

LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN HIBAH “GURU BESAR DAN DOKTOR”  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA



PELAPISAN ABS HASIL PRITING 3D DENGAN ELECTROLESS  
NICKEL PLATING DENGAN LARUTAN BEBAS PALADIUM

Ketua/Anggota Tim

Dr. Putu Hadi Setyarini, ST., MT NIDN 0006087701

Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT NIDN 0003097203

Dibiayai oleh :  
Fakultas Teknik  
Melalui Dana Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Universitas Brawijaya  
Sesuai dengan Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA)  
Universitas Brawijaya

Nomor DIPA-023. 17.2.677512/2021  
Nomor : 38/UN10.F07/PN/2020

UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
2021

**HALAMAN PENGESAHAN**

**LAPORAN AKHIR**

Judul : Pelapisan ABS hasil printing 3D dengan electroless nickel plating dengan larutan bebas paladium

**Peneliti/Pelaksana**

Nama Lengkap : Dr. PUTU HADI SETYARINI, ST., MT.  
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya  
NIDN : 0006087701  
Jabatan Fungsional : Lektor  
Program Studi : Teknik Mesin  
Nomor HP : 081555848806  
Alamat surel (e-mail) : putu\_hadi@ub.ac.id

**Anggota (1)**

Nama Lengkap : Dr. SLAMET WAHYUDI, ST., MT.  
NIDN : 0003097203  
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 25,000,000.00  
Biaya Keseluruhan : Rp 25,000,000.00

Mengetahui, 07 November 2021

Menyetujui,  
Dekan

Ketua Peneliti



Prof. Ir. HADI SUYONO, ST., MT., Ph.D.,  
IPU., ASEAN Eng.  
NIDN. 0020057304



Dr. PUTU HADI SETYARINI, ST., MT.

NIDN. 0006087701

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan akhir yang berjudul "Pelapisan ABS hasil printing 3D dengan electroless nickel plating dengan larutan bebas paladium". Dalam proses pembuatan laporan akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, akan tetapi diharapkan segala usaha yang telah dilakukan dapat menjadi ilmu yang bermanfaat bagi penulis serta pembaca.

Selama proses pembuatan laporan akhir ini, penulis banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak hingga laporan akhir ini selesai ditulis. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Hadi Suyono, ST, MT, Ph.D., IPU., ASEAN Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
2. Bapak Dr. Ir. Runi Asmaranto, ST., MT, IPM., selaku Ketua Badan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
3. Bapak Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
4. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan akhir ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, Terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan akhir ini. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan akhir ini. Semoga laporan akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Terima kasih.

Malang, November 2021

Penulis

## RINGKASAN

Putu Hadi Setyarini, Slamet Wahyudi, Elvin Stefano, M. Alwan Hidayat, Hyang Wikrama P., Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, November 2021, Pelapisan ABS hasil printing 3D dengan electroless nickel plating dengan larutan bebas paladium.

*Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)* adalah polimer yang umum digunakan baik dalam duniaomotif, pemipaan dan peralatan rumah tangga. Hal ini dikarenakan sifat ABS yaitu memiliki kekuatan kejut dan ketangguhan dan kekakuan yang baik. Bagaimanapun material ABS tidak bisa dikombinasikan dengan logam. Dikarenakan secara umum tidak memungkinkan untuk menggabungkan plastik dan logam dikarenakan perbedaan titik leleh dari kedua bahan tersebut maka solusi dari permasalahan tersebut adalah *electroless nickel plating* sehingga sifat didapat peningkatan *properties* dan juga nilai dekoratif dari ABS itu sendiri. *Electroless plating* pada ABS sendiri adalah proses metalisasi dengan proses reduksi dan oksidasi dari *nickel source* dan bahan substrat itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan deposisi nikel pada proses *electroless plating nikel* dengan variasi waktu *etching* tertentu.

Prosedur *electroless* nikel ini dimulai dengan proses etsa menggunakan asam kromat dengan rentang variasi dari 15 hingga 55 menit yang berguna untuk meningkatkan kekasaran dan menciptakan rongga submikroskopis. Selanjutnya proses aktivasi dengan stano dan palladium klorida sebagai katalisator untuk mempercepat pengendapan partikel logam paladium selama proses *electroless plating* yang dilakukan selama 5 menit sehingga polimer akan menjadi konduktor, sehingga proses plating dapat dilakukan. Lalu proses *electroless plating* menggunakan nikel sulfat, amonium klorida, sodium hidroposit, dan sodium hidroksida bertujuan untuk mendeposisi logam nikel pada permukaan polimer ABS dilakukan selama 55 dan 75 menit. Proses *plating* dilakukan dengan harapan logam yang terdepresiasi dapat mengisi rongga rongga pada permukaan polimer ABS. hasil dari pelapisannya ditinjau dari uji kekasaran, uji mikroskop logam dengan perbesaran 400x, fourier transform infrared (FTIR), *x-ray diffraction (XRD)* , *scanning electron microscope (SEM)* dengan perbesaran 1000x dan energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari berbagai variasi penelitian yang telah dilakukan dapat dikatakan variasi etsa dari 15,25,35,45 dan 55 menit waktu *etching* 55 menit adalah substrat yang terdepresiasi nikel paling baik dibuktikan dengan hasil EDS dimana perlakuan ini memiliki fraksi berat dari nikel tertinggi dibandingkan lainnya yang dibuktikan baik dengan uji kekasaran dimana memiliki nilai kekasaran tertinggi dan pengamatan secara mikroskopis dimana ditemukan banyaknya rongga yang terbentuk setelah perlakuan ini. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi waktu *etching* maka kekasaran akan semakin meningkat yang mempengaruhi kemampuan deposisi nikel menjadi semakin meningkat. Selain itu pada penelitian ini juga dapat dilihat bahwa fase dari nikel yang terdepresiasi adalah fase amorf yang ditunjukkan oleh hasil XRD.

**Kata kunci :** pelapisan tanpa listrik, nikel , *acrylonitrile butadiene styrene*

## SUMMARY

**Putu Hadi Setyarini, Slamet Wahyudi, Elvin Stefano, M. Alwan Hidayat, Hyang Wikrama P, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, November 2021, 3D printed ABS coating with electroless nickel plating with a palladium-free solution.**

Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) is a polymer that is commonly used in automotive, plumbing and household appliances. This is due to the nature of ABS which has good shock strength and toughness and stiffness. However, ABS material cannot be combined with metal. Because in general it is not possible to combine plastic and metal due to the difference in the melting points of the two materials, the solution to this problem is electroless nickel plating so that the properties get increased and also the decorative value of ABS itself.

Electroless nickel plating on ABS itself is a metallization process with a reduction and oxidation process from the nickel source and the substrate material itself. This study aims to determine the ability of nickel deposition in the nickel electroless plating process with a certain etching time variation. The first step in this electroless nickel process is the etching process using chromic acid with a variation range of 15 to 55 minutes which is useful for increasing roughness and creating submicroscopic cavities. Furthermore, the activation process with stano and palladium chloride as a catalyst to accelerate the deposition of palladium metal particles during the electroless plating process so that the polymer will become a conductor, so that the plating process can be carried out. Then the electroless plating process using nickel sulfate, ammonium chloride, sodium hydrophosphite, and sodium hydroxide aims to deposit nickel metal on the surface of the ABS polymer. The plating process is carried out with the hope that the deposited metal can fill the cavity on the surface of the ABS polymer. the results of the coating were reviewed from, roughness test, microscopic tests with a metal microscope with a magnification of 400x, fourier transform infrared (FTIR), x-ray diffraction (XRD), scanning electron microscope (SEM) with a magnification of 1000x and energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS).

The test results show that from a variety of studies that have been carried out, it can be said that etching variations of 15,25,35,45 and 55 minutes etching time 55 minutes are the best nickel deposited substrates as evidenced by the results of EDS where this treatment has the highest weight fraction of nickel. compared to others which was proven both by the roughness test which had the highest roughness value and microscopic observations where it was found that there were many cavities formed after this treatment. So it can be concluded that the higher the etching time, the roughness will increase which affects the nickel deposition ability to increase. In addition, in this study it can also be seen that the phase of the nickel deposited is an amorphous phase that can be reviewed from XRD result.

**Keyword : *electroless plating, nickel, acrylonitrile butadiene styren***

## DAFTAR PUSTAKA

Alexandre Garcia, Thomas Berthelot, Pascal Viel, Alice Mesnage, Pascale Je'gou, Fabien Nekelson, Sebastien Roussel, and Serge Palacin CEA, (2010). *ABS Polymer Electroless Plating through a One-Step Poly(acrylic acid) Covalent Grafting, RAMIS, LSI Irradiated Polymers Grp (UMR 7642 CEA/CNRS/Ecole Polytech*

Ana Paula Kurek., Marta Elisa Rosso Dotto., Pedro Henrique Hermes de Araujo., Noeli Sellin. (2016). *Evaluation of the etching and chrome plating on the ABS, PVC, and PVC/ABS blends surface*, Federal University of Santa Catarina. Department of Chemical and Food Engineering

Avner, Sidney H. (1947). *Introduction To Physical Metallurgy*. New York : New York City Community College City University of New York

Barker D. (1993). *Electroless deposition of metals*. Trans. Inst. Metal Finish. Vol. 71, No. 3. Baudrand & Durkin, (1998). *Automotive Applications Of Electroless Nickel*. new York:MacDemic Inc. Watterburry Con.

C. Kerr., D. Barker., F. Walsh. (2001). *Electroless deposition of metals*, Trans. Inst. Met. Finish.

Calister, W.D., Rethwisch, D.G. (2010). *Material Science and Engineering: An Introduction 8th Edition*. USA: John Wiley & Sons.

Endro Suseno, Jatniko & Firdausi, K. Sofjan. (2008). *Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi*. ISSN 1410 - 9662

Equbal, Azhar., Nitesh Kumar Dixit., (2013). Anoop Kumar Sood (2013) *International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 8*, ISSN 2229-5518.

Fabienne delaunois., Véronique Vitry., Luiza Bonin. (2020). *electroless nickle plating Fundamental To Application*. Korea : Department Of Mechanical Engineering Ulsan National Institute Of Science And Technology (UNIST) Ulsan.

Fields, W. & Zickearff, J.R. (1984) *Electroless Plating nikel*. Publication of ASM committee on electroless nickel plating.

Fukuhara, C., Ohkura, H., Gonohe, K., Igarashi. (2005) *A Low Temperature Water-Gas Shift Reaction of Plate-Type Copper-Based Catalysts on an Aluminum Plate Prepared by Electroless Plating Applied Catalysis*.

Joni, I.M. (2007). *Pengantar Biospektroskopi*. Bandung : Jurusan Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran.

K. Kolczyk., W. Zborowski., D. Kutyla., A. Kwiecińska., R. Kowalik., P. Żabiński., (2018) *Investigation Of Two-Step Metallization Process Of Plastic 3d Prints Fabricated By sla method arch*, Krakow : University Of Science And Technology In Krakow, Faculty Of Non-Ferrous Meta

- Koura, N., Nagase, H., Sato, A., Kumakura, S., Takeuchi, K., Ui, K., Tsuda, T., Loong, C.K. (2007) *Electroless Plating of Aluminum from a Room-Temperature Ionic Liquid Electrolyte*. Journal of Electrochemical Society 155.
- L. Murr, (2015). *Metallurgy of additive manufacturing: examples from electron beam melting*, Addit. Manuf.
- M. Charbonnier., M. Romand., E. Harry., M. Alami. (2001). *Surface plasma functionalization of polycarbonate: Application to electroless nickel and copper plating* .Journal of Applied Electrochemistry 31: 57-63
- Mainier F. B. & Araujo M. M. (1994). *On the Effect of the Electroless Nickel Phosphorus Coating Defects on the Performance of This Type of Coating in Oilfield Environments*. IPE Advanced Technology Series, Vol. 2 No.1.
- Mallory, G.O. & Hadju, J.B. (1991). *Electroless Plating Fundamentals & Applications*, 1st edition, USA : William Andrew Publishing.
- Manas Chanda. (2018). *Plastics Technology Handbook*. California: Clemson University.
- Muhammad Budi Nur Rahman., Sunardi, Muh. Budhi Erlangga., Muh. Finza Pratama. (2018) *Pengaruh Temperatur dan Waktu Etching Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik Pelapisan Nikel pada Plastik ABS dengan Metode Elektrolessplating*. Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. R.E.M.(Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal Vol.3 No.2 2018 ISSN 2527-5674.
- R. Bernasconi., C. Credi., G. Natale., M. Tironi., F. Cuneo., M. Levi., L. Magagni. (2016). *Electroless metallization of stereolithographic photocurable resins for 3D printing*
- Redwood, Ben. (2018). *the 3d printing handbook*. Amsterdam : The Netherlands
- Riedel, W. (1997). *Electroless Nickel Plating*. ASN International.
- Rochim, Taufik. (2001), *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- S.H. Ahn, M. Montero, D. Odell, S. Roundy, P.K. Wright, (2002). *Anisotropic material properties of fused deposition modeling ABS, Rapid Prototype*
- Sembiring, T., Dayana, I., Rianna, M. (2019). *Alat Penguji Material*. Bogor: Guepedia.
- Sha, W., Wu, X., Keong, K.G. (2011) *Electroless Copper and Nickel-Phosphorus Plating*. Woodhead Publishing
- Simonescu, C.M. (2012). *Application of FTIR Spectroscopy in Environmental Studies*. Intech
- Stevens, M.P. (2007). *Polymer Chemistry : An Introduction*. Oxford University press, inc.  
Jakarta : PT. Pradnya Paramita

Suseno, J.E & Firdausi K.S. (2008). *Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared)*. Berkala Fisika. 11 (1) : 23-28

Syam, L. M. (2017). *Uji Karakteristik Nanopartikel Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Menggunakan X-Ray Diffraction Dan Scanning Electron Microscopy*. Skripsi. Makassar: Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

Taheri, R. (2003). *Evaluation Of Electroless Nickel-Phosphorus (electroless nickel) coatings*. PhD thesis, University of Saskatchewan.

Uddin J. (2012). *Macro to Nano Spectroscopy*. Intech : Croatia

W. Gao., Y. Zhang., D. Ramanujan., K. Ramani., Y. Chen., C.B. Williams., C.C. Wang., Y.

C. Shin., S. Zhang., P.D. Zavattieri. (2015). *The status, challenges, and future of additive manufacturing in engineering*

Yuniati. (2010). *Optimasi tahap aktivasi pelapisan logam nikel pada plastik ABS*, Lhoksumawe : Jurnal Teknik Politeknik Negri Lhokseumawe, jurnal vol 10: 1-4