



**PENGARUH VARIASI WAKTU PENCELUPAN *ELECTROPLATING*
NICKEL – CHROME PADA BAJA S45C TERHADAP KETEBALAN
LAPISAN**

Skripsi

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin



Disusun Oleh:

MUHAMMAD YOGI MULYANANTA

NPM. 21401052036

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
MALANG**

2021

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu pencelupan proses *electroplating* terhadap pelapisan baja S45C dengan waktu pencelupan yang divariasikan 30, 60, dan 90 menit menggunakan tegangan 6 Volt, kuat arus 22 A, dan jarak anoda katoda dengan panjang 25cm. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai rata - rata ketebalan dengan variasi waktu 30 menit menghasilkan ketebalan 6,76 μm . Nilai rata - rata ketebalan selanjutnya dengan variasi waktu 60 menit menghasilkan ketebalan 11,14 μm . Nilai rata-rata ketebalan terakhir dengan variasi waktu 90 menit menghasilkan ketebalan 11,57 μm . Artinya, semakin banyak waktu yang digunakan dalam proses pencelupan, semakin tinggi nilai ketebalan baja.

Kata Kunci: *Electroplating*, waktu pencelupan, ketebalan, baja S45C

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the process immersion time *electroplating* on S45C steel coating with varying immersion times of 30, 60, and 90 minutes using a voltage of 6 Volts, a current of 22 A, and an anode cathode distance of 25cm. The results of this study indicate that the average thickness with a time variation of 30 minutes produces a thickness of 6.76 μm . The next average thickness value with a time variation of 60 minutes resulted in a thickness of 11.14 μm . The last average thickness value with a time variation of 90 minutes resulted in a thickness of 11.57 μm . This means that the longer the immersion time, the thickness value will increase.

Key words: *Electroplating*, immersion time, thickness, S45C steel

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan serta teknologi pada industri pelapisan logam, penggunaan logam tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia sehari-hari. Penerapannya sendiri sangat luas dan bergantung pada kebutuhan dikarenakan banyaknya sifat dan karakter yang dimilikinya (Putra, 2012). Baja adalah salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan dalam keperluan industri di bidang teknik, terdapat banyak macam dengan sifat dan karakter yang berbeda. Pada umumnya baja memiliki sifat mekanik yang baik, namun baja memiliki satu kelemahan yaitu mudah terkorosi sehingga menyebabkan daya guna baja kurang maksimal (Wibawa, dkk., 2013).

Korosi atau karatan merupakan reaksi antara logam dan lingkungan yang terjadi secara elektrokimia dan menyebabkan penurunan mutu logam. Hal ini sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dan iklim seperti temperatur, kelembaban dan kandungan bahan kimia dalam udara (Sidiq, 2013). Disamping itu korosi memiliki risiko yang cukup tinggi bila tidak ada pengetahuan, penanganan, dan monitoring karena dapat menimbulkan kerugian dan bahaya kecelakaan. Menurut dosen pendidikan, Amerika Serikat mengalokasikan biaya pengendalian korosi sebesar 80 hingga 126 milyar dollar per tahun. Kemudian, di Indonesia dua puluh tahun lalu biaya yang ditimbulkan akibat korosi dalam bidang industri mencapai 5 triliun rupiah (dosenpendidikan.co.id). Melihat kerugian yang ditimbulkan akibat korosi ini maka berbagai usaha dilakukan oleh manusia untuk memperlambat laju korosi. Salah satu cara untuk memperlambat tingkat kerusakan serta meningkatkan kekuatan mekanis logam tersebut, yaitu dengan cara pelapisan *electroplating* (Deviana, 2014).

Electroplating merupakan proses pengerjaan akhir yang lebih banyak digemari karena memiliki beberapa kelebihan seperti lapisan yang merata, memiliki daya rekat, dan tampak permukaan yang lebih baik (Pratiwi, dkk.

2020). Terdapat beberapa jenis pelapisan logam, salah satunya adalah nikel yang mempunyai sifat keras, ulet, bisa ditempa, dan berwarna putih keperakan. Selain itu nikel merupakan konduktor panas dan listrik yang cukup baik (Rozak, 2017). Nikel bertindak sebagai anoda, sedangkan benda kerja bertindak sebagai katoda yang kedua elektroda tersebut dicelupkan dalam suatu elektrolit yang mengandung nikel sulfat. Dalam operasi pelapisan, kondisi operasi perlu diperhatikan karena akan menentukan berhasil atau tidaknya proses pelapisan serta mutu yang diinginkan, dalam kaitannya dengan tebal lapisan yang terbentuk pada logam dasar (Sugiyarta, dkk., 2012).

Erlambang & Palupi (2020) melakukan pelapisan nikel-krom dekoratif dengan variasi waktu lama pencelupan 18, 20, 22 (menit) dan variasi temperatur larutan 55, 57 (°C). Spesimen pada penelitian ini berukuran 55x10x10 (mm) dan 55x30 (mm). Pada waktu 22 menit dengan temperatur 57°C membuktikan bahwa semakin besar nilai waktu lama pencelupan dan temperatur, maka semakin besar pula ketebalan dan nilai impak yang dibutuhkan untuk merusak baja ASTM A36.

Proses *electroplating* krom yang dilakukan oleh Rahman, dkk. (2020) dengan variasi arus 11 A, 16 A, dan 22 A dan variasi temperatur 55°C, 65°C, dan 75°C membuktikan bahwa semakin besar arus proses *electroplating* dapat meningkatkan kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan. Namun pada temperatur 75°C ketebalan lapisan dan kekasaran permukaan mengalami penurunan.

Kemudian hasil penelitian yang dilakukan oleh Assegaff & Purwanto (2017) dengan variasi tegangan 3V, 6V, 7,5V dan suhu 40°C selama 30 menit menunjukkan bahwa ketebalan lapisan krom adalah 7,19 μm , 10,1 μm , dan 18,4 μm , sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin meningkatnya tegangan listrik, maka semakin meningkat ketebalan pada permukaan tembaga.

Berdasarkan hasil beberapa penelitian sebelumnya, maka peneliti beranggapan bahwa masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai waktu pencelupan pada proses *electroplating* terhadap ketebalan lapisan. Dalam penelitian ini peneliti mengambil sampel yang akan diuji yakni baja S45C, dengan mempertimbangkan harga yang lebih terjangkau dibandingkan

harga baja yang lain dan mempunyai sifat mampu untuk dilakukan proses perlakuan panas agar memperoleh sifat mekanis yang lebih baik. Selain itu, belum ada penelitian terdahulu yang menguji ketebalan lapisan dengan menggunakan baja S45C. Dari uraian tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Variasi Waktu Pencelupan *Electroplating Nickel – Chrome* Pada Baja S45C Terhadap Ketebalan Lapisan”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana Pengaruh Variasi Waktu Pencelupan Proses *Electroplating* pada Baja S45C terhadap Ketebalan Lapisan?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang diteliti menggunakan baja S45C
2. Tegangan listrik 6 *Volt*
3. Variasi waktu 30, 60, 90 menit
4. Pelapisan yang digunakan ialah krom dan nikel
5. Kuat arus 22 *Ampere*
6. Larutan yang digunakan *Chromic Acid*
7. Jarak anoda katoda 25cm
8. Temperatur 45°C

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu pencelupan proses *electroplating* terhadap ketebalan baja S45C.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui ketebalan lapisan dengan variasi waktu 30, 60, 90 menit
2. Menambah referensi sebagai pengembangan ilmu dibidang pelapisan atau *electroplating*
3. Dapat dijadikan sebagai referensi di industri *electroplating* dengan bahan dasar paduan nikel-krom.

1.6. Sistematika Penulisan

Secara umum sistematika penulisan skripsi ini dapat diuraikan secara ringkas yaitu sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi gambaran secara umum tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tentang teori-teori yang melandasi dan memperkuat penelitian yang diambil dari buku, literatur dan jurnal ilmiah ataupun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan karya ilmiah ini.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini membahas tentang langkah-langkah sistematis yang ditempuh dalam mengerjakan penelitian ini. Hal ini bertujuan agar dalam metode pengambilan data, pengumpulan data, diagram alir (*flowchart*) penelitian, dan pengolahan data hasil dari eksperimen menjadi lebih terarah.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang hasil dari pelaksanaan penelitian dan analisis data yang telah diperoleh.

BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian, serta saran untuk penelitian selanjutnya demi kesempurnaan dari hasil skripsi

BAB V

PENUTUPAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dengan pengaruh variasi waktu pencelupan *electroplating nickel-chrome* pada baja S45C terhadap ketebalan lapisan dapat ditarik kesimpulan, yaitu:.

1. Pengaruh variasi waktu pencelupan proses *electroplating* pada baja S45C terhadap ketebalan lapisan dengan Analisa data sebagai berikut:
 - a. Hasil pengujian ketebalan permukaan lapisan pada spesimen uji yang menunjukkan nilai tertinggi pada penelitian ini adalah variasi waktu pencelupan 90 menit dengan tegangan 6 Volt, kuat arus 22 A, jarak anoda katoda 25cm, dan temperatur 45°C menghasilkan nilai ketebalan 11,57 μm . Sedangkan nilai ketebalan lapisan paling rendah adalah variasi waktu pencelupan 30 menit dengan tegangan 6 Volt, kuat arus 22 A, jarak anoda katoda 25cm, dan temperatur 45°C yaitu 6,76 μm .
 - b. Hasil dari analisis anova adalah $F_{\text{hitung}} > F_{\text{Tabel}}$ atau $619,5264 > 3,4028$ maka H_0 ditolak, dari pernyataan tersebut maka terdapat perbedaan yang signifikan variasi waktu pencelupan *electroplating nickel – chrome* pada baja S45C terhadap ketebalan lapisan.
 - c. Hasil kerataan ketebalan lapisan memiliki perbedaan pada waktu 30 menit dan 60 menit menghasilkan kerataan yang signifikan, kemudian waktu 60 menit dan 90 menit menghasilkan kerataan yang tidak signifikan. Hal tersebut dikarenakan waktu 30 menit memiliki hasil relatif lebih rata di bandingkan dengan waktu 60 menit dan 90 menit.
 - d. Terdapat pengaruh variasi waktu pencelupan terhadap ketebalan lapisan pada baja S45C, bahwa semua variabel spesimen dapat dilihat semakin lama waktu pencelupan, maka nilai ketebalan akan semakin meningkat.

5.2. Saran

Berikut beberapa saran dalam penelitian pengaruh variasi waktu pencelupan *electroplating nickel-chrome* pada baja S45C terhadap ketebalan:

1. Pembersihan material dari proses *electroplating* baik pembersihan secara mekanik, pelarut, dan pembilasan benar-benar bersih.
2. Sebagai acuan dasar antara penelitian selanjutnya bisa menggunakan waktu pencelupan yang lebih lama, sehingga diperoleh lapisan yang lebih konsisten ketebalan dan kerataannya.
3. Penggunaan variasi arus dan tegangan bisa di jadikan acuan untuk penelitian lebih lanjut juga.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. A. (2011). Analisa pengaruh besar tegangan listrik terhadap ketebalan pelapisan chrom pada pelat baja dengan proses electroplating. *Tugas Akhir Jurusan Mesin Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar*.
- Aisyah, 2004. Produksi dan Karakterisasi Serbuk Tembaga Hasil Proses Elektrolisis. Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Apriambudi, A. D. (2019). *Pengaruh Variasi Waktu Dan Konsentrasi Larutan Terhadap Kekerasan Lapisan Nikel Electroplating Pada Baja Karbon Rendah* (Doctoral dissertation, UNNES).
- Ariawan, A. (2019). Pengaruh Media Pendingin Quenching Temperatur Rendah Terhadap Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja S45c.
- Assegaff, M., & Purwanto, H. (2018). Pengaruh Tegangan Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan Dan Kekasaran Lapisan. *Majalah Ilmiah Momentum*, 13(2).
- Basmal, B., Bayuseno, A. P., & Nugroho, S. (2012). Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel pada Baja Karbon Rendah Secara Electroplating Terhadap Nilai Ketebalan dan Kekasaran. *ROTASI*, 14(2), 23-28.
- Budiyanto, E., Setiawan, D. A., Supriadi, H., & Ridhuan, K. (2017). Pengaruh jarak anoda-katoda pada proses electroplating tembaga terhadap ketebalan lapisan dan efisiensi katoda baja AISI 1020. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1).
- Darmawan, A. S., Okariawan, I. D. K., & Sari, N. H. (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: Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik Mesin*, 5(2).
- Denyputra, L. D. (2016). *Uji Kinerja Instalasi Pelapisan Logam Nikel Ditinjau dari Hubungan Ketebalan Lapisan dan Variasi Tegangan pada Medium Carbon Steel*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FT UM.
- Deviana, R. (2014). Pengaruh Waktu Pencelupan dan Temperatur Proses Electroplating Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Permukaan Baja ST 42. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(01).
- Djarwanto, Ps. & Subagyo, P. (1998). *Statistik induktif*. Yogyakarta: BPFE.
- Erlambang, B., & Palupi, A. E. (2020). Analisis Pengaruh Variasi Waktu Dan

Temperatur Pelapisan Nikel-Krom Dekoratif Terhadap Ketebalan Dan Ketangguhan Baja ASTM A36. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1).

Hadromi. 2000. Industri Electroplating Kecil dan Menengah.

Hartono, M. 2019. *Optimasi Kualitas Kekasaran Permukaan Material SS400 Pada Proses Electroplating Menggunakan Metode Taguchi* (Doctoral dissertation, FT).

Hidayat, T., Hartono, P., & Sujatmiko, S. (2017). Analisa Pengaruh Suhu Pada Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanis (Kekerasan) Baja S45c Pada Proses Hardening. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(02)

<https://www.dosenpendidikan.co.id/korosi-adalah/>. Diakses pada 16 Oktober 2020.

Iywani, A. D., & Prayitno, D. (2018). Pengaruh Annealing Terhadap Nilai Ketangguhan Baja S45c Yang Telah Di-Hardening Dengan Media Pendingin Air. In *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan* (pp. 77-81).

Lesmanah, U., Marsyahyo, E., & Vitasari, P. (2013). Optimasi Sifat Mekanis Kekuatan Tarik Baja St 50 Dengan Perlakuan Gas Carburizing Variasi Holding Time Untuk Peningkatan Mutu Baja Standar Uji Astm A370. *Jurnal Mekanikal*, 4(2) 2174.
<http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mekanikal/article/view/>

Luo, J. K., Pritschow, M., Flewitt, A. J., Spearing, S. M., Fleck, N. A., & Milne, W. I. (2006). Effects of process conditions on properties of electroplated Ni thin films for microsystem applications. *Journal of the Electrochemical Society*, 153(10), D155.

Manurung, C. (2014). Pengaruh Kuat Arus Terhadap Ketebalan Lapisan dan Laju Korosi (MPY) Hasil Electroplating Baja Karbon Rendah dengan Pelapis Nikel.

Marwati, S., Padmaningrum, R. T., & Kristianingrum, S. (2013). Pengaruh Konsentrasi Formaldehid sebagai Agen Pereduksi Terhadap Efisiensi Elektrodeposisi Ag⁺ dalam Limbah Cair Electroplating. *Jurnal Sains Dasar*, 2(1).

Paridawati, P. (2013). Analisa Besar Pengaruh Tegangan Listrik Terhadap Ketebalan Pelapisan Chrome Pada Pelat Baja Dengan Proses Electroplating. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma" 45" Bekasi*, 1(1), 97467.

Pratiwi, V. M., Sulistijono, S., Hidayat, M. I. P., & Zuniandra, H. (2020). Pengaruh Variasi Waktu dan Temperatur Electroplating Seng Terhadap Ketebalan, Kekuatan Lekat dan Ketahanan Korosi pada Baja. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), F218-F223.

- Putra, F. S. A. (2012). Pengaruh Arus Dan Waktu Pelapisan Hard Chrome Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Kekerasan Pada Plat Baja Karbon Rendah Aisi 1026 Dengan Electroplating Menggunakan Hcro3 250 Gr/Lt Dan H2so4 1, 25 Gr/Lt.
- Raharjo, S. (2010). Pengaruh Variasi Tegangan listrik dan waktu proses electroplating terhadap ketebalan serta kekerasan lapisan pada baja karbon rendah dengan krom (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Rahman, M. B. N., Riyanta, B., & Agusman, D. (2020). Pengaruh Temperatur dan Arus Listrik Proses Pelapisan Krom Pada Plastik ABS Dengan Metode Electroplating. *JMPM: Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, 4(1), 58-66.
- Rasyad, A., & Budiarto, B. (2019). Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, dan Kuat Arus Proses Electroplating terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk dan Kekerasan pada Baja Karbon Rendah. *Rekayasa Mesin*, 9(3), 173-182.
- Riduwan, 2008. *Dasar-dasar statistika*. Bandung: Alfabeta
- Robbina, M. A. (2012). *Perbandingan Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro Akibat Variasi Katalis Pada Proses Carburizing Baja S45C* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Rozak, A. (2017). Analisis Kepadatan pada Proses Pelapisan Nikel dengan Variasi Tegangan dan Lama Pencelupan Baja ST 41. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(01).
- Saleh, Ir. Azhar A. 2014. *Electroplating Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*. Bandung: Yrama Widya.
- Santoso, M. (2020). *Laju Korosi Pelapisan Krom Dan Nikel Dengan Proses Electroplating Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Variasi Waktu* (Doctoral Dissertation, Universitas Pancasakti Tegal).
- Saputro, A. (2019). *Pengaruh Tegangan Listrik Proses Electroplating Nikel Pada Aluminium Alloy 1100 Terhadap Ketebalan Dan Kekerasan Lapisan* (Doctoral dissertation, UNNES).
- Setyahandana, B., & Christianto, Y. E. (2017). Pengaruh hard chrome plating pada peningkatan kekerasan baja komponen kincir. *Media Teknika*, 12(1).
- Setyo, N., & Malau, V. M. V. (2012). Pengaruh kuat arus pada pelapisan nickel dan nickel-hard chromium plating terhadap sifat fisis dan mekanis permukaan baja aisi 410. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Sidiq, M. F. (2013). Analisa korosi dan pengendaliannya. *jurnal foundry*, 3(1), 25-30.
- Suarsana, I. (2008). Pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan khrom dekoratif terhadap tingkat kecerahan dan ketebalan lapisan. *Jurnal*

Ilmiah Teknik Mesin Universitas Udayana, 2(1), 48.

Subayu, R. (2018). Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Tegangan Pada Proses Electroplating Nikel Terhadap Ketebalan Permukaan Dan Mampup Ben ding Knalpot Sepeda Motor. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1).

Sudana, I. M., Arsani, I. A. A., & Waisnawa, I. S. (2017). Alat simulasi pelapisan logam dengan metode electroplating. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 14(3), 190.

Sudjana, 1996. *Metoda statistika*. Bandung: Tarsito Bandung.

Sugiyarta, S., Bayuseno, A. P., & Nugroho, S. (2012). Pengaruh konsentrasi larutan dan kuat arus terhadap ketebalan pada proses pelapisan nikel untuk baja karbon rendah. *ROTASI*, 14(4), 23-27.

Sugiyono. 2004. *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung: Alfabeta, CV

Sukrawan, Y. (2016). Analisis Variasi Waktu Proses Hard Chrome Terhadap Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan Pada Besi Cor Kelabu. *TORSI*, 1(1).

Sumpena, S., & Wardoyo, W. (2021). Analisa Kuat Arus Listrik dan Waktu Electroplating Nickel-Chrome terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Permukaan Baja Karbon Rendah. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 96-102.

Suwardi, D., & Riyadi, T. W. B. (2017). *Pengaruh Electroplating Nikel Dengan Variasi Waktu Pelapisan 30, 60, 90, 120, 150 Menit Terhadap Kekasaran Permukaan, Titik Luluh Kekuatan Tarik Maksimum Baja Karbon* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

Wibawa, L. A. N., Raharjo, W. P., & Kusharjanta, B. (2013). Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu Pelapisan pada Proses Electroplating Baja Karbon Rendah dengan Pelapis Seng terhadap Ketebalan dan Laju Deposit. *Universitas Sebelas Maret*.

Wibowo, A. C. (2016). *Pengaruh Variasi Waktu Proses Hard Chrome Pada Washer (Ring) Terhadap Ketebalan Dan Kekerasan Lapisan* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).

Yulianto, H. (2016). *Laju Produksi Pelapisan Tembaga Pada Baja Karbon Rendah Aisi 1023 Dengan Proses Electroplating* (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).

Yusmanto, A. D. (2018). *Pengaruh Jarak Anoda Katoda Dan Lama Waktu Pelapisan Proses Electroplating Nikel Terhadap Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan Material Baja AISI 304* (Doctoral Dissertation, UNNES)