



PENGARUH VARIASI WAKTU *ETCHING* PELAPISAN NIKEL TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK PADA PLASTIK ABS DENGAN METODE *ELEKTROLESS PLATING*

Muhammad Budi Nur Rahman^{1,a}, Sunardi^{1,b}, Mohammad Budhi Erlangga^{1,c}

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Teknik Mesin, Yogyakarta 55183, Indonesia

Erlangga2323@yahoo.co.id

INTISARI

Plastik merupakan salah satu bahan yang sering digunakan saat ini karena plastik memiliki banyak sifat-sifat yang menguntungkan bagi kehidupan manusia, diantaranya adalah plastik ABS (*Akrilonitril Butadiena Stiren*). Plastik ABS banyak digunakan dalam bidang teknik, seperti misalnya untuk kebutuhan elektronik, otomotif, dll. Namun masih ada kelemahan dari plastik ABS, diantaranya kekerasan rendah, tidak tahan gesekan, dan tidak tahan panas, maka perlu adanya perlakuan permukaan. *Elektroless plating* merupakan proses pelapisan yang tidak menggunakan listrik dalam proses pelapisannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh variasi waktu waktu *etching elektroless nikel* terhadap kekasaran, keausan, kekerasan, dan ketebalan.

Proses *elektroless plating* dengan menggunakan material plastik ABS dengan panjang 80 mm, lebar 7 mm, dan tebal 3 mm. Variasi waktu *etching* yang digunakan adalah 15, 20, 25, 30 dan 35 menit dengan pelapisan *elektroless plating* menggunakan logam nikel. Setelah spesimen diberi perlakuan *elektroless plating* kemudian diuji kekasaran, keausan, kekerasan, dan ketebalan.

Hasil penelitian menunjukkan proses *elektroless plating* mengubah permukaan spesimen menjadi terlapisi oleh logam nikel. Terjadinya peningkatan kekasaran spesimen dari 0,434 μm menjadi 0,882 μm . Merununya nilai spesifik keausan dari 1,248 cm^2/kg menjadi 0,464 cm^2/kg . Kekerasan sampel meningkat dari 83,5 shore menjadi 83,7 shore, kemudian menurun menjadi 83,3 shore dan naik lagi menjadi 84 shore. Ketebalan lapisan meningkat dari 1,02 μm menjadi 1,95 μm .

Kata Kunci : *Elektroless plating*, plastik ABS, nikel, waktu *etching*.

ABSTRACT

Plastic is one of the most frequently used materials today because plastic has many properties that are beneficial to human life, such as ABS plastic (Akrilonitril Butadiena Stiren). ABS Plastic is widely used in the field of engineering, such as for the needs of electronics, automotive, etc .. But there are still weaknesses of ABS plastic, such as low hardness, not friction resistant, and not heat resistant, it is necessary to surface treatment. Electroless plating is a coating process that does not use electricity in the coating process. This study aims to analyze the effect of time variation of etching electroless nickel on roughness, wear, hardness, and thickness.

Electroless plating process using ABS plastic material with length 80 mm, width 7 mm, and 3 mm thick. The etching time variations used were 15, 20, 25, 30 and 35 minutes with elektroless plating using nickel metal. After the specimen was subjected to elektroless plating then it was tested for roughness, wear and tear, hardness, and thickness.

The results showed that the electroless plating process changed the surface of the specimen to be coated by nickel metal. The increase in the roughness of the specimens from 0.434 μm to 0.882 μm . The breakdown of specific wear values from 1.248 cm^2 / kg to 0.464 cm^2 / kg . The sample hardness increased from 83.5 shore to 83.7 shore, then decreased to 83.3 shore and rose again to 84 shore. The coating thickness increased from 1.02 μm to 1.95 μm .

Keywords: electroless plating, ABS plastic, nickel, etching time.

1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu bahan yang sering digunakan saat ini karena plastik memiliki banyak sifat-sifat yang menguntungkan bagi kehidupan manusia.

Diantaranya adalah plastik ABS (*Akrilonitril Butadiena Stiren*), yaitu *kopolimer* yang terdiri dari tiga jenis monomer berbeda hasil dari *polimerisasi akrilonitril* dan *stirena* dengan *polibutadiena*. Plastik ABS banyak

digunakan dalam bidang teknik, seperti misalnya untuk kebutuhan elektronik, otomotif, dll. Hal itu dikarenakan komposisi plastik ABS terbuat dari, *akrilonitril* yang bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas, *butadiene* memberi perbaikan terhadap sifat ketahanan pukul dan sifat liat (*toughness*), sedangkan *stirena* menjamin kekakuan (*rigidity*) dan mudah diproses. Namun masih ada kelemahan dari plastik ABS, diantaranya kekerasan rendah, tidak tahan gesekan, dan tidak tahan panas.

Untuk mengatasi kelemahan dan meningkatkan kualitas plastik ABS dapat dilakukan metode pelapisan dengan nikel. Salah satu cara pelapisan nikel dengan plastik adalah dengan metode *elektroless plating*, yaitu proses pelapisan yang tidak menggunakan listrik dalam proses pelapisannya, proses pelapisan yang terjadi karena adanya reaksi oksidasi dan reduksi pada permukaan bahan, sehingga terbentuk lapisan logam yang berasal dari garam logam tersebut (Santhiarsa, 2016). Selain memberikan kesan logam (*metallic appearance*), pelapisan dengan bahan nikel juga dapat meningkatkan kekerasan, ketebalan, sifat menghantar listrik, tahan terhadap abrasi, dan tahan cuaca.

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. Proses Produk pelapisan plastik yang ada di pasaran biasanya menggunakan metode *coating*, dengan cara menyemprotkan logam cair langsung ke permukaan plastik ABS. Hasil dari *coating* masih memiliki beberapa kekurangan diantaranya: mudah mengelupas, cepat pudar dalam waktu yang relatif singkat dan ketebalan lapisan yang dihasilkan terbatas (Zohari, 2013). Oleh karena itu pada penelitian ini mengusulkan metode *elektroless plating* nikel untuk pelapisan plastik ABS, agar mendapatkan pelapisan nikel yang lebih baik dari metode *coating* lainnya.

Proses *elektroless plating* sangat tergantung pada tahap *etching* yang merupakan tahap paling penting, dimana pada tahap *etching* berfungsi mengikis permukaan plastik ABS agar terbentuk pori-pori. Pada tahap *etching* merupakan tahapan proses yang paling penting dalam mencapai adhesi logam yang sesuai dengan plastik, sehingga dapat berikatan dengan baik pada logam

pelapisnya. Untuk plastik ABS larutan *etching* yang digunakan terdiri dari asam khromat dan asam sulfat, tanpa penambahan bahan lainnya. Dalam hal ini untuk mendapatkan hasil yang baik bergantung pada kondisi operasi yang digunakan. Bila tahap *etching* dilakukan dibawah kondisi optimum, maka lapisan *elektroless* yang dihasilkan akan tidak merata. Hal ini disebabkan proses *etching* pada plastik belum begitu sempurna, atau dengan kata lain partikel-partikel *butadiena* belum sempurna teroksidasi, sehingga ronggarongga *submikroskopis* yang diperlukan agar terjadi ikatan antara plastik dengan logam belum terbentuk sederhana (Yuniati, 2010). Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, pada penelitian ini akan dilakukan dengan waktu *etching* dan hasil akhirnya akan di uji kekerasan, kekasaran, keausan dan ketebalan dari masing-masing variasi.

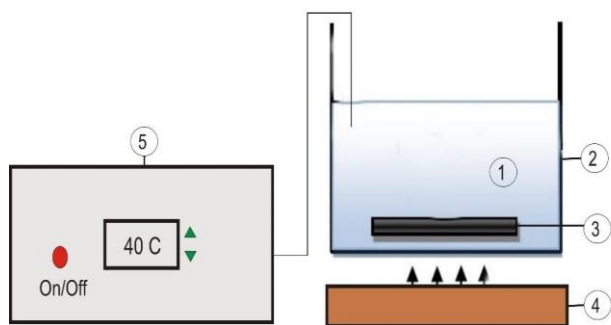
2. DASAR TEORI

2.1 Plastik ABS

Plastik ABS (*Akrilonitril Butadiena Stirena*) merupakan jenis plastik yang termasuk dalam kopolimer thermoplastic yang tersusun dari tiga jenis monomer berbeda hasil dari polimerisasi akrilonitril dan stirena dengan polibutadiena. Dengan rumus kimia $(C_8H_8)_x (C_4H_6)_y (C_3H_3N)_z$. Komposisi ketiga jenis monomer ini dapat bervariasi dari 15% - 35% akrilonitril, 5% - 30% butadiena, 40% - 60% stirena, dan kandungan monomer atau polimer lainnya (Anggariawan, 2017). 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 *elektroless plating* paling besar.

2.2 Elektroless plating

Elektroless Plating merupakan proses pelapisan tanpa menggunakan arus listrik pada proses pelapisannya. Proses ini terjadi karena adanya reaksi oksidasi dan reduksi pada permukaan bahan, sehingga terbentuk lapisan logam yang berasal dari garam logam tersebut (Santhiarsa, 2016). Karena tidak menggunakan arus listrik dalam pertukaran *elektron*, proses pelapisan yang terjadi menjadi lebih lambat. Maka untuk mempercepat proses pelapisan temperatur harus di naikan dengan alat pemanas. Proses elektroless dapat dilihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Proses pelapisan tanpa menggunakan arus Listrik .

Keterangan :

1. Larutan *Elektroles* Nikel
2. Bak Plating
3. Bahan yang dilapis (Plastik ABS)
4. Pemanas (*Heater*)
5. Thermocontrol

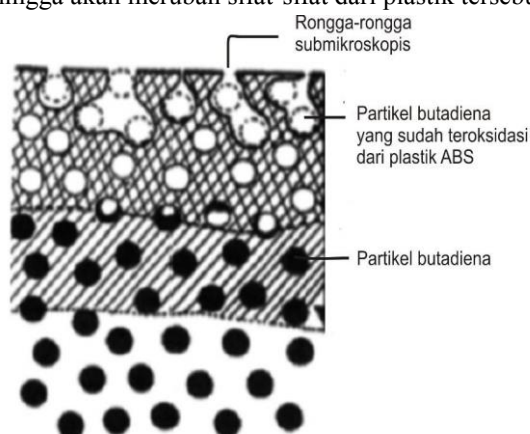
Proses *elektroless plating* dapat dilakukan untuk beberapa jenis logam. Jenis *elektroless plating* yang dapat diterapkan setelah tahap katalisasi palladium yang sering digunakan adalah:

- *Elektroless plating* tembaga - produknya adalah lapisan logam tembaga.
- *Elektroless plating* nikel – produknya adalah lapisan logam nikel. Lapisan logam nikelnya berupa paduan Ni-P (nikel-phosphor). Dalam proses *elektroless plating* pada permukaan plastik ABS, jenis *elektroless plating* nikel sering digunakan untuk dibandingkan *elektroless plating* tembaga karena mempunyai karakteristik lebih keras dan tahan korosi dibandingkan dengan lapisan logam tembaga.

2.3 Etching/etsa

Tahap *etching* (etsa) berfungsi untuk 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-partikel butadiene ini akan larut teroksidasi oleh larutan etsa, kemudian menghasilkan tempat yang berupa rongga-rongga submikroskopis seperti terlihat pada Gambar 2. Rongga-rongga ini memungkinkan terjadinya ikatan antara plastik dengan endapan logam yang melapisi. Bila proses etsa terus dibiarkan, maka proses ini akan berlangsung

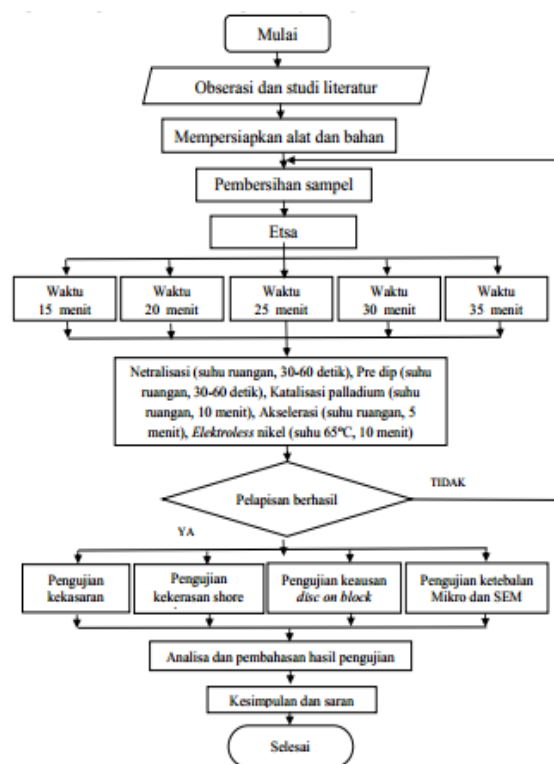
kebagian-bagian yang lebih dalam dari permukaan plastik sehingga akan merubah sifat-sifat dari plastik tersebut.



Gambar 2. Proses *etching* pada permukaan plastik ABS (Yli-Pentti, 2014)

3. METODE PENELITIAN

Tahapan proses penelitian ini berdasarkan diagram alir penelitian yang terdapat didalam Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 2. Gambar diagram alir

Proses *Elektroless plating* dibagi menjadi beberapa tahapan antara lain:

- Tahap pembersihan permukaan berfungsi untuk membersihkan permukaan benda spesimen dari debu oli dan zat pengotor lainnya menggunakan

larutan *soak cleaning* dengan temperature 50⁰ C dengan waktu proses 5 menit.

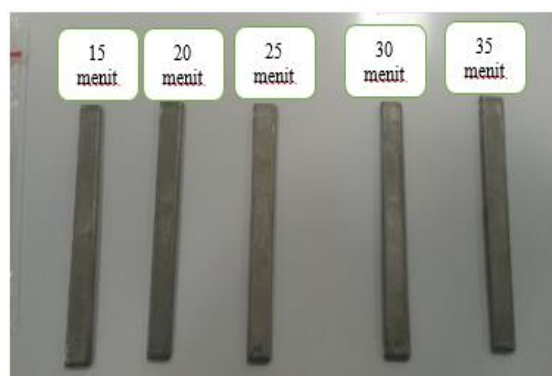
- Tahap *etching* berfungsi mengikis permukaan plastik ABS agar terbentuk pori-pori. Fungsi dari pori-pori tersebut adalah untuk meningkatkan daya lekat lapisan dan lebih memudahkan terbentuknya lapisan. Menggunakan larutan *chemical etching* dengan suhu antara 60-70⁰ C dengan waktu 15-35 menit.
- Tahap netralisasi berfungsi untuk menghilangkan bekas larutan *chemical etching* yang masih ada di pori-pori permukaan plastik ABS. Menggunakan larutan netralisasi dengan suhu ruangan dan waktu proses 30-60 detik.
- Tahap pre dip berfungsi untuk benar-benar menghilangkan bekas larutan etsa yang masih ada di permukaan plastik ABS serta meningkatkan efisiensi reaksi kimia ditahap katalisasi palladium. suhu ruangan dan waktu proses 30-60 detik.
- Tahap katalisasi palladium berfungsi untuk menghasilkan permukaan plastik ABS yang bersifat katalis. Permukaan plastik dinyatakan telah bersifat katalis jika permukaan plastik tersebut terlapisi Palladium. Dengan suhu ruangan dan waktu proses 10 menit
- Tahap akselerasi berfungsi melarutkan lapisan tipis Sn yang menutupi lapisan Pd. Lapisan tipis Sn terbentuk secara simultan pada proses katalisasi palladium berlangsung. Lapisan tipis Sn yang terbentuk dapat menjadi penghambat bagi terbentuknya lapisan logam saat proses elektroless plating berlangsung.
- Tahap *elektroless plating* berfungsi untuk menghasilkan lapisan logam yang akan menjadi lapisan dasar yang konduktor agar benda kerja dapat terlapisi logam lain pada tahap *elektroplating*. Menggunakan larutan elektroless nikel dengan suhu 60-65⁰ C dengan waktu proses 10 menit.

Tabel 1. Langkah-langkah penelitian

No	Tahap	Waktu	Suhu
1	pembersihan permukaan	5 menit	50 ⁰ C
2	Rinse	30-60 detik	Suhu ruangan
3	Etching	15-35 menit	60-70 ⁰ C
4	Rinse	30-60 detik	Suhu ruangan
5	Netralisasi	30-60 detik	Suhu ruangan
6	Rinse	30-60 detik	Suhu ruangan
7	Pre dip	30-60 detik	Suhu ruangan
8	Rinse	30-60 detik	Suhu ruangan
9	Aktivasi palladium	10 menit	Suhu ruangan
10	Rinse	30-60 detik	Suhu ruangan
11	Akselerasi	5 menit	Suhu ruangan
12	Rinse	30-60 detik	Suhu ruangan
13	Elektroless nikel	10 menit	60-65 ⁰ CC
14	Rinse	30-60 detik	Suhu ruangan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesimen plastik ABS yang telah dilakukan pelapisan nikel dengan metode *elektroless plating* memiliki pengaruh terhadap permukaan sesuai dengan variasi yang digunakan. Pada penelitian ini, variasi yang digunakan yaitu variasi waktu *etching* dengan waktu proses 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit. Mendapatkan hasil yang berpengaruh terhadap permukaan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil pelapisan nikel dari spesimen plastik ABS dengan metode *elektroless plating*.

4.1 Hasil Pengujian Kekasaran

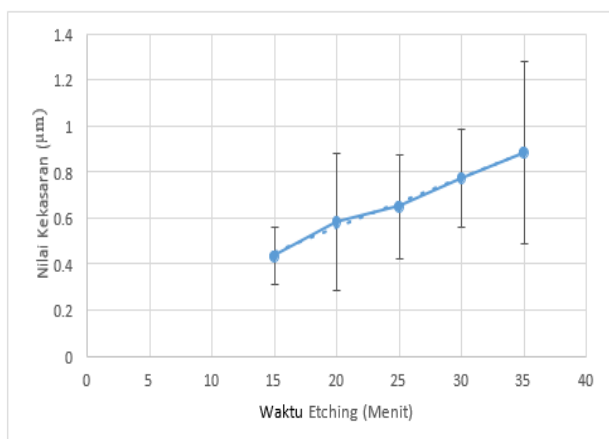
Pada pengujian kekasaran permukaan lapisan menggunakan alat *Roughness Tester*. Setiap spesimen diuji [4]

kekasarannya masing – masing sebanyak 3 titik. Pengujian dilakukan spesimen dari masing-masing variasi waktu *etching* pada proses *elektroless plating* . Pengujian kekasaran dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran spesimen pada proses *elektroless plating*, dari 3 titik yang digunakan untuk pengujian selanjutnya diambil rata rata nilai kekasaran dari masing – masing spesimen yang telah diuji.

Tabel 2. Hasil pengujian kekasaran permukaan

Waktu Etching (Menit)	Nilai Kekasaran (μm)			Rata-rata	Standar Deviasi
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		
15	0.559	0.437	0.308	0.434	0.125
20	0.517	0.906	0.32	0.581	0.298
25	0.481	0.91	0.559	0.65	0.228
30	0.656	1.019	0.64	0.771	0.214
35	0.477	0.902	1.268	0.882	0.395

Dari Tabel 4.1 nilai kekasaran diatas kemudian dikonversi menjadi grafik hubungan antara nilai kekasaran permukaan plastik ABS terhadap variasi waktu *etching* pada proses *Electroless plating* nikel yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengaruh waktu *etching* terhadap kekasaran

Gambar 5 diatas menunjukkan hubungan antara waktu *etching* pada *elektroless plating* dengan variasi waktu 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, terhadap nilai kekasaran plastik ABS. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai kekasaran rata-rata pada waktu *etching* 15 menit sebesar 0,434 μm . Setelah diproses

dengan waktu *etching* 20 menit didapat nilai kekasaran rata-rata sebesar 0,581 μm . Selanjutnya kekasaran rata-rata pada waktu *etching* 25 menit menghasilkan kekasaran rata-rata sebesar 0,65 μm . Lalu pada waktu *etching* 30 menit menghasilkan nilai kekasaran rata-rata sebesar 0,771 μm . Dan pada waktu *etching* 35 menit menghasilkan nilai kekasaran rata-rata sebesar 0,882 μm . Sehingga nilai kekasaran tertinggi pada proses *elektroless plating* nikel sebesar 0,882 μm pada waktu *etching* 35 menit dan nilai kekasaran paling rendah pada waktu *etching* 15 menit sebesar 0,434 μm .

Dari hasil pengujian kekasaran yang ditampilkan pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pengaruh variasi waktu *etching* yang digunakan pada proses *elektroless* nikel dapat mempengaruhi nilai kekasaran pada permukaan plastik ABS, dimana nilai kekasaran naik dari waktu *etching* 15 sampai 35 menit. 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 juga, hal ini mengakibatkan meningkatnya kekasaran pada permukaan

Mengacu pada Tang et al (2006), melakukan penelitian tentang variasi waktu *etching* 0 menit, 5 menit, 7 menit, 9 menit, 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 menit, 5 menit, dan 30 menit dan menghasilkan lapisan nikel yang maksimal pada waktu pencelupan 30 menit.

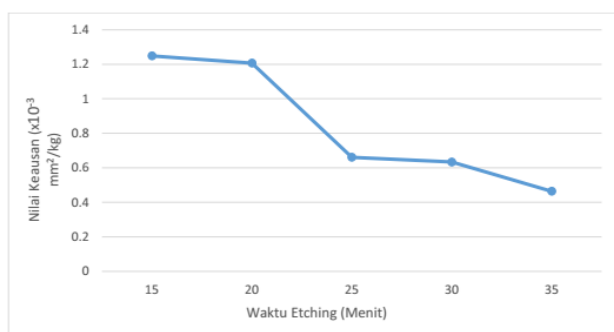
4.2 Hasil Pengujian Keausan

Pengujian keausan dilakukan dengan mesin uji *Ogoshi High Speed Universal Wear Testung Machine* tipe OAT-U dengan lebar piringan pengaus 3 mm, jari-jari pengaus 13 mm, beban tekan pengaus 2,12 kg, jarak tempuh proses pengausan 66,6 mm, dalam waktu 30 detik. Keausan spesifik (Ws) dihitung berdasarkan lebar keausan terdapat benda uji akibat gesekan piringan pengaus. Hasil uji keausan berupa goresan atau strip pada permukaan benda uji yang telah dilihat dengan menggunakan *microscope optik* dengan pembesaran 100x dan diambil 38

strip untuk 1 mm dari masing-masing spesimen.

Tabel 3. Hasil pengujian keausan

Waktu (Menit)	Strip	B (mm)	Bo (mm)	r (mm)	Po (kg)	lo (mm)	Ws ($\times 10^{-3}$ mm ² /kg)
15	37	0,89	3	15	2,12	6,66	1,248
	35						
	30						
20	20	0,88	3	15	2,12	6,66	1,206
	36						
	45						
25	23	0,72	3	15	2,12	6,66	0,660
	35						
	25						
30	17	0,71	3	15	2,12	6,66	0,633
	20						
	35						
35	28	0,64	3	15	2,12	6,66	0,464
	25						
	20						



Gambar 6. Grafik pengaruh waktu *etching* terhadap keausan

Pada gambar 6. terlihat grafik nilai keausan permukaan spesimen mengalami penurunan seiring dengan semakin lamanya proses waktu *etching*. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai keausan rata-rata pada waktu *etching* 15 menit sebesar $1,248 \times 10^{-3}$ mm²/kg. Setelah diproses dengan waktu *etching* 20 menit didapat nilai keausan rata-rata sebesar $1,206 \times 10^{-3}$ mm²/kg. Selanjutnya nilai keausan rata-rata pada waktu *etching* 25 menit menghasilkan kekasaran rata-rata sebesar $0,660 \times 10^{-3}$ mm²/kg.. Lalu pada waktu *etching* 30 menit menghasilkan nilai keausan rata-rata sebesar $0,633 \times 10^{-3}$ mm²/kg.. Dan pada waktu *etching* 35 menit menghasilkan nilai keausan rata-rata sebesar $0,464 \times 10^{-3}$ mm²/kg.

Pada Gambar grafik keausan yang menunjukkan perbedaan nilai keausan spesifik dari semua variasi spesimen. Pada pelapisan yang menggunakan waktu *etching* 35 menit menghasilkan ketahanan aus yang paling rendah dengan nilai keausan $0,464 \times 10^{-3}$ mm²/kg. Sedangkan ketahanan aus yang paling tinggi dihasilkan oleh pelapisan yang

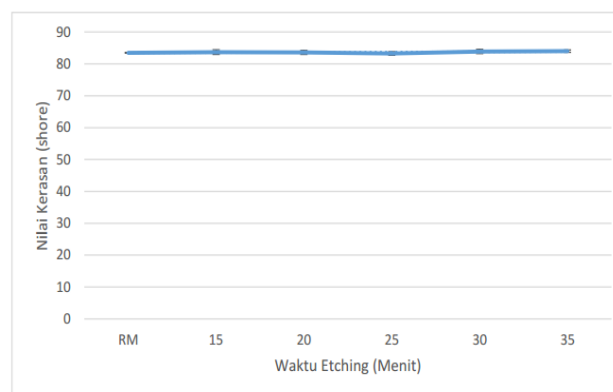
menggunakan waktu *etching* 15 menit dengan nilai keausan $1,248 \times 10^{-3}$ mm²/kg. Semakin lama waktu *etching* mengakibatkan banyak terbentuknya rongga-rongga *submikroskopis* pada permukaan plastik ABS, hal ini mengakibatkan palladium akan semakin banyak masuk pada rongga-rongga pada permukaan plastik. Dengan semakin banyak palladium akan mengikat nikel dengan maksimal dan menjadikan permukaan plastik lebih tahan terhadap gesekan.

4.3 Hasil Pengujian kekerasan

Pada pengujian kekerasan ini, alat yang digunakan adalah *Shore Hardness Tester* tipe D. Pengujian dilakukan pada spesimen dari masing-masing variasi waktu *Etching* yaitu 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, 35 menit.

Tabel 4. Hasil pengujian kekerasan

Waktu (Menit)	Nilai Kekerasan (Shore)					Kekerasan Rata-Rata	Standar Deviasi
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5		
RM	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	0
15	83.5	84.5	84	84	82.5	83.7	0.75
20	83.5	84	84	84	82.5	83.6	0.65
25	83	83.5	84	83.5	82.5	83.3	0.57
30	83.5	84	84.5	83	84.5	83.9	0.65
35	83.5	84	84.5	84	84	84	0.35



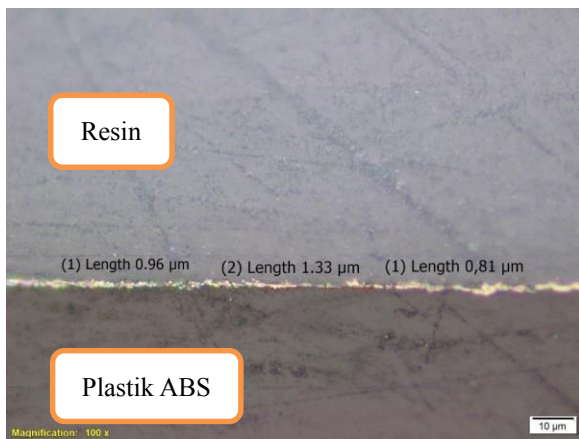
Gambar 7. Grafik pengaruh waktu *etching* terhadap kekerasan

4.4 Hasil Pengujian ketebalan

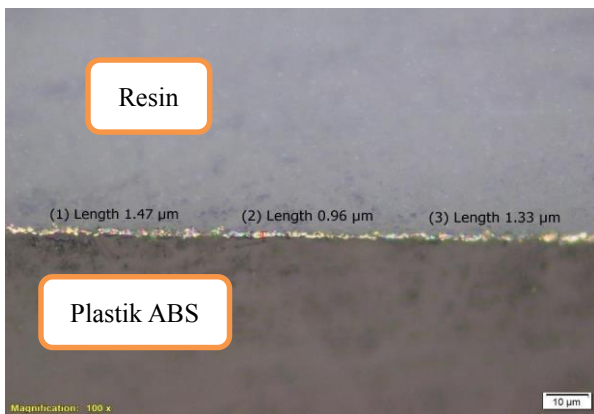
Pengujian ketebalan dilakukan dengan dua metode pengujian yaitu, metode pengujian ketebalan menggunakan *microscope* mikro dan metode pengujian ketebalan SEM. Hasil dari hasil dari masing-masing pengujian nanti nya akan dibandingkan untuk mengetahui hasil ketebalan yang maksimal.

a) Pengujian ketebalan lapisan

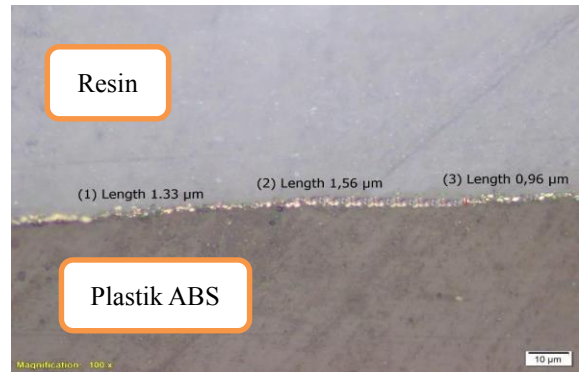
Pengujian mikro ini dilakukan untuk mengetahui ketebalan dan rekatan yang terjadi pada lapisan nikel terhadap spesimen plastik ABS setelah dilakukan proses *elektroless*. Pengujian ini dilakukan dengan variasi waktu *etching* 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit dengan masing-masing variasi 3 titik. Pengujian ini dilakukan dengan perbesaran 100 kali. Hasil pengujian foto mikro sebagai berikut :



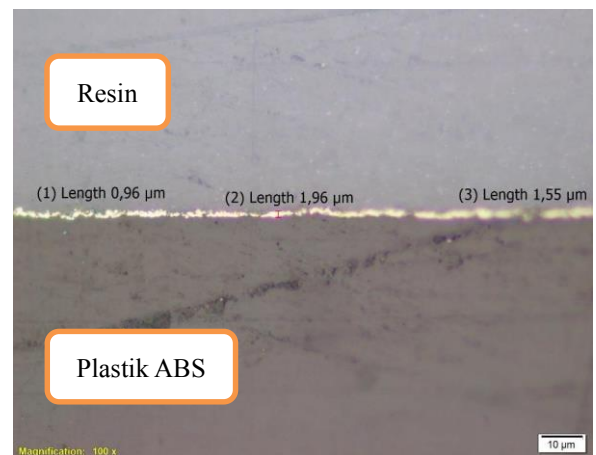
Gambar 8. Hasil pengujian ketebalan lapisan waktu *etching* 15 menit



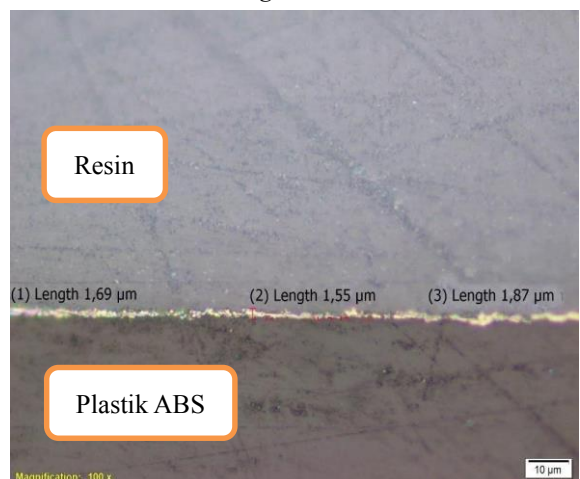
Gambar 9. Hasil pengujian ketebalan lapisan waktu *etching* 20 menit



Gambar 10. Hasil pengujian ketebalan lapisan waktu *etching* 25 menit



Gambar 11. Hasil pengujian ketebalan lapisan waktu *etching* 30 menit



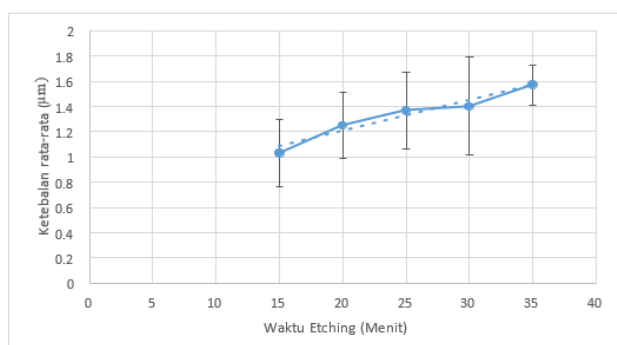
Gambar 11. Hasil pengujian ketebalan lapisan waktu *etching* 35 menit

Dari hasil pengujian ketebalan mikro, data hasil pengujian kemudian dibuat menjadi tabel dan grafik agar dapat

dipahami seperti pada Tabel 5 dan Gambar 12 dibawah.

Table 5. Hasil pengujian ketebalan lapisan

Waktu Etching (Menit)	Hasil Ketebalan (μm)			Rata-rata Ketebalan	Standard Deviasi
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		
15	0.96	1.33	0.81	1,03	0.267
20	1.47	0.96	1.33	1,25	0.263
25	1.33	1.56	0.96	1,28	0.302
30	0.96	1.69	1.55	1,4	0.387
35	1.69	1.55	1.87	1,7	0.160

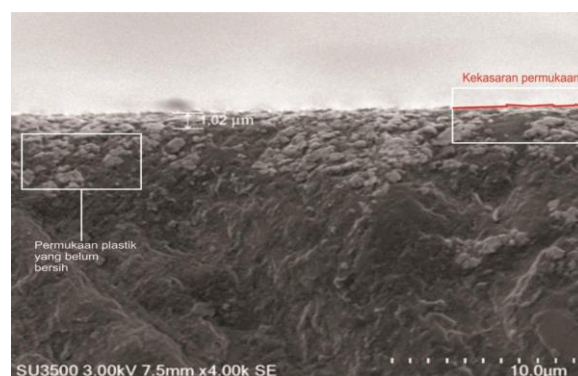


Gambar 12. Grafik pengaruh waktu *etching* terhadap ketebalan lapisan

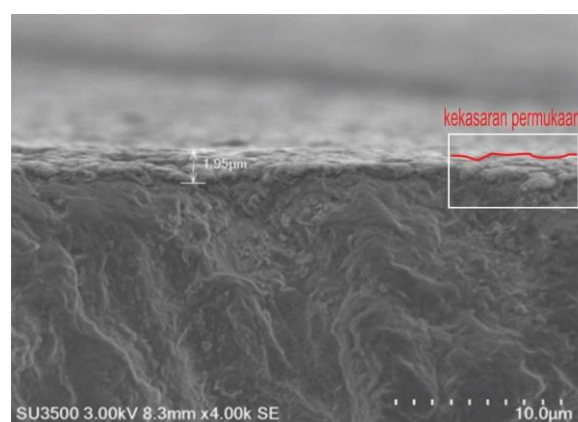
Dari grafik hasil pengujian ketebalan mikro yang dapat dilihat dari Gambar 12, hasil ketebalan tertinggi diperoleh dari pelapisan dengan waktu *etching* 35 menit dan hasil kekerasan terendah diperoleh dari pelapisan dengan waktu 15 menit. Hal ini dapat disimpulkan variasi waktu *etching* sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, karena semakin lama waktu *etching* menjadikan lapisan nikel pada permukaan plastik akan semakin banyak.

b) Pengujian Ketebalan SEM

Pengujian SEM ini dilakukan untuk mengetahui ketebalan dan rekatan yang terjadi pada lapisan nikel terhadap spesimen plastik ABS setelah dilakukan proses *elektroless* dengan variasi waktu *etching* 15 menit dan 35 menit. Pengujian ini dilakukan dengan perbesaran 4000 kali. Hasil pengujian foto SEM sebagai berikut:



Gambar 13. Hasil pengujian ketebalan SEM waktu *etching* 15 menit



Gambar 14. Hasil pengujian ketebalan SEM waktu *etching* 35 menit

Dari 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. Pernyataan Yuniati (2010) menyatakan daya rekat antara plastik sebagai bahan dasar dengan logam pelapisnya sangat tergantung pada tahap *etching*. Karena tahap *etching* berfungsi untuk mencapai adhesi logam yang sesuai dengan dengan plastik. Sehingga dapat berkaitan dengan baik antara logam pelapis dan permukaan plastik.



5. KESIMPULAN

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

- Nilai kekasaran rata-rata yang paling rendah diperoleh pada spesimen dengan waktu *etching* 15 menit dengan nilai kekasaran 0,347 μm .
- Tingkat keausan yang paling rendah diperoleh pada spesimen dengan waktu *etching* 35 menit dengan nilai keausan spesifik sebesar $0,464 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{kg}$.
- Nilai kekerasan rata-rata tertinggi diperoleh dengan waktu *etching* 35 menit dengan 84 shore. Sedangkan nilai kekerasan rata-rata terendah diperoleh waktu *etching* 25 menit 83,3 shore.
- Tingkat ketebalan lapisan nikel yang paling tinggi diperoleh pada spesimen dengan waktu *etching* 35 menit dengan 1,57 μm . Hal ini berbanding lurus dengan hasil pengujian ketebalan SEM karena tebal lapisan nikel paling tinggi diperoleh spesimen dengan waktu *etching* 35 menit dengan hasil 1,95 μm .

6. 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.

Bazzaoui, M., Martins, J.I., Bazzaoui, E.A., Albourine, A. 2012. *Environmentally Friendly Process for Nickel Electroplating of ABS*. *Applied Surface Science*, 258(20): 7968-7975.

Haryanto, E. P. 2016. *Analisa Pelapisan Material ABS dan cat Uvilom Menggunakan Metode UV Coating untuk Mengetahui Karakteristik dan sifat Mekanik lapisan*. Tugas Akhir S1. Universitas Muhammadiyah Semarang.

Ibrahim, M.N M. 2006. *Penyaduran Nikel Tanpa Elektrik Keatas Plastik ABS Bergred Tidak Boleh Disadur*. *Jurnal Teknologi*, 44(6) : 23-45

Ma, Q., Zhao, W., Li, X., Li, L., Wang, Z. 2013. *Study of an*

environment-friendly surface pretreatment of ABS-polycarbonate surface for adhesion improvement. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 4(6): 243-249.

Santhiarsa, N. 2016. *Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pelapisan Elektroless Terhadap Ketebalan Lapisan Metal di Permukaan Plastik ABS*. *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VII* 4(1): 22.

Tang, C., M., Bi, C., Yan, L., Zhang, B. 2008. *Research on a new surface activation process for electroless plating on ABS plastic*. *Materials Letters*, 5(11 :) 1089-1091.

Tang, W., J., Wang, C., Shen B. 2011. *A novel surface activation method for Ni/Au electroless plating of acrylonitrile-butadiene-styrene*. *Surface & Coating Technology*, 7(13): 347-358.

Wahyudi, S. 20012. "Buku Saku Elektroplating" 1-14

Yuniati. 2010. *Optimasi tahap aktivasi pelapisan logam nikel pada plastik ABS*. *Jurnal Teknik Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 10(2): 1-4

Yli-Pentti, A. 2014. *Electroplating and Electroless Plating*. *Comprehensive Materials Processing*, 4(11): 277-306.

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