

# **Pengaruh Variasi Waktu Aktivasi Katalis Paladium Pelapisan Nikel Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik Pada Plastik ABS Dengan Metode *Electroless Plating***

**Bayu Anggara**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Jalan  
Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, Di Yogyakarta, Indonesia, 55183

Email : [bayyu.aanggara@gmail.com](mailto:bayyu.aanggara@gmail.com)

---

## **INTISARI**

Material plastik pada saat ini banyak digunakan dibidang industri, bidang teknik, maupun untuk penelitian. Banyaknya penggunaan material plastik pada saat ini dikarenakan plastik mempunyai sifat unggul seperti material yang tahan korosi, ringan dan harga relatif murah. Namun material tersebut masih mempunyai beberapa kekurangan. Untuk mengatasi kekurangan dan meningkatkan kualitasnya plastik salah satunya metode yang digunakan yaitu pelapisan nikel dengan metode *Elektroless plating*.

Proses *elektroless* nikel pada penelitian ini menggunakan plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dengan logam pelapis nikel. Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal, variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah waktu aktivasi katalis palladium 4, 6, 8, 10, dan 12 menit dan penelitian ini menganalisa waktu aktivasi palladium pada plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) terhadap sifat fisik dan mekanik lapisan dengan melakukan pengujian kekerasan, keausan, kekasaran, dan ketebalan lapisan yang dihasilkan dari tahap *electroless* pada spesimen.

Pada proses *elektroless* nikel dengan variasi waktu aktivasi palladium didapat kekerasan dan ketebalan cenderung meningkat. Sedangkan kekasaran dan keausan menurun. Berdasarkan penelitian spesimen dengan hasil terbaik diperoleh pada waktu aktivasi 12 menit dengan nilai kekasaran 0,556  $\mu\text{m}$ , ketebalan 2,84  $\mu\text{m}$ , kekerasan 84,5 SHN dan keausan 0.232  $\text{cm}^2/\text{Kg}$ .

Kata Kunci : *Electroless* Nikel, Plastik (ABS), waktu aktivasi palladium.

## **ABSTRACT**

*Plastic materials are currently widely used in industry, engineering, and research. The large number of plastic material use today because plastic has superior properties such as material that is corrosion resistant, lightweight and relatively cheap price. But the material still has some drawbacks. To overcome the deficiencies and improve the quality of plastic, surface treatment can be done by coating them with electroless nickel plating method.*

*The electroless Nickel plating process in this research uses Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) plastic as a substrate an nickel as coating layer. To obtain maximum results, the variations used in this study were palladium with catalyst activation time 4, 6, 8, 10, and 12 minutes. This study analyzed palladium activation time on Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) plastic to the physical and mechanical properties of the coating layer by testing hardness, wear, surface roughness, and coating thickness resulting from the electroless stage of the specimen.*

*In the electroless Nickel plating process with variation of palladium activation time obtained hardness and thickness tends to increase. While the roughness and wear tend to decreased. Based on this research, the specimen with best result obtained at activation time 12 minute with roughness value 0,556  $\mu\text{m}$ , thickness 2,84  $\mu\text{m}$ , hardness 84,5 SHN and wear 0,232  $\text{cm}^2/\text{Kg}$ .*

*Keywords: Electroless Nickel Plating, plastic (ABS), palladium activation time.*

## 1. PENDAHULUAN

Material plastik pada saat ini banyak digunakan dibidang industri, bidang teknik, maupun untuk penelitian. Banyaknya penggunaan material plastik pada saat ini dikarenakan plastik mempunyai sifat unggul seperti material yang tahan korosi, ringan dan harga relatif murah. Material plastik merupakan salah satu material yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif pengganti logam atau *engineered* material.

Plastik sendiri memiliki beberapa jenis seperti *polysulfone*, *polyethylene*, *polypropylene*, *teflon*, *ABS (acrylonitrile butadiene styren)*, dan lain sebagainya (Equbal & Sood, 2014). Plastik ABS adalah material plastik yang paling banyak digunakan untuk pelapisan nikel. Plastik ABS termasuk dalam kategori *engineering thermoplastic* yang mengandung 3 monomer berbeda hasil dari *polimerisasi akrilonitril* dan *stirena* dengan *butadiena*. Plastik ABS banyak digunakan dalam bidang teknik, contohnya untuk kebutuhan elektronik, otomotif, dan lain-lain. Hal ini disebabkan komposisi plastik ABS terbuat dari, *polimerisasi akrilonitril* yang mempunyai sifat stabil terhadap panas dan tahan terhadap bahan kimia. *Butadiene* memberi perbaikan terhadap, sifat liat (*toughness*) dan sifat ketahanan pukul, sedangkan *stirena* menjamin kekakuan (*rigidity*) dan dapat mudah diproses.

Plastik ABS dapat dicetak sesuai apa yang diinginkan dengan cara *injection molding*. Plastik berjenis ABS ada beberapa macam dan tidak semua plastik berjenis ABS baik atau dapat dilapisi, sehingga untuk menghindari kegagalan pemilihan plastik ABS dengan menggunakan standar *plating grade*. Namun masih ada kelemahan dari plastik ABS, diantaranya tidak tahan gesekan, kekerasannya rendah dan tidak tahan panas. Untuk mengatasi kekurangan dan meningkatkan kualitas plastik ABS salah satunya metode yang digunakan yaitu pelapisan nikel dengan metode *electroless plating*.

Proses *electroless plating* adalah proses pelapisan yang tidak membutuhkan supply arus listrik dalam proses pelapisan, melainkan dengan reduksi dan oksidasi pada permukaan bahan, sehingga terbentuk lapisan logam yang berasal dari garam logam pelapis tersebut (Santhiarsa, 2016). Pelapisan logam dengan bahan nikel dapat memberikan kesan logam (*metallic appearance*) serta dapat meningkatkan ketebalan, kekerasan, tahan terhadap abrasi, sifat menghantar listrik dan tahan cuaca. Permukaan plastik ABS dapat dietsa secara kimiawi, kondisi tersebut akan berpengaruh pada tingginya daya lekat (*adhesive*) lapisan logam yang menempel pada permukaan plastik ABS. Dipasaran sendiri, proses produk pelapisan plastik dilakukan biasanya menggunakan metode *Coating* dengan cara menyemprotkan logam cair langsung ke permukaan plastik ABS dan hasil dari *Coating* ini memiliki kekurangan diantaranya cepat pudar dalam waktu yang relatif singkat, mudah mengelupas dan ketebalan lapisan yang dihasilkan terbatas. Oleh karena itu pada penelitian ini mengusulkan metode *elektroless nickel* untuk pelapisan plastik ABS yang akan menghasilkan pelapisan *nickel* yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan *Coating*.

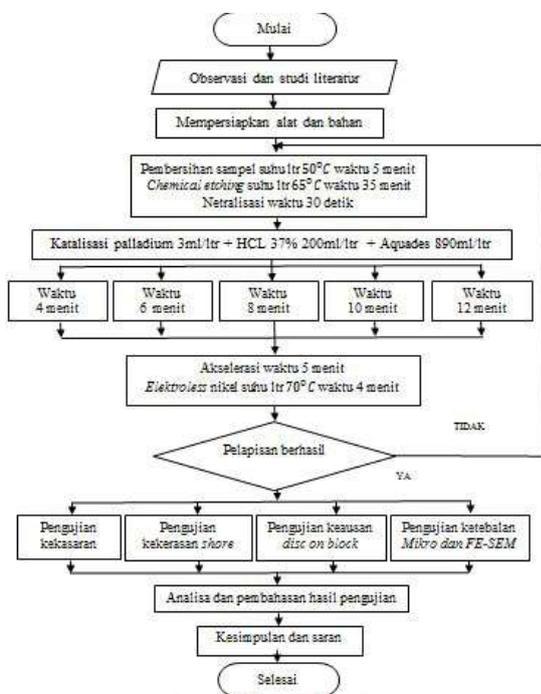
Proses *elektroless* sangat tergantung pada tahap *etching* dan aktivasi yang merupakan tahap paling penting pada pelapisan *electroless nickel*. *Etching* berfungsi mengikis substrat permukaan plastik ABS agar terbentuk pori-pori lalu fungsi dari pori-pori tersebut untuk meningkatkan daya lekat lapisan dan lebih memudahkan terbentuknya lapisan. Setelah terbentuknya pori-pori dipermukaan plastik, palladium dapat mudah menempel pada permukaan yang menjadikan plastik bersifat katalis. (Gui-Xiang, 2006) dalam penelitiannya menambahkan ion Pd pada tahap etsa untuk meningkatkan absorpsi palladium pada tahap etsa. Mereka berpendapat bahwa semakin kecil ukuran partikel Pd,

maka semakin mudah aktivasi terjadi pada permukaan plastik.

Pada penelitian (Tang, 2009) tentang proses aktivasi palladium *elektroless nikel plating* pada plastik ABS dengan proses aktivasi dilakukan dengan mengimobilisasi nanopartikel Ni sebagai katalisator pada substrat ABS. Pada penelitian ini ditemukan bahwa gugus fungsional hidrofilik ( $\text{H-O-S(O}_2\text{)-C}_6\text{H}_4$ ) yang digunakan pada proses etsa yang berbeda dibandingkan pada penelitian sebelumnya. Dengan hasil penelitian bahwa nanopartikel Ni yang terbentuk cukup bagus sebagai katalis untuk *elektroless nikel plating*. Lapisan mengkilap dan halus diperoleh dari pelapisan tanpa menggunakan arus listrik dengan menggunakan metode aktivasi. Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal, pada penelitian ini akan dilakukan dengan waktu aktivasi katalis palladium.

## 2. METODE PENELITIAN

Tahap proses penelitian ini berdasarkan diagram alir yang terdapat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

Pada penelitian ini menggunakan plastik ABS sebagai benda spesimen

dengan ukuran 80 mm x 7 mm x 3 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Spesimen plastik ABS

Tahapan proses pelapisan dengan metode *electroless nickel* diawali dengan proses pembersihan spesimen atau *soak cleaning* menggunakan larutan. Pembersihan permukaan benda spesimen menggunakan larutan *soak cleaning* yang terbuat dari sodium karbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan trisodium phospat ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) dipanaskan pada tempetatur  $50^\circ\text{C}$  dengan waktu proses 5 menit. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan berbagai bahan pengotor dan membersihkan permukaan plastik ABS.

Kemudian pada tahap etsa menggunakan larutan berupa asam kromat ( $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ) 300 gr dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 180ml dengan suhu antara  $65^\circ\text{C}$  dengan waktu 35 menit. Fungsi tahapan ini untuk membentuk *micro-porous* sebagai tempat ikatan antara substrat plastik dan logam.

Pada tahap netralisasi menggunakan larutan berupa sodium sulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) untuk netralisasi untuk menghilangkan sisa-sisa kromium dari proses etsa yang masih mengendap pada pori-pori permukaan plastik ABS. Kemudian dilanjutkan dengan tahapan *pre-dip* menggunakan larutan HCl 37% untuk benar-benar membersihkan permukaan specimen dari kromium dan meningkatkan efisiensi reaksi kimia pada tahap katalisasi.

Tahap aktivasi untuk menghasilkan permukaan plastik ABS yang bersifat katalis. Permukaan plastik dinyatakan telah bersifat katalis jika permukaan plastik tersebut terlapisi Palladium. Bahan yang digunakan yaitu PS katalis 1A terbuat dari campuran  $\text{PdCl}_2/\text{SnCl}_2$

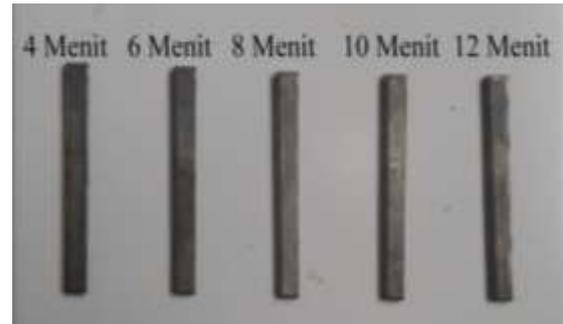
sebanyak 3ml. Bahan ini kemudian dicampur HCl 37% sebanyak 200 ml dan ditambahkan aquades hingga larutan menjadi 1000ml dengan suhu ruangan dan divariasikan waktu proses 4, 6, 8, 10, dan 12 menit. Perlu diketahui bahwa HCl 37% sebaiknya dilarutkan terlebih dahulu dengan aquades baru kemudian dicampur dengan PS katalis 1A.

Tahap akselerasi berfungsi untuk melarutkan dan menghilangkan lapisan timah tipis yang menutupi palladium. Lapisan timah dapat menghambat bagi terbentuknya lapisan logam pada saat *electroless plating* berlangsung. Fungsi lainnya yaitu untuk membersihkan pencemar yang masih berada di permukaan benda kerja yang dapat mengurangi efektivitas reaksi ketika proses *electroless plating* dan dapat merusak kualitas. Tahapan ini menggunakan larutan PS akselerator A berupa campuran sodium hidrosida (NaOH), tembaga sulfat (CuSO<sub>4</sub>) dan *ethylenediaminetetraacetic acid disodium* (EDTANa<sub>2</sub>) sebanyak 210ml dengan suhu ruangan dan waktu proses 5 menit.

Pada tahap ini proses pelapisan logam dilakukan sehingga spesimen plastik menjadi memiliki sifat logam. Proses pelapisan menggunakan larutan berupa campuran nikel sulfat (NiSO<sub>4</sub>), amonium klorida (NH<sub>4</sub>Cl), sodium hydrogen phosphate (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), dan sodium hidrosida (NaOH) dicampur aquades hingga 1liter dengan suhu 70<sup>o</sup> C dan waktu proses 4 menit.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

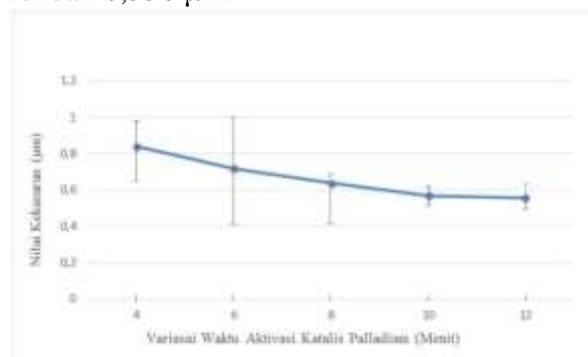
Spesimen plastik ABS yang telah dilakukan dilapisi nikel dengan metode *elektroless nikel plating* memiliki pengaruh terhadap permukaan sesuai dengan variasi yang digunakan. Pada penelitian ini, variasi yang digunakan yaitu waktu aktivasi palladium 4 menit, 6 menit, 8 menit, 10 menit dan 12 menit. Hasil dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil pelapisan nikel pada plastik ABS

#### 3.1. Kekasaran lapisan

Menurut data pada Gambar 4 nilai kekasaran rata – rata tertinggi terdapat pada waktu 4 menit sebesar 0,840  $\mu\text{m}$  dan paling rendah 0,556  $\mu\text{m}$ .

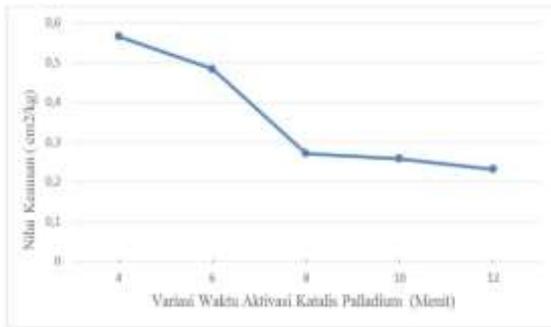


**Gambar 4.** Grafik Nilai Kekasaran permukaan lapisan

Dari hasil pengujian kekasaran yang ditampilkan pada grafik diatas bahwa pengaruh variasi aktivasi katalis palladium menyebabkan ion – ion yang menempel pada permukaan plastik bervariasi, dimana nilai kekasaran turun dari waktu aktivasi katalis palladium 4 sampai 12 menit. Hal ini dikarenakan proses aktivasi mempengaruhi banyaknya logam nikel yang dapat terdeposisi kepermukaan plastik.

#### 3.2. Keausan Lapisan

Dari data hasil pengujian pada Gambar 5 terlihat bahwa tingkat keausan yang terjadi semakin menurun.

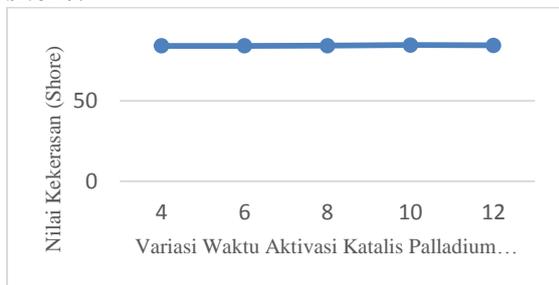


**Gambar 5.** Grafik Keausan Permukaan

Pada pelapisan yang menggunakan waktu aktivasi palladium 12 menit menghasilkan ketahanan aus yang paling tinggi dengan nilai keausan  $0,232 \text{ cm}^2/\text{kg}$ . Sedangkan ketahanan aus yang paling rendah dihasilkan oleh pelapisan yang menggunakan waktu aktivasi palladium 4 menit dengan nilai keausan  $0,566 \text{ cm}^2/\text{kg}$ . Semakin lama waktu aktivasi palladium semakin banyak palladium yang menempel pada permukaan plastik. Menurut (Krulik, 1982) katalis palladium bertindak sebagai aktivator sehingga pada saat *elektroless* palladium akan mengikat nikel dengan maksimal dan menjadikan plastik lebih tahan gesekan.

### 3.3. Kekerasan Lapisan

Berdasarkan data hasil pengujian pada Gambar 6, kekerasan tertinggi terdapat pada permukaan lapisan dengan waktu aktivasi 10 menit  $84,27 \text{ shore}$  dan paling rendah terdapat pada permukaan lapisan dengan waktu aktivasi 4 menit  $84,2 \text{ shore}$ .



**Gambar 6.** Grafik Nilai kekerasan Permukaan Lapisan

Dari grafik dapat disimpulkan waktu aktivasi katalis palladium tidak berpengaruh terhadap kekerasan spesimen, hal ini hal ini dikarenakan fungsi dari proses aktivasi

palladium adalah untuk menghasilkan permukaan plastik ABS yang bersifat katalis.

### 3.4. Ketebalan Lapisan

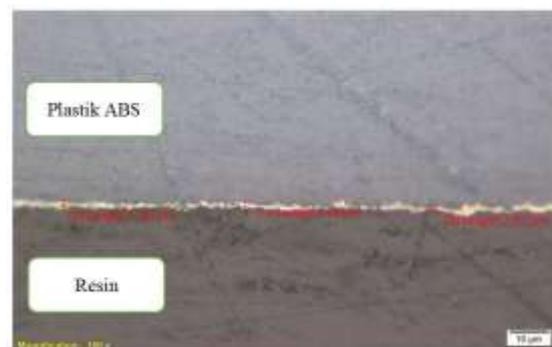
Pengujian ketebalan lapisan ini dilakukan untuk mengetahui ketebalan dan rekatan yang terjadi pada lapisan nikel terhadap spesimen plastik ABS setelah dilakukan proses *elektroless plating*. Pengujian ini dilakukan variasi waktu aktivasi katalis palladium 4, 6, 8, 10, dan 12 menit. Pengujian ini dilakukan dengan perbesaran 100 kali dan mengambil 3 titik. Hasil pengujian ketebalan lapisan sebagai berikut :



**Gambar 7.** Foto struktur lapisan 4 menit



**Gambar 8.** Foto struktur lapisan 6 menit



**Gambar 9.** Foto struktur lapisan 8 menit

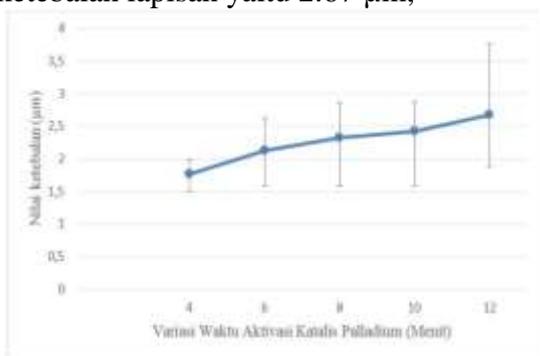


**Gambar 10.** Foto struktur lapisan 10 menit



**Gambar 12.** Foto struktur lapisan 12 menit

Dari hasil pengujian ketebalan lapisan, pada variasi waktu aktivasi palladium 4 menit dengan nilai rata - rata ketebalan lapisan yaitu 1.76  $\mu\text{m}$ , dan semakin meningkat pada waktu aktivasi palladium 12 menit dengan nilai rata - rata ketebalan lapisan yaitu 2.67  $\mu\text{m}$ ,



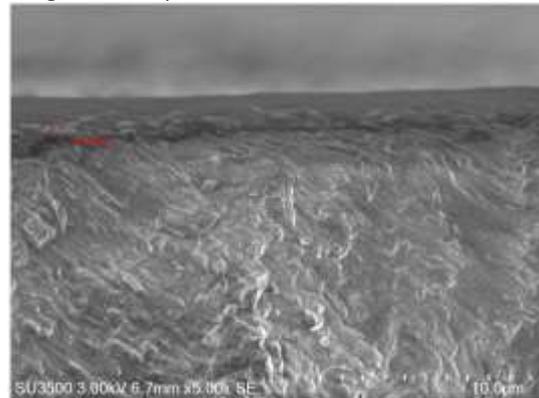
**Gambar 13.** Grafik Nilai Ketebalan Lapisan

Dapat diketahui bahwa pelapisan nikel dengan variasi waktu aktivasi katalis palladium ini terjadi peningkatan ketebalan seiring bertambahnya waktu aktivasi katalis palladium seperti yang ditunjukkan

pada Gambar 13. Hal ini dapat disimpulkan variasi waktu aktivasi palladium sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, karena semakin lama waktu aktivasi palladium semakin banyak ion - ion palladium yang menempel pada permukaan plastik ABS dan akan mempengaruhi banyaknya logam nikel yang menempel pada proses *elektroless nikel plating*.

### 3.5. Pengujian SEM

Berdasarkan hasil yang didapatkan lapisan tertinggi terjadi pada waktu aktivasi katalis palladium 12 menit dengan 2,84  $\mu\text{m}$  dan lapisan terendah pada 4 menit dengan 1,83  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 14.** Hasil pengujian SEM pada waktu aktivasi 4 menit



**Gambar 15.** Hasil pengujian SEM pada waktu aktivasi 12 menit

Hasil ini berbanding lurus dengan hasil pengujian ketebalan lapisan mikro karena ketebalan tertinggi dihasilkan pada waktu aktivasi katalis palladium 12 menit dengan hasil rata - rata 2,67  $\mu\text{m}$  dan

lapisan terendah pada waktu aktivasi katalis palladium 4 menit dengan hasil rata – rata 1,76  $\mu\text{m}$ . Dapat disimpulkan waktu aktivasi katalis palladium sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan. Karena semakin lama waktu aktivasi akan meningkatkan ketebalan dan mempengaruhi banyaknya logam nikel yang menempel permukaan plastik ABS. Selain itu waktu *elektroless* juga berpengaruh pada ketebalan lapisan, karena semakin lama waktu *elektroless* menjadikan nikel akan lebih banyak menempel pada permukaan plastik ABS.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan pada pengaruh waktu aktivasi katalis palladium pada proses *elektroless plating* nikel pada plastik ABS maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai kekasaran rata-rata yang paling rendah diperoleh pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis 12 menit dengan nilai kekasaran 0,556  $\mu\text{m}$ .
2. Tingkat keausan yang paling rendah diperoleh pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 12 menit dengan nilai keausan spesifik sebesar 0,232  $\text{cm}^2/\text{kg}$ .
3. Nilai kekerasan rata-rata tertinggi diperoleh dengan waktu aktivasi katalis palladium 10 menit dengan 84,7 shore. Sedangkan nilai kekerasan rata-rata terendah diperoleh waktu aktivasi katalis palladium 4 - 6 menit 84,2 shore.
4. Tingkat ketebalan rata – rata lapisan mikro lapisan nikel yang paling tinggi diperoleh pada spesimen dengan waktu aktivasi palladium 12 menit dengan hasil 2,67  $\mu\text{m}$ . Hal ini berbanding lurus dengan hasil pengujian ketebalan SEM karena tebal lapisan nikel paling tinggi diperoleh spesimen dengan waktu aktivasi 12 menit dengan hasil 2,84  $\mu\text{m}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alawy, F.. 2017. *Pengaruh Variasi Waktu Pelapisan Khrom Pada Plastik Abs Dengan Metode Elektroplating*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Equbal, A., and K. A. Sood. 2014. “Metallization on FDM Parts Using the Chemical Deposition Technique.” *Coatings* 4 (3): 574-586.
- Haryanto, E. P.. 2016. *Analisa Pelapisan Material Abs Dan Cat Uvilon Menggunakan Metode Uv Coating Untuk Mengetahui Karakteristik Dan Sifat Mekanik Lapisan*. Tugas Akhir, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Krulik, G. A.. 1982. “Tin-Palladium Catalysts for Electroless Plating.” *Platinum Metals Review* 6 (2): 58-64.
- Mujiarto, I.. 2005. “Sifat dan karakteristik material plastik dan bahan aditif.” *Traksi* 3 (2): 65.
- Nugroho, Y.. 2012. *Analisis Kegagalan Las dan Rekomendasi Standard Operating Procedure (SOP) pada Pengelasan Sistem Pipa PT. Siemens Indonesia*. Tugas Akhir, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Semarang: Universitas Diponegoro.
- Nurdiyansyah, Y. A.. 2011. *Perhitungan Keausan Berbasis FEM pada Sistem Rolling-Sliding Contact*. Tugas Akhir. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Olivera, S., H. B. Muralidhara, K. Venkatesh, K. Gopalakrishna, and C. S. Vivek. 2016. “Plating on acrylonitrile–butadiene–styrene

- (ABS) plastic.” *Springer Science* 51 (8): 3657–3674.
- Qi, H. J., K. Joyce, and M.K. Boyce. 2003. “Durometer Hardness And The Stress-Strain Behavior Of Elastomeric Materials.” *Rubber Chemistry and Technology* 76 (2): 419-421.
- Santhiarsa, N.. 2016. “Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pelapisan Elektroless Terhadap Ketebalan Lapisan Metal Dipermukaan Plastik ABS.” *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VII* 4 (1): 22.
- Sujatno, A., R. Salam, Bandriyana, and A. Dimiyati. 2015. “Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium.” *Jurnal Forum Nuklir (JFN)* 9 (2): 44-50.
- Tang, X., M. Cao, C. Bi, L. Yan, and B. Zhang. 2007. “A new palladium-free surface activation process for Ni electroless plating on ABS plastic.” *Materials Letters* (63): 840-842.
- Wahudi, S.. 2012. “Buku Saku Elektroplating.” 1-44.
- Wang, G. X., N. Li, H. L. Hu, and Y. C. Yu. 2006. “Process of Direct Copper Plating on ABS Plastics.” *Applied Surface Science* 253 (2): 480-484.
- Yuniati. 2010. “Optimasi Tahap Aktivasi Pelapisan Logam Nikel pada Plastik ABS.” *Jurnal Teknik Politeknik Negeri Lhokseumawe (Politeknik Negeri Lhokseumawe)* 10 (2): 1-4.
- Zohari, A.. 2013. *Pengaruh komposisi larutan, variasi arus dan waktu proses pelapisan khrom pada plastik ABS terhadap sifat mekanis.*

Tesis, Teknik mesin, Fakultas Teknik, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.