

KINERJA ALAT ELEKTROPLATING UNTUK PRAKTIK DI SMK

Widodo A.¹, Heri W.¹, Arianto L.S.¹, Didik N.¹, Fredy S.¹, Mujiyono¹, Novi H.², Agung W.²

¹ Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY; ² SMK Muhammadiyah 1 Bantul

Email: heri_wb@uny.ac.id

ABSTRACT

An equipment for electroplating which able to accommodate nine steps of process has been developed. The equipment performance needs to be tested regarding its feasibility as a practice support apparatus. Mild steel was used as specimen material. The variations of current are 1.8; 2.6; and 3.6 A. The variations of process duration are 4 minutes 50 seconds and 9 minutes 39 seconds. The current of 1.8 and time of 4 minutes 50 seconds and also at the current of 3.6 A and time of 9 minutes 39 seconds are not recommended as process parameter. The surface characteristics of the coating are glossy, smooth, and even. The equipment efficiency is 84.45% on the target layer thickness of 10 mm and at a current of 7.5 A/dm².

Keywords: performance, electroplating equipment, practice

ABSTRAK

Sebuah alat untuk proses elektroplating yang mampu mengakomodasi sembilan tahap proses yang telah dikembangkan untuk praktik di SMK perlu diketahui kinerjanya terkait kelayakannya sebagai sarana pendukung praktik. Uji kinerja dilakukan pada baja lunak. Variasi kuat arus adalah 1,8; 2,6; dan 3,6 A. Variasi lama proses pelapisan adalah 4 menit 50 detik dan 9 menit 39 detik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat arus 1,8 A dengan lama proses 4 menit 50 detik dan kuat arus 3,6 A dengan lama proses 9 menit 39 detik tidak direkomendasikan untuk pembelajaran praktik menggunakan alat yang dikembangkan. Karakteristik lapisan yang dihasilkan adalah mengkilap, halus, dan merata. Efisiensi alat adalah 84,45 % untuk target tebal lapisan 10 µm pada kuat arus 7,5 A/dm².

Kata kunci: kinerja, alat elektroplating, praktik

PENDAHULUAN

Pelapisan logam adalah teknik yang dipakai untuk memberi sifat khusus pada permukaan agar suatu produk memiliki sifat lebih baik. (Sugiyarta, dkk., 2012: 23). Elektroplating adalah satu jenis pelapisan logam untuk meningkatkan mutu suatu produk, yaitu meningkatkan sifat dasar logam dengan lapisan tebal atau tipis, kusam atau cerah, lunak atau keras, dan ulet atau getas. (Fontana, 1986: 304). Elektroplating pada komponen logam ditujukan meningkatkan kekerasan permukaan, ketahanan aus dan korosi. (Sheehy, dkk., 1984: 3). Keunggulan teknik elektroplating adalah proses sederhana, selektifan tinggi, dan *throwing power* yang baik. (Landolt, 2002: 9)

Prinsip pdari oses elektroplating adalah memberi lapisan pada permukaan dengan cara

mengendapkan lapisan logam tipis memanfaatkan arus listrik. (Arif, dkk., 2015: 67). Proses elektroplating dilakukan dalam suatu wadah yang terdapat elektroda-elektroda yang dihubungkan dengan sumber arus listrik searah. Proses elektroplating berlangsung di dalam larutan elektrolit yang dialiri arus listrik melalui sebuah anoda menuju komponen yang akan dilapisi yang bertindak sebagai katoda. Proses ini melibatkan arus listrik, elektroda (anoda dan katoda), larutan elektrolit, dan spesimen. (Sutomo, dkk., 2010: 14). Parameter-parameter yang mempengaruhi proses elektroplating antara lain: rangkaian elektroda, konsentrasi larutan, rapat arus, tegangan, suhu, dan lama proses. (Helmy, 2010: 245-252; Sugiyarta, dkk, 2012: 23-27; Arif , dkk., 2015:

66-71; Sukarjo dan Soelarso, 2018:18-25; Muhammad, dkk., 2020: 58-66). Proses elektroplating pada industri kecil diterapkan untuk meningkatkan mutu produk maupun tujuan dekoratif. (Eddy, dkk, 2019: 101-106; Sudigdo, dkk., 2002: 21-23; Mutaqin, 2004).

Proses elektroplating adalah salah satu materi pelapisan logam pada pelajaran Dasar Perancangan Teknik Mesin (DPTM) kelas X Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Materi elektroplating akan tuntas dikuasai siswa melalui kegiatan praktik sebagai pengalaman langsung. Pembelajaran praktik merupakan proses belajar yang secara sistematis dan terarah membimbing siswa sehingga memiliki keterampilan tertentu. (Riana, 2016: 112). Pembelajaran praktik membentuk kompetensi pada ranah psikomotor dan sikap. (Arif, dkk., 2017: 51). Siswa akan memperoleh pengalaman langsung yang dapat direfleksikan kembali melalui pembelajaran praktik. Dengan demikian pembelajaran praktik menjadi satu aspek penting untuk meningkatkan kompetensi keahlian siswa, khususnya pada pendidikan kejuruan.

Praktik elektroplating di SMK telah dilaksanakan menggunakan alat elektroplating sederhana (Soeprapto, 2009; Soeprapto, dkk., 2014: 66-79). Demikian pula pembelajaran praktik elektroplating di Sekolah Menengah Atas (SMA). (Yusnita dan Fathurrahman, 2020: 8-15). Namun alat untuk praktik elektroplating ini hanya mempunyai satu bak untuk proses pelapisan saja. Proses penyiapan spesimen terpisah dan manual. Proses pelapisan hanya dilakukan satu kali, tanpa proses *finishing* untuk tampilan hasil yang lebih baik.

Sebuah alat elektroplating dikembangkan untuk praktik di SMK Muhammadiyah 1 Bantul, Yogyakarta (SMK Musaba) Alat ini mampu mengakomodasi proses persiapan spesimen sampai *finishing*. Alat elektroplating ini memiliki 9 bak untuk proses yang menyeluruh. Alat ini perlu diuji untuk mengetahui kinerjanya sehingga layak untuk pembelajaran praktik.

METODE

Alat elektroplating yang digunakan memiliki 9 bak untuk mengakomodasi 9 tahap proses, yaitu: *hot degreasing*, *rinsing*, *pickling*, *rinsing*, *activating*, *nikel strike*, *rinsing*, *nikel shiny*, dan *rinsing*. Spesimen yang digunakan adalah *mild steel* dengan kadar karbon kurang dari 3%. Bahan ini biasa dipakai untuk praktik pemesinan dan fabrikasi oleh siswa SMK Musaba. Dimensi spesimen adalah 50 mm x 30 mm x 3,5 mm. Komposisi larutan untuk proses elektroplating disajikan pada tabel 1. Variasi kuat arus dan lama proses elektroplating tampak pada tabel 2.

Tabel 1. Komposisi larutan

Larutan	Komposisi
<i>Hot Degreasing</i>	KOH 56 gr / 1 liter air
<i>Pickling</i>	HCl 20 %
<i>Activating</i>	H ₂ SO ₄ 30 %
<i>Nikel Strike</i>	(HCl 76 gr + NiCl ₂ 270 gr) / 1 liter air
<i>Nikel Shiny</i>	(NiSO ₄ 270gr + NiCl ₂ 76gr + H ₃ BO ₃ 37,5gr + Brightener 4cc) / 1 liter air

Tabel 2. Variasi kuat arus dan waktu

Kode spesimen	Kuat Arus (A)	Lama Pelapisan
A	1,8	4 menit 50 detik
B	2,6	4 menit 50 detik
C	3,6	4 menit 50 detik
D	1,8	9 menit 39 detik
E	2,6	9 menit 39 detik
F	3,6	9 menit 39 detik

Spesimen dibersihkan secara mekanis dengan pengamplasan dan digosok *autosol*. Proses *hot degreasing* pada suhu 60 °C selama 15 menit dan proses *pickling* selama 10 menit. Spesimen dari *mild steel* tidak memerlukan proses *activating*. Pada proses *rinsing*, spesimen dibilas dengan air mengalir kurang lebih 2 menit. Proses nikel *shiny* dilakukan pada suhu 60 °C.

Kinerja alat elektroplating ditentukan dari tebal lapisan yang dihasilkan, penampakan visual lapisan dan cacat yang terjadi pada permukaan spesimen. Tebal lapisan diukur menggunakan mikroskop makro *INSIZE* di Laboratorium bahan dan pengolahan FT UNY. Cacat yang pada spesimen didokumentasi dan dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat elektroplating di SMK Musaba memiliki 9 bak yang terintegrasi dan mampu mengakomodasi proses mulai *hot degreasing* sampai pelapisan nikel *shiny* tampak pada Gambar 1. Penyearah arus listrik (*rectifier*) dengan rangkaian elektronik sehingga arus dan tegangan dapat diatur secara digital tampak pada Gambar 2. Bak untuk proses *rinsing* dilengkapi kran pembuang agar air dapat mengalir untuk proses pembilasan (Gambar 3). Pada bak-bak untuk *hot degreasing* dan nikel *shiny* terpasang tiga pemanas, masing-masing berdaya 150 W, mampu memanaskan larutan dari suhu 25 °C ke 60 °C dalam 40 menit (Gambar 4). Pamanas terhubung dengan unit pengontrol suhu sehingga suhu larutan didalam bak dapat dijaga tetap konstan.

arus listrik pada tiap keping nikel namun tidak berpengaruh terhadap kontaminasi lapisan nikel karena titanium jauh lebih rendah kemampuannya dalam melepaskan partikel ion. Anoda dan katoda (spesimen) digantung pada kawat kuningan. Jarak antara anoda dan katoda adalah 70 mm.



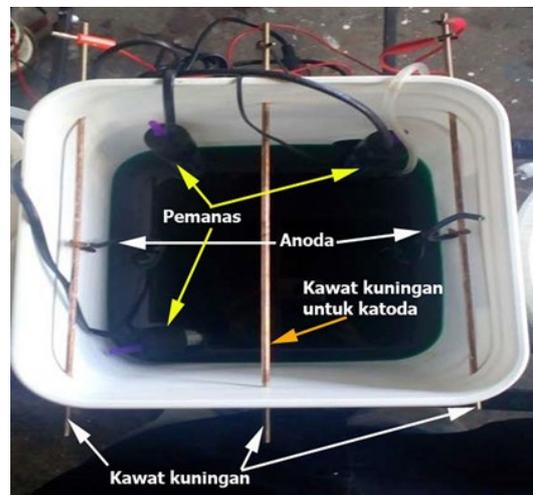
Gambar 2. Rectifier



Gambar 3. Kran pembuang air bilasan



Gambar 1. Alat elektroplating 9 bak



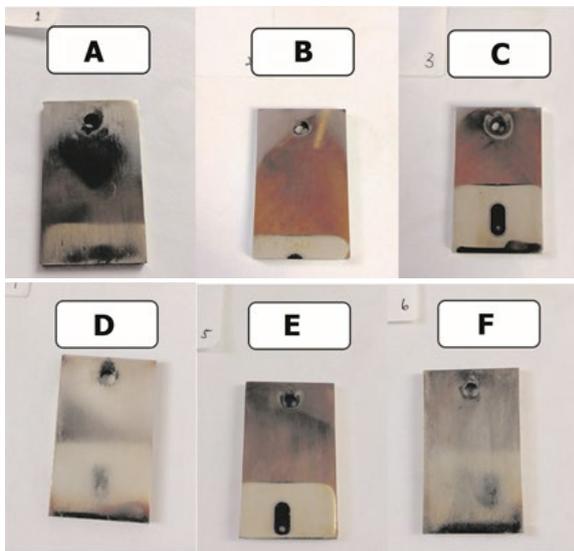
Gambar 4. Bak nikel *shiny*

Pada bak nikel *strike* dan nikel *shiny* terdapat 2 anoda nikel yang masing-masing terdiri dari 3 keping nikel 20 mm x 20 mm x 10 mm, ditumpuk dalam wadah titanium dengan total luas permukaan 0,48 dm² (Gambar 5). Wadah titanium pada anoda menghubungkan



Gambar 5. Anoda kepingan nikel

Gambar 6 memperlihatkan hasil akhir dari proses elektroplating nikel. Spesimen A menunjukkan tampilan sedikit buram dan bekas pengamplasan masih sedikit terlihat. Hal ini karena kuat arus yang rendah dan waktu pelapisan kurang lama sehingga penumpukan lapisan belum menutupi bekas proses pengamplasan. Hal berbeda tampak terjadi pada spesimen D, bekas pengamplasan telah tertutup oleh lapisan nikel, namun permukaannya masih tampak kusam dan belum mengkilap sempurna karena kuat arusnya 1,8 A.



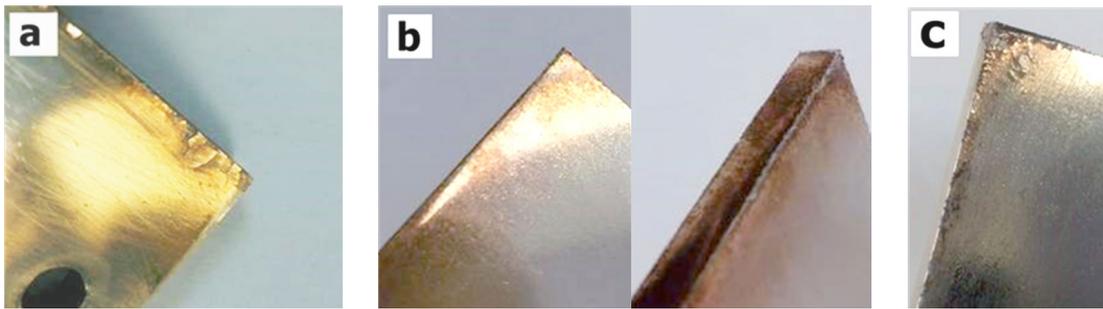
Gambar 6. Hasil proses pelapisan

Spesimen B dan E menunjukkan hasil pelapisan yang mengkilap dan merata, tidak tampak bekas pengamplasan. Kondisi ini menunjukkan kesesuaian penyetelan kuat arus dengan luasan permukaan spesimen. Lebih jauh, tampilan visual tidak berubah meskipun lama proses pelapisan berbeda.

Spesimen C menunjukkan lapisan yang mengkilap dan halus merata. Namun, pada proses pelapisan yang lebih lama dihasilkan permukaan yang sedikit berbintik, seperti tampak pada spesimen F. Tampilan yang terlihat sedikit berbintik ini berupa tumpukan lapisan pada bagian ujung dan penampakkannya terlihat menjadi buram. Proses pelapisan yang lebih lama memicu lapisan yang tampak menggumpal disebabkan ion nikel yang banyak dan laju ion yang terlalu cepat.

Pengamatan lebih dalam terhadap hasil proses elektroplating menunjukkan bahwa cacat terjadi pada beberapa spesimen. Spesimen C mengelupas (*peeling*) di ujungnya (Gambar 7a). Cacat ini dapat menyebabkan korosi karena lapisan nikel tidak menutupi bagian tersebut. Penyebab cacat ini bermacam-macam, antara lain kontak listrik yang terhambat dan proses pembersihan permukaan yang kurang sempurna sehingga mengurangi daya adhesi lapisan nikel. Menurut Azhar A. Shaleh (2014) cacat jenis ini dapat diatasi dengan beberapa cara yakni memastikan arus listrik yang dialirkan tersambung dengan baik dan stabil, menghindari adanya pengotor logam kecuali Cr^{2+} dengan cara melakukan penyetelan arus dengan posisi yang cukup rendah. Untuk pengotor jenis besi (Fe) dapat dilakukan oksidasi pada besi tersebut dengan menambahkan H_2O_2 dan menaikkan PH hingga lebih dari 5. Pengotor jenis lainnya yaitu Cr^{6+} yang dapat ditanggulangi dengan penambahan Bisulfit ($KHSO_3$ atau $NaHSO_3$), dan melakukan pembersihan dari pengotor organik dan pencelupan asam dengan sempurna.

Spesimen F mengalami *burning* (gosong) seperti tampak pada gambar 7b. Cacat ini dijumpai diseluruh bagian permukaan spesimen dan lebih sering terjadi pada sudut-sudut benda kerja. *Burning* ini disebabkan oleh rapat arus tinggi dan durasi proses yang lama. Lebih jauh, teramati pula permukaan spesimen F bergerigi/kasar (*roughness*) seperti tampak pada gambar 7c. *Roughness* teramati pada ujung sudut-sudut spesimen. Cacat ini diakibatkan oleh kuat arus yang terlalu tinggi dan biasanya diawali dengan *burning* terlebih dahulu dan proses pelapisan tetap dilanjutkan sehingga terbentuk tumpukan molekul nikel pada permukaan ujung spesimen. Kuat arus yang tinggi menyebabkan ion-ion nikel yang menempel pada spesimen jadi lebih banyak, sehingga menyebabkan deposit yang terbentuk tidak sempurna (Rohman dan Arya, 2018: 122). Hal ini dialami pada beberapa spesimen yang mengalami cacat pada permukaannya seperti cacat *roughness*.



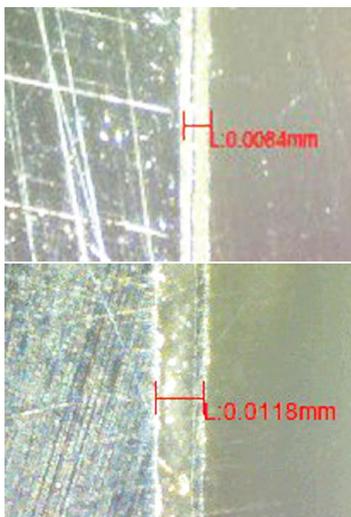
Gambar 7. Cacat pada permukaan: (a) *peeling*, (b) *burning*, (c) *roughness*

Tabel 1. Judul Tabel

Kode spesimen	Kehalusan Permukaan	Mengkilap	Meratanya Lapisan	Tidak Cacat	Skor
A	v	x	x	v	2
B	v	v	v	v	4
C	v	v	v	v	4
D	v	v	x	v	3
E	v	v	v	v	4
F	x	x	x	x	0

v = ya; x = tidak

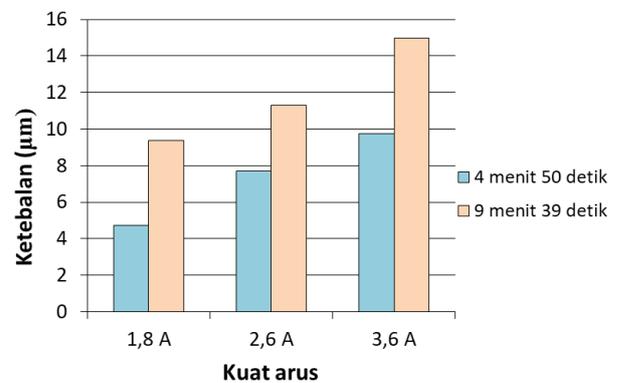
Observasi visual terhadap hasil pelapisan menggunakan alat elektrolating di SMK Musaba dirangkum pada tabel 2. Secara umum, tampak bahwa proses dengan parameter seperti pada spesimen A dan F memberi hasil yang tidak memuaskan. Hasil kurang memuaskan pada spesimen D menunjukkan bahwa kuat arus 1,8 A memberi hasil pelapisan yang kurang bagus.



Gambar 8. Pengukuran tebal lapisan:
(a) Spesimen B; (b) spesimen E

Tabel 3. Ketebalan rata-rata

Kode spesimen	Ketebalan rata-rata (μm)
A	4,72
B	9,38
C	7,68
D	11,3
E	9,72
F	14,96



Gambar 9. Perbandingan tebal lapisan

Ketebalan lapisan yang dihasilkan dari proses elektroplating diukur menggunakan mikroskop makro (Gambar 8). Tampak bahwa proses pelapisan yang lebih lama menghasilkan lapisan yang lebih tebal. Hasil ini selaras dengan beberapa penilitan sebelumnya. (Sukarjo dan Soelarso, 2018: 24; Sutomo, dkk., 2010: 14) Rangkuman hasil pengukuran tebal lapisan disajikan pada Tabel 3. Perbandingan tebal lapisan berdasar kuat arus dapat dicermati pada Gambar 8. Tampak bahwa tebal lapisan bertambah dengan bertambahnya kuat arus maupun lama proses pelapisan. Ini sesuai dengan teori pelapisan elektroplating pada persamaan 1. Bagaimanapun, tebal lapisan yang dihasilkan berbanding terbalik dengan jarak elektroda (Wahab, dkk (2013: 6), sedang dalam penelitian ini jarak elektroda adalah konstan.

$$T = \frac{12,294 I t}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

- T = Ketebalan(µm)
- I = Kuat Arus(Ampere)
- t = Waktu(Jam)
- A = Luas Permukaan(dm²)

Efisiensi alat elektroplating untuk praktik di SMK Musaba ditentukan berdasar waktu teoritis terhadap waktu nyata yang menghasilkan tebal lapisan 10 µm. Perhitungan waktu teoritis didasarkan pada persamaan 1 dengan kuat arus 2,6 A dan luas permukaan spesimen 0,356 dm². Hasil perhitungan diperoleh waktu pelapisan 6 menit 41 detik. Waktu nyata untuk tebal lapisan yang diperoleh dari uji coba adalah 7 menit 55 detik. Efisien alat elektroplating yang diperoleh dengan membagi waktu teoritis terhadap waktu nyata adalah 0,8445 atau 84,54 %. Kuat arus yang disarankan untuk proses pelapisan pada alat ini adalah 2,6 A untuk luas permukaan 0,356 dm². Dengan demikian karakteristik parameter kuat arus untuk alat elektroplating ini adalah 7,5 A/dm².

SIMPULAN

Alat yang telah dikembangkan mampu mengakomodasi elektroplating mulai dari *hot*

degreasing, rinsing, pickling, rinsing, activating, nikel strike, nikel shiny, dan rinsing layak digunakan untuk pembelajaran praktik di SMK. Parameter kuat arus 1,8 A dengan lama proses 4 menit 50 detik dan kuat arus 3,6 A dengan lama proses 9 menit 39 detik tidak direkomendasikan untuk pembelajran praktik menggunakan alat yang dikembangkan. Karakteristik lapisan yang dihasilkan adalah mengkilap, halus, dan merata. Efisiensi alat adalah 84,45 % untuk target tebal lapisan 10 µm pada kuat arus 7,5 A?dm².

DAFTAR RUJUKAN

Arif, M., Aan, A., & Suyanto. (2017) Evaluasi pelaksanaan praktik pembentukan bahan bengkel fabrikasi Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*. 2(1), 49-57.

Arif S.D.D.P., I Dewa K.O., dan Nasmi H.S. (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*. (5) 2. 66-71.

Azhar, A.S. (2014). *Elektroplating Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*. Bandung: Yrama Widya.

Eddy T., Suparni S.R.,Vonny S.A.B., Bambang S., dan Amrul. (2019). Penerapan teknologi elektroplating pada industri kecil knalpot di Purbalingga. *Jurnal DIANMAS*, (8) 2. 101-106.

Fontana, M.G., 1986, *Corrosion of Engineering*, Singapura: McGraw-Hill Book Co.

Hb. Sukarjo dan Soelarso P. (2018). Pengaruh variasi kuat arus listrik dan waktu electroplating nickel-chrome terhadap ketebalan lapisan pada permukaan baja karbon rendah. *Jurnal ENGINE*. 2 (1). 18-25

- Helmy, A. (2010). Pengaruh tegangan pada proses elektroplating baja dengan pelapis seng dan krom terhadap kekerasan dan laju korosinya. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9*. Palembang, 13-15 Oktober. MIV 245-252
- Landolt, D. (2002). Electrodeposition science and technology in last quarter of twentieth century. *Journal of Electrochemical society*. 149(3). 9-20
- Muhammad B.N.R., Bambang R., dan Delvis A. (2020). Pengaruh Temperatur dan Arus Listrik Proses Elektroplating Krom Pada Plastik ABS. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*. (4) 1. 58-66.
- Mutaqin. (2004). Otomatisasi alat penyepuh (electroplating) kerajinan perak. *Laporan Pelaksanaan program Vucer*. LPPM UNY.
- Riana, T.M. (2016). Implementasi pendekatan kontekstual dalam pembelajaran praktik instalasi listrik. *Jurnal Kependidikan*, 46(1), 110-120.
- Rhomdan, D.S. dan Arya, M.S. (2018). Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Tegangan pada proses Elektroplating Nickel Terhadap Ketebalan Permukaan dan Mampu Bending Knalpot Sepedamotor. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)* (6) 1. 121–128.
- Sheehy, J.W., Mortimer, V.D., Jones, J.H. & Spottswood, S.E. (1984). *Metal Plating and Cleaning Operations*, Washington D.C: U.S. Department of Health and Human Services,
- Soeprapto, R.S. (2009). Pemanfaatan hasil penelitian electroplating untuk meningkatkan kualitas penampilan produk hasil praktik di akses dari <http://eprints.uny.ac.id/id/eprint/3611> tanggal 17 Februari 2021
- Soeprapto R.S., Heri W., dan Riswan D.J.. (2014). Alat Pelapis Logam Electropating Hasil Penelitian untuk Praktik Siswa SMK. *Inotek*, (18) 1, 66-79.
- Sudigdo S, Enang S.A., dan Agus S. (2002). Optimasi Kondisi Proses Pada Pelapisan Logam Nikel Dekoratif (Elektroplating) untuk Meningkatkan Kualitas Produk Industri Kecil Pelapisan Logam. *ABMAS*. (2) 2. 21-23.
- Sugiyarta, A.P. Bayuseno, dan Sri, N. (2012). Pengaruh Konsentrasi Larutan dan Kuat Arus Terhadap Katebalan Pada Proses Pelapisan Nikel Untuk Baja Karbon Rendah. *Rotasi*. 14(4), 23-27.
- Sutomo, Senen, dan Rahmat. (2010). Pengaruh Arus dan Waktu Pada Pelapisan Nikel dengan Elektroplating Untuk Bentuk Plat. *Metana*. 6 (2) 12 – 20.
- Wahab, H.A., Noordin, M. Y., Izman, S. & Kurniawan, D., (2013), Quantitative Analysis of Electroplated Nickel Coating on Hard Metal, *The Scientific World Journal*. 2013(631936), 1-6.
- Yusnita, L.G. dan Fathurrahman. (2020). Alat pelapis baja karbon dengan metode elektroplating hard chrome untuk praktik siswa. *Jurnal BASA (Barometer Sains) Inovasi Pembelajaran IPA*. 1 (2). 8-15.