

# Pengaruh Temperatur dan Waktu Etching Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik Pelapisan Nikel pada Plastik ABS dengan Metode Elektrolessplating

Muhammad Budi Nur Rahman, Sunardi, Muh. Budhi Erlangga, Muh. Finza Pratama

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta 55183, Indonesia

Article history: Received: 13/10/2018; Revised:20/11/2018; Accepted: 25/12/2018

## ABSTRAK

Plastik ABS (Akrilonitril Butadiena Stiren) adalah jenis plastik yang digunakan dalam bidang industri elektronik dan otomotif karena memiliki sifat tangguh, keras, dan mudah diwarnai, namun memiliki kekurangan seperti mudah terbakar, suhu deformasi rendah dan mudah larut. maka diperlukan perlakuan permukaan. Elektrolessplating terjadi oleh reaksi kimia dalam suatu larutan menggunakan reducing agent tanpa aliran arus listrik dari luar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur etching yaitu 30; 40; 50; 60; dan 70°C dan waktu etching yaitu 15, 20, 25, 30 dan 35 menit dilanjutkan elektrolessplating nikel selama 10 menit. Pengujian yang dilakukan adalah kekasaran permukaan, keausan metode disk on block, kekerasan menggunakan Shore Durometer, dan ketebalan lapisan. Semakin lama waktu etching menyebabkan semakin kasar dari 0,435  $\mu\text{m}$  untuk 15 menit menjadi 0,949  $\mu\text{m}$  untuk 35 menit. Peningkatan temperatur etching meningkatkan kekasaran permukaan sampai temperatur 50°C sebesar 0,499  $\mu\text{m}$  kemudian turun. Peningkatan waktu etching dari 15 menit sampai 35 menit akan menurunkan keausan spesifik, dari  $1,268 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$  menjadi  $0,465 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$ . Begitu juga untuk temperature etching dari 30°C sampai 70°C menurunkan keausan spesifik dari  $2,10 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$  menjadi  $0,255 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$ . Waktu etching dan temperature etching tidak signifikan meningkatkan nilai kekerasan hasil electrolessplating di mana kekerasan raw material 83,5 shore D dan setelah dilakukan pelapisan menjadi 84,7 shore D. Proses electrolessplating selama 10 menit menghasilkan ketebalan lapisan sebesar 1  $\mu\text{m}$  sampai 2  $\mu\text{m}$ .

**Kata kunci:** waktu etching, temperature etching, Elektrolessplating nikel, plastik ABS.

## ABSTRACT

ABS Plastic (Acrylonitrile Butadiene Stiren) is a type of plastic used in the electronics and automotive industries because it has strong, hard and easy to color properties, but has disadvantages such as flammability, low deformation temperature and soluble easily. then surface treatment is needed. Elektrolessplating occurs by chemical reactions in a solution using a reducing agent without the flow of electric current from outside. This study aims to determine the effect of etching temperature variations, namely 30; 40; 50; 60; and 70°C and the etching time of 15, 20, 25, 30 and 35 minutes followed by electroessing nickel for 10 minutes. Tests carried out were surface roughness, wear of the disk on block method, hardness using Shore Durometer, and thickness of the layer. The longer etching time causes more roughness of 0.435  $\mu\text{m}$  for 15 minutes to 0.949  $\mu\text{m}$  for 35 minutes. Increasing the etching temperature increased the surface roughness to a temperature of 50°C at 0.499  $\mu\text{m}$  then dropped. Increasing etching time from 15 minutes to 35 minutes will reduce specific wear, from  $1,268 \times 10^{-4} \text{ mm}^2 / \text{kg}$  to  $0.465 \times 10^{-4} \text{ mm}^2 / \text{kg}$ . Like wise for etching temperatures from 30°C to 70°C decreases specific wear from  $2.10 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$  to  $0.255 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$ . The etching time and etching temperature did not significantly increase the hardness value of electrolessplating results where raw material hardness was 83.5 shore D and after coating it was 84.7 shore D. The electrolessplating process for 10 minutes resulted in layer thickness of 1  $\mu\text{m}$  to 2  $\mu\text{m}$ .

**Keywords :** etching time, temperature etching, nickel electrolessplating, ABS plastic.

\*Corresponding author.

E-mail address: [budinurrahman@umy.ac.id](mailto:budinurrahman@umy.ac.id)

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2018 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

## PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan yang sering digunakan karena memiliki sifat-sifat yang menguntungkan manusia. Plastik ABS digunakan dalam bidang teknik, seperti elektronik, otomotif, dll. karena memiliki kekuatan kejut dan kekenyalan yang tinggi sehingga cocok untuk komponen-komponen yang bergerak. Plastik ABS juga digunakan untuk aplikasi elektronik karena tahan api (flame retardant), karakteristik elektriknya baik, dan tidak berubah pada bentang frekuensi yang luas. Sifat dasar plastik ABS adalah ketahanan pada benturan dan ketangguhan. Modifikasi komposisi monomer yang membentuk ABS memiliki variasi terhadap ketahanan benturan, suhu dan ketangguhan yang menyebabkan ABS dapat diproduksi dengan berbagai jenis kategori tingkatan dan varian. Dua kategori besar dari ABS adalah yang digunakan untuk injeksi dan ekstrusi. Ada juga jenis ABS untuk tingkat ketahanan benturan tinggi, sedang atau tahan panas. Plastik ABS memiliki kelemahan diantaranya mudah terlarut, rendahnya suhu deformasi termal, mudah terbakar, terpengaruh oleh perubahan cuaca.

Pelapisan nikel pada plastic ABS diharapkan mampu meningkatkan kualitas dan mengatasi kelemahannya. Karena plastic ABS memiliki daya hantar listrik yang rendah sehingga metode electrolessplating menjadi pilihan untuk membentuk lapisan dasar logam pada plastic. Elektrolessplating adalah metode pelapisan dalam larutan elektrolit, namun tidak menggunakan arus listrik dari luar. Lapisan logam nikel terbentuk pada permukaan plastic karena reaksi oksidasi dan reduksi sehingga ion-ion dalam larutan elektrolit membentuk garam logam pelapis yang mengisi pori-pori dan mengendap di permukaan plastik [1]. Lapisan nikel dapat meningkatkan kekerasan, sifat menghantar listrik, tahan terhadap abrasi, dan tahan cuaca. Kelebihan lain dari pelapisan nikel adalah meningkatkan efek dekoratif dengan memberikan kesan logam (metallic appearance) sehingga penampilan menjadi lebih menarik.

Permukaan plastik ABS dapat dietsa secara kimiawi dengan mudah dibandingkan dengan jenis plastik lainnya. Kondisi tersebut berpengaruh pada tingginya tingkat daya lekat (adhesive) lapisan logam yang menempel pada permukaan plastik ABS. Metode coating adalah proses pelapisan plastik yang banyak ditemui di pasaran dengan cara menyemprotkan logam cair langsung ke permukaan plastik ABS. Hasil coating memiliki beberapa kekurangan, antara lain: cepat pudar, mudah mengelupas, dan ketebalan lapisan yang dihasilkan terbatas [2].

Proses etching pada elektrolessplating merupakan tahapan paling penting untuk menghasilkan lapisan

yang berkualitas baik. Tahap etching berfungsi membentuk pori-pori submikroskopis pada permukaan plastik ABS. Ion-ion dalam larutan elektrolit dapat memasuki pori-pori tersebut sehingga ikatan adhesi antara bahan pelapis dengan substrat semakin kuat dan ikatan kohesi garam logam pelapis juga semakin kuat. Larutan etching untuk plastic ABS menggunakan asam khromat dan asam sulfat. Hasil pelapisan juga dipengaruhi oleh kondisi operasional yang optimal seperti waktu dan temperatur proses etching. Apabila kondisi operasional tidak dalam kondisi optimal maka hasil lapisan electrolessplating menjadi kasar dan tidak merata. Hal ini disebabkan oleh partikel-partikel butadiene belum teroksidasi secara sempurna, sehingga pori-pori submikroskopis untuk terjadinya ikatan lapisan logam pada substrat yang terbentuk kurang sempurna [3]. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, dilakukan penelitian proses electrolessplating nikel sebagai lapisan dasar plastic ABS dengan variasi waktu etching dan temperatur etching selanjutnya dilakukan pengujian yaitu kekasaran permukaan, ketahanan aus, kekerasan, dan ketebalan lapisan dari masing-masing variasi.

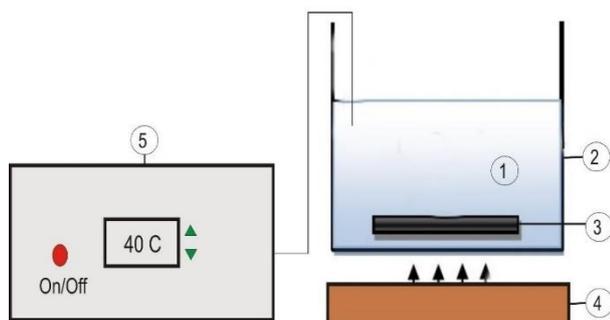
### Plastik ABS

Plastik ABS (Akrilonitril Butadiena Stirena) merupakan jenis plastik yang termasuk dalam kopolimer thermoplastic dengan rumus kimia  $(C_8H_8)_x (C_4H_6)_y (C_3H_3N)_z$  yang terdiri dari tiga jenis monomer berbeda hasil dari polimerisasi akrilonitril dan stirena dengan polibutadiena.. Monomer penyusun plastic ABS yaitu akrilonitril (15% - 35%), polibutadiena (5% - 30%), dan stirena (40% - 60%), dan kandungan monomer atau polimer lainnya. Hasil dari polimerisasi ini adalah persilangan antara rantai polibutadiena yang lebih panjang dengan kopolimer akrilonitril-stirena yang relatif lebih pendek. Kelompok-kelompok nitril yang berdekatan terpolarisasi dan terikat satu sama lain menyebabkan ABS lebih kuat daripada polistirena murni [4]. Komposisi plastik ABS terbuat dari, akrilonitril yang tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas, polibutadiene merupakan bahan sejenis karet memberi perbaikan nilai ketangguhan (toughness) dan sifat ketahanan pukul dan liat bahkan pada suhu rendah, sedangkan stirena memberikan kesan mengkilap pada permukaan plastic ABS. menjamin kekakuan (rigidity) dan mudah diproses. Plastik ABS digunakan pada suhu -20°C sampai 80°C tergantung struktur dan komposisi monomer pembuatannya namun dapat juga digunakan sampai suhu 100°C. Suhu transisi kaca dari ABS adalah sekitar 105 °C dan merupakan zat padat amorf yang tidak mempunyai titik leleh yang tetap. Permukaan plastik ABS mudah dietsa secara

kimiawi, dengan kondisi tersebut mengakibatkan permukaan plastik memiliki daya lekat (adhesive) yang tinggi terhadap lapisan logam yang menempel pada permukaan plastik ABS. Maka dari itu plastik ABS merupakan plastik yang memiliki peluang keberhasilan untuk di elektrolessplating paling besar.

### Elektrolessplating

Proses elektrolessplating adalah pelapisan material dalam larutan elektrolit tanpa aliran listrik dari luar. Lapisan logam yang terjadi pada permukaan substrat berasal dari garam logam larutan elektrolit karena adanya reaksi oksidasi dan reduksi pada permukaan substrat [1]. Proses pelapisan berjalan sangat lambat dan ketebalan yang dihasilkan sangat tipis karena proses pertukaran electron tidak menggunakan arus listrik. Untuk mempercepat proses pelapisan logam, selama proses elektrolessplating temperatur dinaikan dengan alat pemanas dan larutan diaduk agar ketebalan lapisan merata. Proses elektroless dapat dilihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Proses pelapisan tanpa menggunakan arus listrik.

Dimana: 1) Larutan *Elektrolit* Nikel; 2) Bak Plating 3) *Substrat* (Plastik ABS); 4) Pemanas; 5) *Thermocontrol*

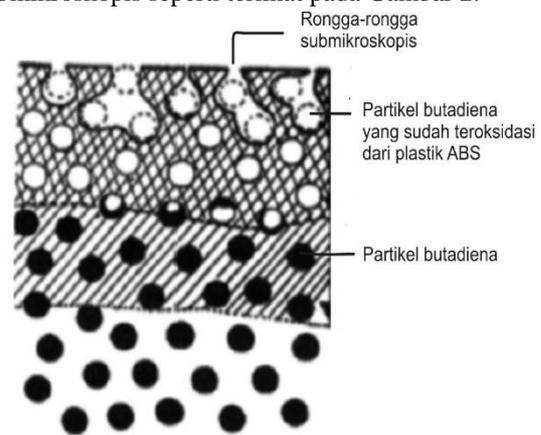
Proses *elektrolessplating* dilakukan setelah proses etching dan proses aktivasi katalis palladium. Bahan pelapis yang dapat digunakan sangat terbatas jenisnya. Bahan yang sering digunakan antara lain:

1. Tembaga, lapisan yang dihasilkan sangat tipis dan kadang daya ikat lapisan sangat rendah sehingga penggunaan dalam industri terbatas seperti rangkaian elektronik pada PCB dan plastic untuk tujuan dekoratif.
2. Nikel dan paduannya (Ni-Co, Ni-P, Ni-B), lapisan yang dihasilkan memiliki ketahanan korosi dan meningkatkan ketahanan aus.

Proses *elektrolessplating* nikel pada permukaan plastik ABS sering digunakan daripada *elektrolessplating* tembaga karena menghasilkan lapisan yang lebih keras dan tahan korosi.

### Etching/etsa

Tahap *etching* (etsa) bertujuan membuat permukaan kasar secara kimia. Prinsip proses ini adalah substitusi secara kimia pada substrat plastik, agar terbentuk ikatan antara logam dengan permukaan plastik. Pada permukaan plastik ABS, bagian yang tersubstitusi adalah partikel-partikel *butadiene*. Partikel butadiene ini akan larut teroksidasi oleh larutan etsa, kemudian menghasilkan tempat yang berupa rongga submikroskopis seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses *etching* pada permukaan plastik ABS [5].

Rongga-rongga ini memungkinkan terjadinya ikatan antara plastik dengan endapan logam yang melapisi. Bila proses etsa terus dibiarkan, maka proses ini akan berlangsung kebagian-bagian yang lebih dalam dari permukaan plastik sehingga akan merubah sifat-sifat dari plastik tersebut.

### METODE

#### Proses Elektrolessplating

Proses *Elektrolessplating* dibagi menjadi beberapa tahapan antara lain:

1. Tahap pembersihan permukaan berfungsi untuk membersihkan permukaan benda dari debu, minyak dan zat pengotor lainnya menggunakan larutan soak cleaning (sodium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan trisodium phospat ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ )) dengan temperature  $50^\circ\text{C}$  selama 5 menit.
2. Tahap *etching* berfungsi membentuk pori-pori pada permukaan plastik ABS agar pembentukan lapisan menjadi lebih mudah dan daya ikatan adhesi bahan pelapis dengan substrat dapat meningkatkan. Proses etching menggunakan larutan *chemical etching* (Chromic acid ditambahkan asam sulfat dan aquades) dengan variasi temperatur 40, 50, 60, dan  $70^\circ\text{C}$  dengan variasi waktu 15, 20, 25, 30,

dan 35 menit.

3. Proses netralisasi dilakukan pada temperatur ruangan selama 30 sampai 60 detik menggunakan air reverse osmosis untuk menghilangkan sisa larutan *chemical etching* yang tertinggal di dalam pori-pori permukaan plastik ABS.
4. Proses pre-dip berfungsi untuk meningkatkan efisiensi reaksi kimia pada tahap katalisasi palladium dilakukan pada temperatur ruangan selama 30-60 detik menggunakan asam klorida.
5. Tahap katalisasi palladium untuk menghasilkan lapisan *metalize* pada permukaan plastik ABS dengan memberikan lapisan garam Palladium yang bersifat katalis. Proses katalisasi palladium menggunakan  $PdCl_2/SnCl_2$  ditambah asam klorida dan aquades pada temperatur ruangan selama 10 menit
6. Tahap akselerasi adalah proses untuk mempercepat terbentuknya lapisan logam dengan melarutkan unsur timah (Sn) yang terbentuk bersamaan pada tahap katalisasi. Lapisan timah menutupi lapisan Pd dan menghambat pembentukan lapisan nikel pada proses *elektrolessplating*. Proses akselerasi menggunakan larutan sodium hydrosida (NaOH), tembaga sulfat ( $CuSO_4$ ) dan ethylenediaminetetraacetic acid disodium ( $EDTANa_2$ ) dan ditambahkan aquades
7. Tahap elektrolessplating nikel untuk menghasilkan lapisan dasar konduktor sebelum dilakukan proses pelapisan lebih lanjut dengan metode *elektroplating*. Proses elektrolessplating menggunakan larutan PS elesni 2-A / EN-A (Nikel sulfat ( $NiSO_4$ ), ammonium klorida ( $NH_4Cl$ ) dan larutan PS elesni 2-B / EN-B (sodium hydrogen phosphate ( $Na_2HPO_4$ ), sodium hidroksida (NaOH) dengan temperatur 60-65° C selama 10 menit.

### Proses Pengujian

1. Pengujian kekasaran menggunakan Roughness tester untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan lapisan setelah proses pelapisan elektrolessplating nikel.
2. Pengujian keausan menggunakan *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U)* untuk mengetahui laju keausan suatu material yang memperoleh beban gesek dari *disk* yang berputar dan akan mengambil

sebagian material. Pengujian menggunakan disk dengan lebar 3 mm, jari – jari disk 15 mm, gear ratio 36/108 dengan abration distance 66,6 m, dan final load ( $P_0$ ) 2.12 kg. Perhitungan nilai keausan didapatkan dengan menggunakan persamaan:

$$W_s = \frac{B \cdot b^3}{8 \cdot r \cdot P_0 \cdot l_0} \dots\dots\dots (1)$$

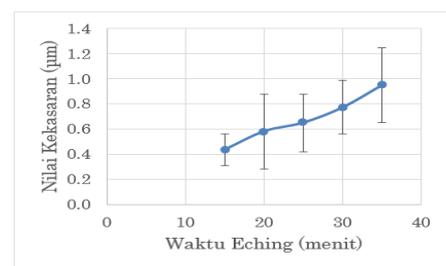
Dengan:  $W_s$  = keausan spesifik (mm<sup>2</sup>/kg), B = Lebar disk (piringan) pengaus (mm), b = Lebar keausan pada benda uji (mm), r = Radius piringan pengaus (mm),  $P_0$  = Beban tekan pada saat pengausan (kg),  $l_0$  = Jarak tempuh dari proses pengausan (mm)

3. Pengujian kekerasan menggunakan alat Shore Hardness Tester, Type D bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada permukaan plastik ABS sebelum dan sesudah dilakukannya diproses elektrolessplating.
4. Pengamatan ketebalan lapisan untuk mengetahui ketebalan lapisan yang terbentuk pada permukaan plastik ABS yang telah di proses elektrolessplating menggunakan mikroskop Olympus BX53M dengan pembesaran 100X.

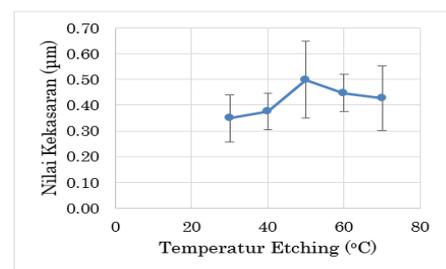
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran spesimen setelah proses *elektrolessplating*. Pengujian menggunakan *Shore Hardness Tester tipe D* dengan setiap variable diambil 5 titik pengujian. Hasil pengujian seperti terlihat pada Gambar 3.



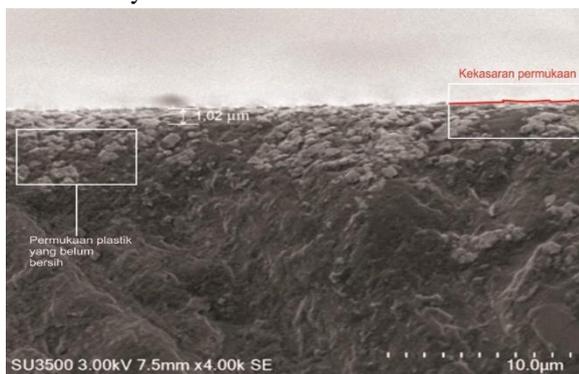
(a) Pengaruh variasi waktu etching



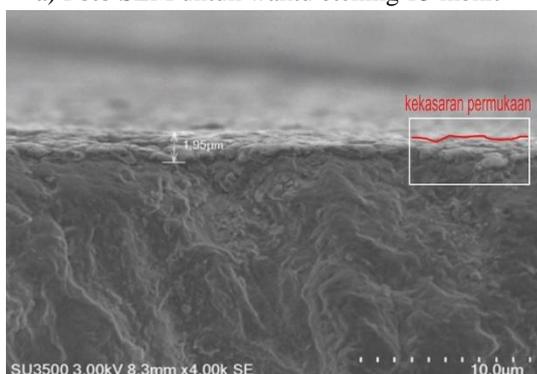
(b) Pengaruh variasi temperatur etching

Gambar 3. Grafik Nilai Kekasaran Permukaan Setelah Proses *Elektrolessplating*

Gambar 3.a menunjukkan hubungan antara waktu *etching* pada *electrolessplating nickel* terhadap nilai kekasaran permukaan plastik ABS. Dari grafik diatas dapat diketahui semakin lama waktu proses *etching* maka nilai kekasaran permukaan hasil pelapisan semakin meningkat. Nilai kekerasan rata-rata pada waktu *etching* 15, 20, 25, 30, dan 35 menit berturut-turut sebesar 0,435  $\mu\text{m}$ ; 0,581  $\mu\text{m}$ , 0,650  $\mu\text{m}$ ; 0,772  $\mu\text{m}$ ; dan 0,949  $\mu\text{m}$ . Hal ini dikarenakan semakin lama waktu *etching* akan mengakibatkan partikel butadiena pada plastik ABS yang teroksidasi semakin banyak dan mengakibatkan terbentuknya rongga-rongga submikroskopis pada permukaan plastik ABS akan semakin banyak.



a) Foto SEM untuk waktu *etching* 15 menit



b) Foto SEM untuk waktu *etching* 35 menit

Gambar 4. Profil kekasaran permukaan hasil *electrolessplating* pada plastik ABS

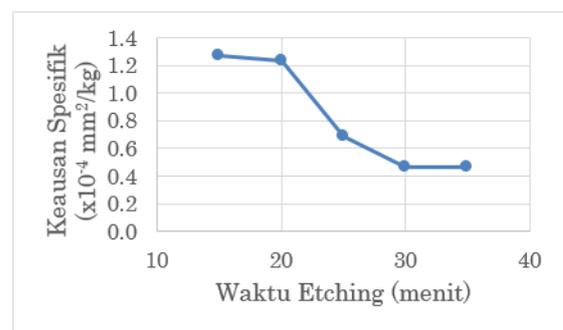
Seperti penelitian yang dilakukan oleh Tang, et.al. [6], tentang variasi waktu *etching* 0; 5; 7; 9; dan 11 menit menyatakan waktu etsa secara signifikan mempengaruhi permukaan ABS. Kekasaran permukaan ABS sangat meningkat dengan bertambahnya waktu etsa. Dengan waktu etsa yang lama mengakibatkan *overroughing*. Dengan variasi waktu pencelupan nikel dengan waktu 2; 5; dan 30 menit menghasilkan lapisan nikel yang maksimal pada waktu pencelupan 30 menit.

Gambar 3.b menunjukkan hubungan antar temperatur *etching* pada *electrolessplating nickel* terhadap nilai kekasaran permukaan plastic ABS. Dari grafik diketahui bahwa peningkatan temperatur *etching* akan

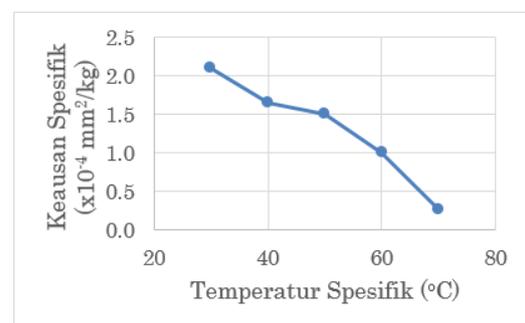
meningkatkan nilai kekasaran sampai temperatur 50°C kemudian nilai kekasaran menjadi turun dengan bertambahnya temperatur *etching* yang digunakan. Nilai kekasaran pada temperatur 30°C sebesar 0,349  $\mu\text{m}$  selanjutnya naik sampai temperatur 50°C sebesar 0,499  $\mu\text{m}$  kemudian turun pada temperatur 70°C sebesar 0,427  $\mu\text{m}$ . Peningkatan temperature mengakibatkan partikel butadiena teroksidasi semakin banyak menyebabkan permukaan semakin kasar. Namun semakin tinggi temperature yang digunakan akan mempercepat oksidasi butadiene pada permukaan plastic ABS secara merata sehingga permukaan lebih halus. Dalam hal ini memungkinkan peningkatan temperature menyebabkan rongga-rongga submikroskopis lebih lebar namun dangkal.

### Hasil Pengujian Keausan

Pengujian keausan menggunakan alat *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine* tipe OAT-U dengan metode *disk on block*. Pengujian menggunakan lebar piringan pengaus 3 mm, jari-jari pengaus 15 mm, beban tekan pengaus 2,12 kg, jarak tempuh proses pengausan 66,6 mm, dalam waktu 30 detik. Peningkatan nilai keausan spesifik berarti material semakin mudah aus. Hasil uji keausan seperti terlihat pada Gambar 5.



(a) Pengaruh variasi waktu *etching*



(b) Pengaruh variasi temperatur *etching*

Gambar 5. Grafik Nilai Kearasan Spesifik Permukaan Setelah Proses *Electrolessplating*

Gambar 5.a terlihat grafik nilai keausan spesifik permukaan spesimen setelah proses electrolessplating nikel. mengalami penurunan seiring dengan semakin lamanya proses waktu *etching*. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai keausan rata-rata pada waktu *etching* 15 menit sebesar  $1,268 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$  pada waktu *etching* 25 menit nilai keausan sebesar  $0,683 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$  dan untuk waktu 30 dan 35 menit nilai keausan hampir sama sebesar  $0,450 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$ .

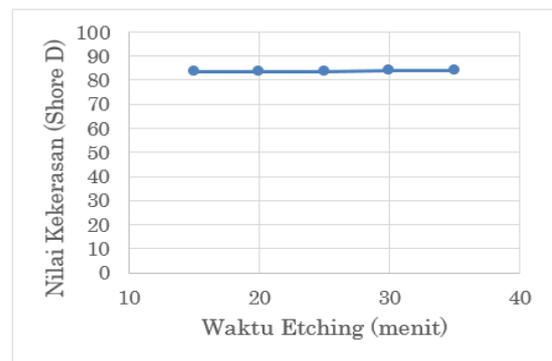
Gambar 5.b. menunjukkan bahwa peningkatan temperatur *etching* dapat menurunkan nilai keausan spesifik artinya material semakin tahan aus. Pada proses *etching* pada temperatur  $30^\circ\text{C}$ , nilai keausan spesifik sebesar  $2,1 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$  kemudian turun menjadi  $1,642 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$  dan  $1,507 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$  pada temperatur  $40^\circ\text{C}$  dan  $50^\circ\text{C}$ . Semakin tinggi temperatur nilai keausan spesifik akan semakin rendah sampai  $0,255 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{kg}$  pada temperatur  $70^\circ\text{C}$ . Semakin lama waktu *etching* dan semakin tinggi temperature mengakibatkan banyak terbentuknya rongga-rongga *submikroskopis* pada permukaan plastik ABS, hal ini mengakibatkan palladium akan semakin banyak masuk pada rongga-rongga pada permukaan plastik. Dengan semakin banyak palladium akan mengikat nikel dengan maksimal dan menjadikan permukaan plastik lebih tahan aus dan tahan dari gesekan.

### Hasil Pengujian kekerasan

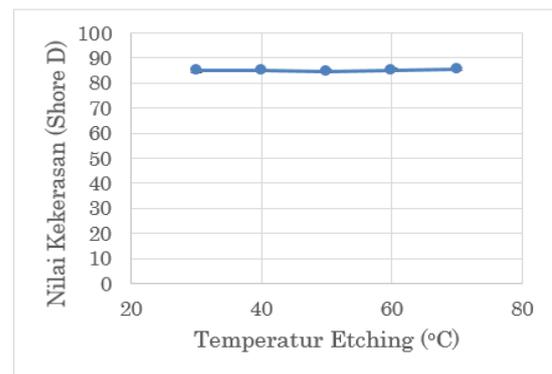
Pengujian kekerasan menggunakan alat *Shore Hardness Tester* tipe D. Gambar 6.a menunjukkan hubungan antara waktu *etching* pada *elektrolessplating* terhadap nilai kekerasan spesimen. Dari grafik terlihat bahwa waktu *etching* tidak banyak mempengaruhi nilai kekerasan. Hasil pengujian mendapatkan nilai kekerasan raw-material sebesar 83,5 shore, dengan peningkatan waktu proses *etching* sedikit naik sampai waktu *etching* 35 menit sebesar 83,9 shore. Demikian juga temperature *etching* tidak banyak mempengaruhi nilai kekerasan seperti terlihat pada Gambar 6.b. Nilai kekerasan specimen setelah proses electrolessplating berkisar pada nilai antara 82,8 sampai 85,4 shore.

Dari grafik dapat disimpulkan waktu *etching* tidak berpengaruh terhadap kekerasan specimen, hal ini dikarenakan partikel *butadiene* terkikis pada saat proses *etching* tidak merubah sifat mekanik specimen. *Butadiene* sendiri memiliki sifat yang memberikan perbaikan terhadap ketahanan pukul. Selain itu juga menurut Tang et.al. [7], waktu dan temperature yang terlalu tinggi pada proses *etching* sangat tidak bagus dan mungkin dapat menghancurkan substrat ABS. Yuniarti [3] menyatakan kalau proses etsa dilakuan terlalu lama, maka proses ini akan berlangsung kebagian-bagian yang

lebih dalam dari permukaan plastik sehingga merubah dari sifat-sifat dari plastik tersebut. Hal itu diperkuat dengan hasil pengujian *raw material* yang memiliki tingkat kekerasan yang homogen, berbeda dengan tingkat kekerasan material yang sudah diproses *elektrolessplating*. Proses electrolessplating menghasilkan lapisan yang tipis, jadi ada kemungkinan pada saat pengujian kekerasan tidak mengukur kekerasan lapisan namun mengukur base materialnya.



(a) Pengaruh variasi waktu etching



(b) Pengaruh variasi temperature etching

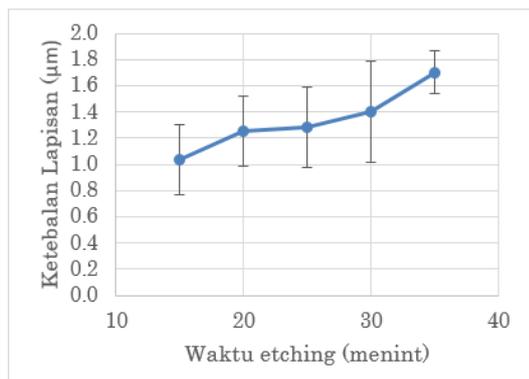
Gambar 6. Nilai Kekerasan Permukaan Setelah Proses Elektrolessplating Nikel

### Pengukuran Ketebalan Lapisan

Hasil pengukuran ketebalan lapisan untuk variasi waktu *etching* dapat di lihat pada Tabel 1 dan Gambar 7. Pengukuran ketebalan lapisan dilakukan menggunakan microscope optic.

Tabel 1. Tebal Lapisan Hasil Elektrolessplating nikel

Waktu Etching (Menit)	Rata-Rata Ketebalan Lapisan ( $\mu\text{m}$ )	Standar Deviasi ( $\mu\text{m}$ )
15	1.0	0.268
20	1.3	0.264
25	1.3	0.303
30	1.4	0.387
35	1.7	0.160



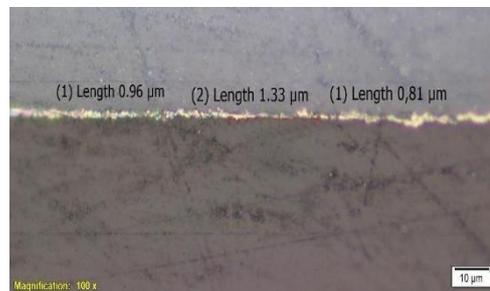
Gambar 7. Pengaruh waktu etching terhadap ketebalan lapisan electrolessplating nikel.

Gambar 6. menunjukkan ketebalan lapisan electrolessplating nikel selama 10 menit dengan peningkatan waktu etching dari 15 – 35 menit meningkat antara 1,0 µm sampai dengan 1,70 µm. Hal ini dapat disimpulkan variasi waktu etching sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, karena semakin lama waktu etching menjadikan lapisan nikel pada permukaan plastik akan semakin banyak. Namun ketebalan lapisan akan lebih signifikan jika lama waktu elektrolessplating yang lebih lama.

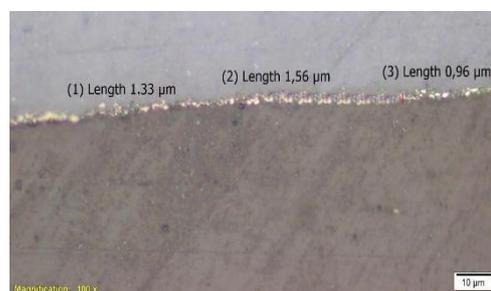
Pengukuran dilakukan pada 3 titik setiap variasi. Hasil pengamatan foto mikro dapat dilihat pada Gambar 8. Gambar 9. menunjukkan pengaruh temperature etching terhadap ketebalan lapisan hasil proses electrolessplating nikel. Dengan proses electrolessplating selama 10 menit menghasilkan tebal lapisan lapisan antara 1,47 µm sampai dengan 2,03 µm. Jika membandingkan dengan pengaruh waktu etching dapat diketahui bahwa temperature dapat mempengaruhi ketebalan lapisan. Hal ini sejalan bahwa temperature tinggi akan mempercepat ionisasi partikel butadiene sehingga terbentuk rongga-rongga submikroskopis yang lebih dalam sehingga lapisan palladium dan nikel banyak masuk ke dalam rongga-rongga tersebut.

Pengujian SEM ini dilakukan untuk mengetahui ketebalan dan rekatan yang terjadi pada lapisan nikel terhadap spesimen plastik ABS setelah dilakukan proses elektrolessplating dengan variasi waktu etching 15 menit dan 35 menit. Pengujian ini dilakukan dengan perbesaran 4000 kali. Hasil pengujian SEM untuk spesimen dengan waktu etching 35 menit dapat dilihat ketebalan lapisan nikel pada permukaan plastik ABS adalah 1,95 µm. Pada gambar terlihat rekatan antara lapisan nikel dengan plastik ABS sangat baik. Terlihat nikel masuk dan menutupi pori-pori pada permukaan plastik ABS sehingga menjadikan lapisan nikel merekat dengan baik pada plastik ABS. Daya rekat logam pelapis dengan plastik sebagai substrat sangat

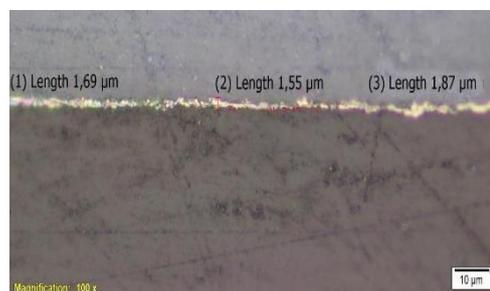
tergantung pada saat proses etching. Tahap etching berfungsi untuk membentuk pori-pori di permukaan substrat (plastik ABS) untuk diisi oleh ion-ion logam pelapis sehingga daya ikatan adhesi logam pelapis dengan plastik akan meningkat [3].



a) Foto optik untuk waktu etching 15 menit

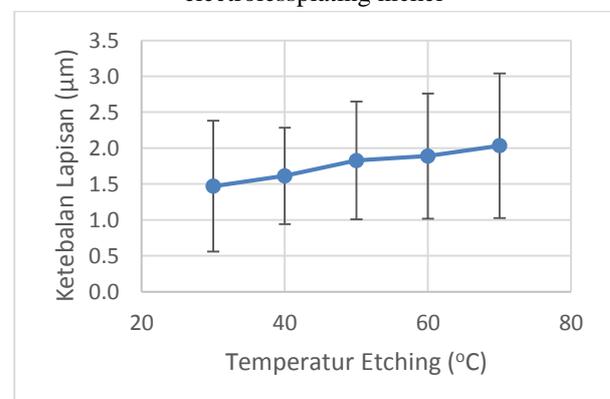


b) Foto optic untuk waktu etching 25 menit



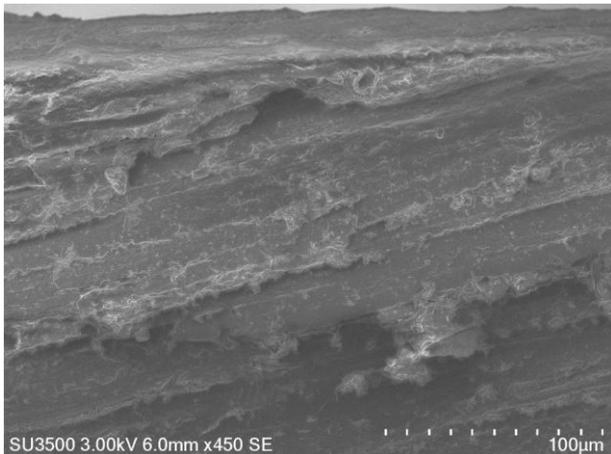
c) Foto optik untuk waktu etching 35 menit

Gambar 8. Hasil pengamatan mikroskop optik dan SEM untuk mengukur ketebalan lapisan electrolessplating nickel

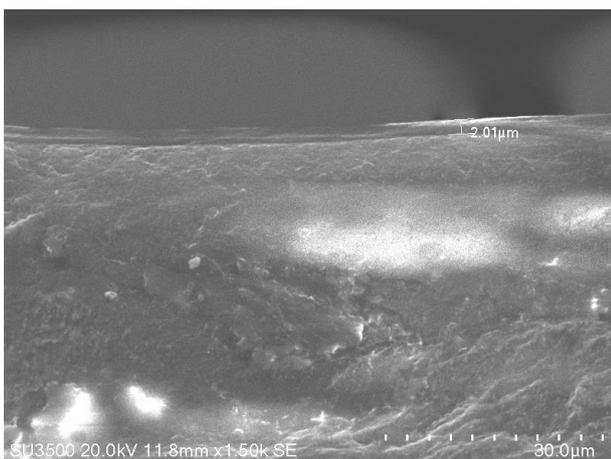


Gambar 9. Pengaruh temperature etching terhadap ketebalan lapisan electrolessplating nikel

Mengacu pada Santhiarsa [1] bahwa waktu *electrolessplating* dan temperatur juga mempengaruhi ketebalan lapisan di mana dengan semakin tinggi temperatur yang digunakan akan menghasilkan lapisan yang semakin tebal. Demikian juga semakin lama waktu proses elektrolessplating lapisan yang dihasilkan semakin tebal.



a) Foto SEM untuk temperatur 40°C



b) Foto SEM untuk temperature 70°C

Gambar 10. Gambar foto SEM spesimen dengan perbedaan temperature etching pada pelapisan elektrolessplating nikel

Berdasarkan hasil pengamatan foto SEM pada Gambar 10.a, pada temperatur *etching* 40°C terdapat void atau pori yang besar dan pendistribusian ion – ion yang tidak merata. Selanjutnya pada Gambar 10.b pada temperatur *etching* 70°C dapat dilihat dengan jelas batas antara plastik ABS dengan lapisan nikel dan ketebalan lapisan nikel sebesar 2.01 µm. Pada gambar juga terlihat rekatan antara lapisan nikel dengan plastik ABS sangat baik.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada pengaruh waktu etching dan temperature etching serta proses elektrolessplating nikel pada plastik ABS dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Semakin lama waktu etching dari 15 sampai 35 menit akan meningkatkan kekasaran permukaan dari 0,435 µm sampai dengan 0,949 µm. Sedangkan penambahan temperature etching akan meningkatkan kekasaran sampai suhu 50°C sebesar 0,499 µm namun dengan temperature yang lebih tinggi nilai kekasaran akan turun.
- Penambahan waktu etching dan temperature etching akan menurunkan nilai keausan spesifik material setelah proses elektrolessplating.
- Penambahan waktu etching dan temperature etching pada proses elektrolessplating selama 10 menit tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kekerasan permukaan. Nilai kekerasan rata-rata 84,5 shore D sedangkan kekerasan kekerasan raw material sebesar 82,5 shore D.
- Ketebalan lapisan nikel yang diperoleh meningkat sedikit. Pada variasi waktu etching menghasilkan ketebalan antara 1 µm sampai dengan 1,7 µm, sedangkan pada variasi temperature etching menghasilkan ketebalan 1,47 µm sampai dengan 2,01 µm. Hasil pengamatan foto SEM menunjukkan rekatan yang baik antara plastik ABS dengan logam pelapis.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan akhir untuk proses etching plastic ABS sebelum dilakukan proses elektrolessplating adalah waktu proses selama 30 menit dan suhu proses sebesar 60°C.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada LP3M UMY yang telah mendanai penelitian ini sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Hibah Penelitian Skema Kemitraan Dosen dan Mahasiswa, Unggulan Prodi, dan Multi Disiplin UMY Tahun 2018 nomor 1143/SP-2PL/LP3M-UMY/III/2018. Peneliti juga menyampaikan terima kasih kepada Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D. yang telah memberikan koreksi, masukan dan saran untuk perbaikan penelitian dan penulisan ilmiah ini.

## REFERENSI

- [1] Santhiarsa, N., “Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pelapisan Elektrodes Terhadap Ketebalan Lapisan Metal di Permukaan Plastik ABS,” Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VII, 4(1): 22, 2016.
- [2] Zohari, A., 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, 2013.
- [3] Yuniati, “Optimasi tahap aktivasi pelapisan logam nikel pada plastik ABS,” Jurnal Teknik Politeknik Negeri Lhokseumawe, 10(2): 1-4, 2010.
- [4] Anggariawan, A, Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Daur Ulang Terhadap Sifat Termal Acrylonitrile Butadiene Styrene, Tugas akhir, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2017.
- [5] Yli-Pentti, A., “Electroplating and Electroless Plating,” Comprehensive Materials Processing, 4(11):277-306, 2014.
- [6] Tang, C., M., Bi, C., Yan, L., Zhang, B., “Research on a new surface activation process for electroless plating on ABS plastic,” Materials Letters, 5(11): 1089-1091, 2008.
- [7] Tang, W., J., Wang, C., Shen B., “A novel surface activation method for Ni/Au electroless plating of acrylonitrile–butadiene–styrene,” Surface & Coating Technology, 7(13): 347-358, 2011.