45 menit menggunakan kuat arus sebesar 6 Ampere. Data yang akan diambil dari hasil pelapisan elektroplating yaitu data ketebalan lapisan dan kekerasan material.

II. Metode Penelitian

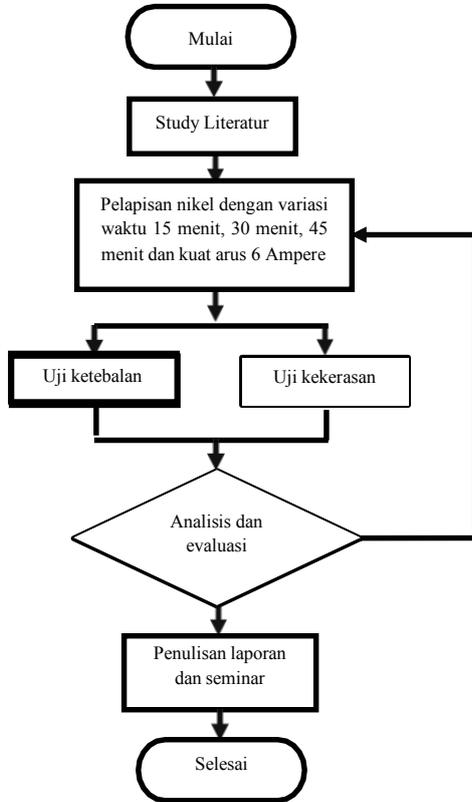
Pelapisan logam dengan metode elektroplating merupakan pelapisan logam secara elektrolisa melalui penggunaan arus listrik searah (DC). Arus listrik

berfungsi sebagai penghantar ion-ion logam yang terdapat pada larutan elektrolit ke elektroda katoda maupun anoda.

Pelapisan yang digunakan yaitu pelapisan nikel dengan spesimen uji 50mm x 25mm x 2mm menggunakan rangka sepeda motor. Proses pelapisan logam menggunakan waktu 15 menit, 30 menit, dan 45 menit dan menggunakan kuat arus 6 Ampere. Penggantungan katoda dan anoda menggunakan pipa tembaga \varnothing 15mm. Penelitian dilakukan untuk menemukan hasil pelapisan nikel terbaik.

Metode pengambilan data dilakukan melalui proses pembersihan, proses elektroplating, proses pengelompokan. Selanjutnya ditimbang dengan demikian diharapkan data yang didapat disajikan dengan bentuk tabel dan grafik. Dan hasil pengujian dari proses elektroplating akan dibandingkan dengan hasil sebelum dilakukan proses

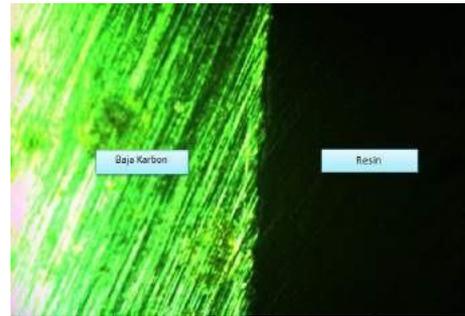
elektroplating, kemudian hasil tersebut dianalisis apakah sesuai dengan literatur yang digunakan, jika ada kesalahan data maka akan dilakukan pengkajian ulang. Diagram alir metode penelitian ditunjukkan pada gambar.



Gambar 3.2 Diagram Alir

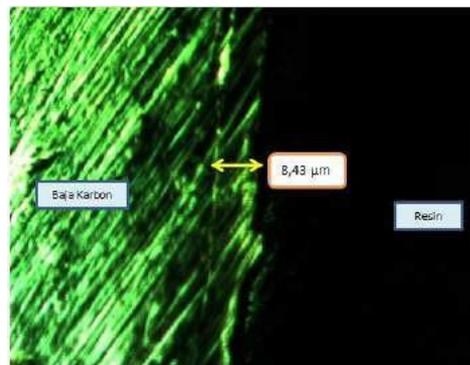
III. Hasil dan Pembahasan

Struktur bahan dalam orde kecil sering disebut struktur mikro. Struktur ini hanya dapat dilihat dengan menggunakan alat pengamat struktur mikro diantaranya : mikroskop, *electron*, *microscop field ion*, *microscop field emission*, dan mikroskop sinar – X. Berikut merupakan hasil dari pengamatan struktur mikro material awal sebelum dilakukan proses elektroplating dapat dilihat pada gambar 4.1



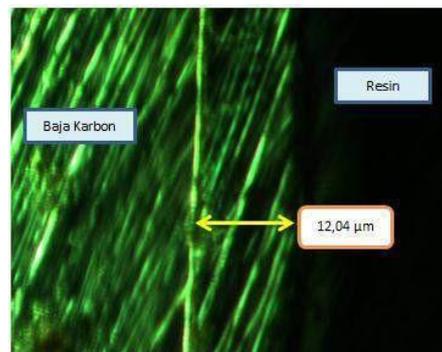
Gambar 4.1 raw material dengan pembesaran 50x

Hasil pengamatan struktur mikro dari material yang telah mengalami proses elektroplating selama 15 menit dapat dilihat pada gambar 4.2



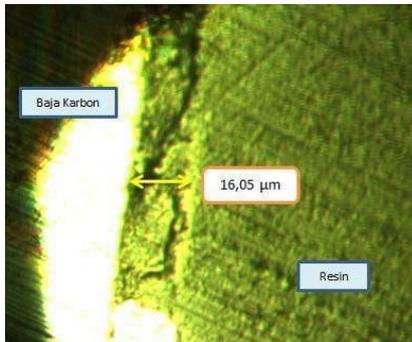
Gambar 4.2 Ketebalan lapisan setelah proses elektroplating selama 15 menit dengan pembesaran 50x

Hasil pengamatan struktur mikro dari material yang telah mengalami proses elektroplating selama 30 menit dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Ketebalan lapisan setelah proses elektroplating selama 30 menit dengan pembesaran 50x

Hasil pengamatan struktur mikro dari material yang telah mengalami proses elektroplating selama 45 menit dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Ketebalan lapisan setelah mengalami proses elektroplating selama 45 menit dengan pembesaran 50x
Perhitungan sistematis ketebalan lapisan

Diketahui :

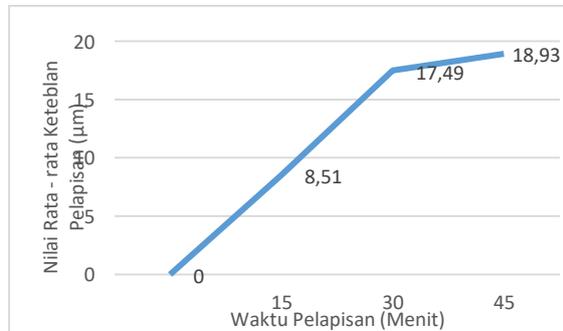
- P (panjang benda uji) = 50 mm
- L (lebar benda uji) = 25 mm
- T (tinggi benda uji) = 2 mm
- Mencari luas bidang benda uji
- Luas (A)
- = 2(P.L) + 2(P.T) + 2(L.T)
- = 2(50.25) + 2(50.2) + 2(25.2)
- = 2(1250) + 2(100) + 2(50)
- = 2800 mm²
- = 28 cm²

$$T = \frac{w}{\rho \cdot A} \dots (\mu m)$$

Dimana,

- T = tebal lapisan yang terbentuk (μm)
- w = massa lapisan yang terbentuk (gr)
w = m₂ - m₁
- m₁ = massa sebelum dilapisi
- m₂ = massa setelah diapisi
- ρ_{lapisan} = massa jenis lapisan (gr/cm³)
= 8,90 gr/cm³
- A = Luas permukaan setelah dilapisi (cm²)
- Contoh :
- m₁ = 21,59 gr
- m₂ = 21,89 gr
- w = m₂ - m₁

$$\begin{aligned}
 &= 21,89 \text{ gr} - 21,59 \text{ gr} \\
 &= 0,30 \text{ gr} \\
 T &= \frac{0,30}{8,90 \cdot 28} \\
 &= 0,001294 \text{ cm} \\
 &= 12,04 \mu m
 \end{aligned}$$



Gambar 4.5 Hubungan Material Rangka Motor Hasil Elektroplating Dengan Variasi Waktu Pelapisan Terhadap Ketebalan Lapisan

Hasil pengujian struktur mikro dilakukan dengan mikroskop dengan pembesaran 50x pada spesimen awal sebelum dilakukan proses elektroplating membentuk lapisan rata-rata sebesar 14,97 μm, untuk proses elektroplating selama 15 menit membentuk rata-rata lapisan sebesar 11,64 μm, proses elektroplating selama 30 menit membentuk rata-rata lapisan sebesar 17,49 μm, dan proses elektroplating selama 45 menit membentuk rata-rata lapisan sebesar 18,83 μm. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi waktu pelapisan pada rangka motor hasil elektroplating sangat mempengaruhi ketebalan lapisan secara signifikan.

Pengujian kekerasan vickers dilakukan dilaboratorium bahan Teknik Mesin (S1) Fakultas Teknik Universitas Tidar menggunakan *microhardness tester* model FM- 300, dimana pada permukaan material diberi beban sebesar 50 gram, indenter berbentuk piramida intan dengan sudut 136⁰.

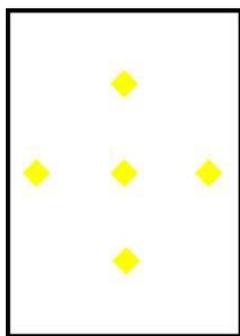
Nilai kekerasan vickers (VHN) dapat dinyatakan dengan rumus (ASTM Designation E: 92 - 82, 1997):

$$\text{Kekerasan (VHN)} = 1,854 \times \frac{P}{d^2} \dots (1)$$

Dimana

- P = beban yang diterapkan (kgf)
- D = panjang diagonal rata-rata (mm)

Pengujian ini dilakukan pada 5 titik yang berbeda untuk setiap spesimen.



Gambar 4.6 Titik Uji Kekerasan vickers

1. Contoh perhitungan kekerasan spesimen raw material

2.

Diketahui :

$P = 50 \text{ gram}$

$d_1 = 15,59 \text{ } \mu\text{m}$

$d_2 = 15,78 \text{ } \mu\text{m}$

$$d_{\text{rata-rata}} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$= \frac{15,59 + 15,78}{2}$$

$$= 15,685 \text{ } \mu\text{m}$$

$$= 15,685 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

$$= 0,015685 \text{ mm}$$

$$\text{VHN} = \frac{1,854 \times P}{(d)^2}$$

$$= \frac{1,854 \times 50}{(0,015685)^2}$$

$$= 376799 \text{ gf/mm}^2$$

$$= 376,799 \text{ kgf/mm}^2$$

3. Contoh perhitungan kekerasan spesimen setelah dielektroplating selama 15 menit

$P = 50 \text{ gram}$

$d_1 = 11,98 \text{ } \mu\text{m}$

$d_2 = 11,52 \text{ } \mu\text{m}$

$$d_{\text{rata-rata}} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$= \frac{11,98 + 11,52}{2}$$

$$= 11,75 \text{ } \mu\text{m}$$

$$= 11,75 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

$$= 0,01175 \text{ mm}$$

$$\text{VHN} = \frac{1,854 \times P}{(d)^2}$$

$$= \frac{1,854 \times 50}{(0,01175)^2}$$

$$= 671435 \text{ gf/mm}^2$$

$$= 671,435 \text{ kgf/mm}^2$$

4. Contoh perhitungan kekerasan spesimen setelah dielektroplating selama 30 menit

$P = 50 \text{ gram}$

$d_1 = 12,21 \text{ } \mu\text{m}$

$d_2 = 10,89 \text{ } \mu\text{m}$

$$d_{\text{rata-rata}} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$= \frac{12,21 + 10,89}{2}$$

$$= 11,55 \text{ } \mu\text{m}$$

$$= 11,55 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

$$= 0,01155 \text{ mm}$$

$$\text{VHN} = \frac{1,854 \times P}{(d)^2}$$

$$= \frac{1,854 \times 50}{(0,01155)^2}$$

$$= 700945 \text{ gf/mm}^2$$

$$= 700,945 \text{ kgf/mm}^2$$

5. Contoh perhitungan kekerasan spesimen setelah dielektroplating selama 45 menit

$P = 50 \text{ gram}$

$d_1 = 11,12 \text{ } \mu\text{m}$

$d_2 = 10,75 \text{ } \mu\text{m}$

$$d_{\text{rata-rata}} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$= \frac{11,12 + 10,75}{2}$$

$$= 10,935 \text{ } \mu\text{m}$$

$$= 10,935 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

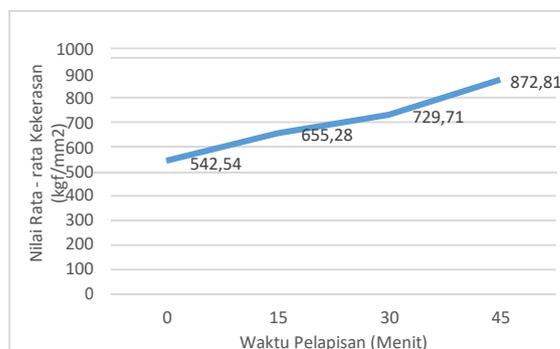
$$= 0,010935 \text{ mm}$$

$$\text{VHN} = \frac{1,854 \times P}{(d)^2}$$

$$= \frac{1,854 \times 50}{(0,010935)^2}$$

$$= 775250 \text{ gf/mm}^2$$

$$= 775,250 \text{ kgf/mm}^2$$



Gambar 4.7 Hubungan antara nilai rata-rata Kekerasan yang diperoleh Spesimen Rangka Motor Setelah dilakukan proses Elektroplating

Hasil pengujian kekerasan vickers pada rangka sepeda motor tersebut dapat dilihat pada spesimen tanpa elektroplating dengan rata-rata nilai VHN sebesar 542,54 kgf/mm², kemudian setelah dielektroplating selama 15 menit nilai VHN meningkat menjadi 655,28 kgf/mm², setelah dielektroplating 30 menit nilai VHN meningkat menjadi 729,71 kgf/mm² dan setelah dielektroplating selama 45 menit nilai VHN juga meningkat menjadi 872,81 kgf/mm². Nilai optimum kekerasan terjadi pada lama waktu elektroplating selama 45 menit, hal ini dikarenakan semakin lama waktu pelapisan maka ion-ion dari anoda akan terus melapisi ke katoda sehingga akan semakin tebal lapisan dan kerapatan ion semakin meningkat.

IV. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan tujuan, hasil pelapisan logam (elektroplating) dan data-data yang didapatkan dari penelitian hasil elektroplating dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit dan 45 menit. Proses elektroplating dengan menggunakan nikel dan arus sebesar 6 ampere pada rangka motor, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi waktu pelapisan pada rangka motor hasil elektroplating sangat mempengaruhi ketebalan lapisan yang terbentuk secara signifikan. Hal ini ditunjukkan variasi waktu pelapisan membentuk rata-rata lapisan sebesar 18,2 µm, rata-rata waktu pelapisan 30 menit membentuk lapisan sebesar 17,49 µm, dan untuk rata-rata waktu pelapisan 45 menit membentuk lapisan sebesar 18,83 µm.
2. Nilai rata-rata kekerasan vickers (VHN) spesimen rangka motor dengan rata-rata nilai (VHN) sebesar 542,54 kgf/mm², kemudian setelah dilakukan proses elektroplating dengan waktu 15 menit nilai VHN meningkat menjadi 655,28 kgf/mm², setelah dilakukan proses

elektroplating selama 30 menit nilai VHN meningkat menjadi 727,71 kgf/mm², dan setelah dilakukan proses elektroplating dengan waktu 45 menit nilai VHN meningkat menjadi 872,81 kgf/mm².

Referensi

- Adi, Y.S., Sulistyono, 2017, *Pelapisan Stainless Steel AISI 304 Menggunakan Nikel (Ni) Melalui Proses Elektroplating*, Jurnal Teknik Mesin S-1 Vol. 5 No. 1, Semarang.
- Abdul Rasyad dan Budi Arto (2018), judul penelitian "Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, Dan Kuat Arus Proses elektroplating Terhadap Kuat Tarik, Kuat Tekuk Dan Kekerasan Pada Baja Karbon Rendah, *Jurnal Rekayasa Mesin Vol.9, No.3 Tahun 2018: 173-182- ISSN 2477-6041*
- Arif Surya Darmawan D.P, I Dewa Ketut Okariawan dan Nasmi Herlina Sari (2015), Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom, *Dinamika Teknik Mesin, Volume 5 No. 2 Juli 2015-ISSN: 2088-088X*
- Destyorini, F, dkk. 2013. *Pelapisan NiCo/Cr dengan Gabungan Teknik Elektroplating dan Pack-Cementation untuk Meningkatkan Ketahanan Korosi dan Kekerasan Baja Karbon Rendah*, Serpong-Tangerang Selatan, Pusat Penelitian Fisika-LIPI Kawasan PUSPITEK
- Hardiyanti, F, dkk. 2017, *Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Pelapisan Krom Terhadap Laju Korosi Grey Cast Iron*, Surabaya, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

- Huang, C.A, Tu, G.C., Liao,M.C., Kao, Y.L., 2000, *Hard Chromium Plating On Cold Swaged Cr-Mo Steel Using Rotating Cylinder Electrode*, Journal Of Materials Science Letters 19, 1357 – 1359.
- Hb. Sukarjo dan Soelarso Pani (2018), Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik dan Waktu Electroplating Nickel-Chrome Terhadap Ketebalan Lapisan Pada Permukaan Baja Karbon Rendah, *Jurnal ENGINE Vol. 2 No. 1*, Mei 2018, pp no: 18-25-e-ISSN 2579-7433
- Irvan, A,T, 2016, *Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu Pelapisan Terhadap Kekilapan, Kekerasan, dan Kekasaran Permukaan Alumunium*, Purwakarta, Politeknik Enjinereng Indorama
- Pridawati, 2013. *Analisa Besar Perengaruh Tegangan Listrik Terhadap Ketebalan Pelapisan Chrome Pada Pelat Baja Dengan Proses Electroplating*, Bekasi, Universitas Islam 45
- Rhomdan Deri Subayu dan Arya Mahendra Sakti (2018), Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Tegangan Pada Proses Elektroplating Nikel Terhadap Ketebalan Permukaan Dan Mampu Bending Knalpot Sepedamotor, *JTM Volume 06 Nomor 01 Tahun 2018*, 121-128.
- Suarsana, I.K., 2008. *Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram Vol.2 No. 1, Juni 2008 (48-60), Jimbaran Bali.
- Sudana, 2014. *Alat Simulasi Pelapisan Logam Dengan Metode Elektroplating*, Bali. Politeknik Negeri Bali
- Wahyudi, Y, 2016, *Analisa Perbandingan Pelapisan Galvanis Elektroplating dengan Hot Dip Galvanizing Terhadap Ketahanan Korosi dan Kekerasan Pada Baja*, Jurnal R.E.M (Rekayasa Energi Manufaktur) Vol. 1 No. 1, Sidoarjo
- Yusrul, M.N., dkk, 2017, *Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro Nikel-Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan dan Kekasaran Lapisan*, Jurnal Teknik Mesin Vol. 13 No. 1, Semarang