



---

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

---

**Erich Budiyanoro**

**Program Studi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

**Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Tamantirto, Bantul, Yogya, Daerah Istimewa**

**Yogyakarta, 55183**

**Email : [erich.budi@gmail.com](mailto:erich.budi@gmail.com)**

---

**Abstrak**

Seiring dengan berkembangnya zaman, penggunaan plastik pada bidang perindustrian semakin meningkat, salah satu jenis plastik yang sering digunakan pada kebutuhan produksi yaitu plastik ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) Electroless nickel plating adalah salah satu metode pelapisan nikel yang dapat diterapkan pada plastik ABS, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh waktu pelapisan terhadap karakteristik fisik dan mekanik yang terjadi.

Penelitian dilakukan menggunakan metode electroless nickel plating dengan urutan proses preparasi permukaan, proses metalisasi dengan waktu yang divariasikan pada saat tahap elektroless yaitu (4, 6, 8, 10, dan 12 menit), lalu proses pengujian hasil pelapisan. Pengujian yang dilakukan adalah pengukuran kekasaran, kekerasan, keausan, dan ketebalan.

Hasil pengujian menunjukkan spesimen dengan waktu 12 menit menghasilkan nilai yang paling tinggi dengan nilai kekasaran sebesar  $0,33 \mu\text{m}$ , nilai keausan sebesar  $0,66 \text{ cm}^2/\text{kg}$ , nilai uji ketebalan mikro sebesar  $3,98 \mu\text{m}$ , dan nilai uji ketebalan SEM sebesar  $5,17 \mu\text{m}$ . Lalu spesimen dengan waktu 4 menit menghasilkan nilai yang paling rendah dengan nilai kekasaran sebesar  $0,70 \mu\text{m}$ , nilai keausan sebesar  $2,62 \text{ cm}^2/\text{kg}$ , dan nilai uji ketebalan mikro sebesar  $1,29 \mu\text{m}$ .

Kata kunci : Elektroless nickel plating, Plastik ABS, Waktu.

**Abstract**

Along with the development of the era, the use of plastics in the field of industrial increasing, one type of plastic that is often used in the production needs of ABS plastic (Acrylonitrile Butadiene Styrene) Electroless nickel plating is one method of nickel plating that can be applied to ABS plastic, the purpose of research is to know the effect of coating time on physical and mechanical characteristics that occur.

The research was conducted by electroless nickel plating method with sequence of surface preparation process, metallization process with time varying during electroless stage (4, 6, 8, 10, and 12 min), then the process of testing the coating results. The tests were measured roughness, hardness, wear and thickness.

The test results showed that the specimen with 12 minutes yielded the highest value with a roughness value of  $0.33 \mu\text{m}$ , weariness value  $0.66 \text{ cm}^2/\text{kg}$ ,  $3.98 \mu\text{m}$  micro thickness test value, and SEM thickness test value of  $5, 17 \mu\text{m}$ . Then a specimen with a time of 4 minutes yielded the lowest value with a roughness value of  $0.70 \mu\text{m}$ , weariness value  $2.62 \text{ cm}^2/\text{kg}$ , and micro thickness test value of  $1.29 \mu\text{m}$ .

Key words : Elektroless nickel plating, ABS plastic, Time.

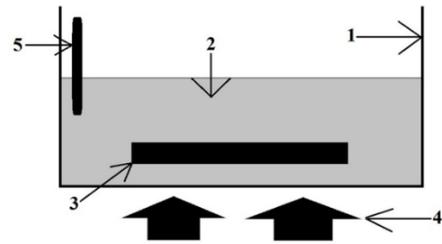
## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya zaman, penggunaan plastik pada bidang perindustrian semakin meningkat. Salah satu jenis plastik yang sering digunakan pada kebutuhan produksi yaitu plastik ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) dimana komposisi dari plastik ABS terdiri 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. Electroless plating merupakan 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. Contoh reaksi di elektroless nikel plating:

1.  $\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{Ni}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \text{ (catalyst)} = \text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{Ni} + 2\text{H}^+$
2.  $\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{H}_2 \uparrow$
3.  $\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{H} \text{ (catalyst)} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- + \text{P}$

Karena tidak menggunakan bantuan arus listrik dalam pertukaran elektron, proses pelapisan yang terjadi berjalan lebih lambat, sehingga untuk mempercepat pelapisan, temperature proses harus dinaikkan sesuai batas yang dianjurkan dengan bantuan alat pemanas. Peralatan utama pada proses pelapisan elektroless berbeda dengan pelapisan secara elektropating dimana pada proses elektroless ini tidak menggunakan arus listrik dalam prosesnya.



Gambar 1. Skema proses pelapisan

Keterangan :

1. Bak Plating
2. Larutan Elektroless Nikel
3. Bahan yang dilapis (Plastik ABS)
4. Pemanas (Heater)
5. Termometer

Proses *elektroless* merupakan salah satu proses pelapisan logam yang tidak menggunakan sumber arus listrik atau proses otokatalitik dimana terjadinya endapan yang kontinu karena reduksi kimia dari ion logam yang berasal dari dalam larutan dengan bantuan zat reduktor yang juga terkandung di dalam larutan. Pada penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh (Novianto, 2008) melakukan penelitian tentang pengaruh ketebalan pada pembuatan dies dengan metode elektropating nikel dengan rapat arus 5 ampere dan variasi waktu pencelupan 1200 s, 1800 s, 2400 s pada polimer. Menghasilkan nilai ketebalan tertinggi pada variasi rapat arus 5 ampere dengan waktu pencelupan 2400 S sebesar 30  $\mu\text{m}$ . Lalu nilai ketebalan terendah pada variasi rapat arus 5 ampere dengan waktu pencelupan 1200 S sebesar 22,5  $\mu\text{m}$ .

Proses pelapisan nikel pada plastik ABS mempunyai beberapa tahapan pengerjaan antara lain tahap pembersihan, tahap etsa, tahap netralisasi, tahap aktivasi dan tahap *elektroless*. Setiap tahapan proses berkaitan satu sama lainnya, sehingga kegagalan dalam suatu tahapan proses akan mengakibatkan gagalnya hasil pelapisan pada tahap proses. Salah satu tahapan penting pada proses pelapisan

nikel yaitu pada waktu dilakukannya perendaman bahan uji terhadap larutan *elektroless* nikel (waktu *elektroless*). Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pada saat proses *elektroless* nikel terhadap karakteristik fisik (kekasaran dan ketebalan) dan mekanik (keausan dan kekerasan) pada hasil pelapisan.

## 1.2 Tinjauan Pustaka

(Mujiarto, 2005) Acrylonitrile butadiene styrene (akrilonitril butadiene stirena, ABS) termasuk kelompok engineering thermoplastic yang berisi 3 monomer pembentuk. Akrilonitril 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. Beberapa grade ABS ada juga yang mempunyai karakteristik yang bervariasi, dari kilap tinggi sampai rendah dan dari yang mempunyai *impact resistance* tinggi sampai rendah.

(Zohari, 2013) Plastik ABS sebagai spesimen diaktifkan, sebelum pelapis krom dengan pelapis nikel palladium dan *electroless*. Pada proses *electroplating* krom arus listrik, waktu *electroplating* dan komposisi larutan bervariasi. Pelepasan elektro pada plastik ABS memperbaiki kekerasan permukaan, kekasaran permukaan, ketahanan gesekan dan ketebalan lapisan krom spesimen. Ditinjau dari segi prosesnya, pelapisan logam pada plastik tidak jauh berbeda dengan proses *electroplating*, hanya dengan menambah beberapa tahap proses pengolahan awal yaitu tahap etsa, tahap netralisasi, tahap aktivasi dan tahap *electroless*. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan beberapa variabel. Adapun variabel divariasikan adalah waktu pada tahap *electroless* untuk proses *electroless* nikel pada

plastik ABS. Dapat diketahui bahwa operasi optimal langkah *electroless* untuk bahan plastik ABS adalah dengan menenggelamkan spesimen selama waktu yang divariasikan, dimana hasil pelapisan logam nikel pada tahap *electroless* semua menempel dengan baik pada permukaan plastik. Daya lekat antara plastik sebagai bahan dasar dengan logam pelapisnya sangat bergantung pada tahap *electroless*, pada penelitian tersebut peneliti berfokus pada pengaruh waktu *electroless* terhadap hasil dari proses *electroless*.

Dalam metode pelapisan plastik ABS dengan *electroplating* ada beberapa aspek yang harus diperhatikan, diantaranya adalah tingkat kecerahan suatu lapisan, kekerasan bahan setelah proses pelapisan dan ketebalan lapisan *electroplating*. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari ketiga aspek itu ada elemen penting yang berpengaruh, yaitu elemen waktu. Dari beberapa penelitian sebelumnya, perbedaan waktu pelapisan menghasilkan hasil yang berbeda. Semakin lama waktu pelapisan, hasil yang diperoleh memiliki karakteristik berbeda.

(Santhiarsa, 2016) telah melakukan penelitian pelapisan *electroless* nikel pada proses metalisasi plastik ABS, tentang pengaruh temperatur larutan dan lama waktu pelapisan terhadap sifat kekerasan lapisan, ada peningkatan kekerasan dari lama waktu *electroless* 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, dan peningkatan temperatur dari 300C, 400C dan 500C, dimana nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada proses *electroless* dengan temperatur 500C, waktu *electroless* 15 menit dengan VHN = 17,57. Penelitian ini mengembangkan penelitian sebelumnya dimana proses *electroless* yang dilakukan adalah *electroless* nikel dengan melihat pengaruh dari

temperatur larutan dan waktu pelapisan terhadap ketebalan hasil lapisan pada proses metalisasi plastik ABS. Penelitian menggunakan plastik ABS sebagai bahan yang dilapisi, dengan temperatur elektroless 50o C, serta variasi waktu elektroless 4 menit, 6 menit, 8 menit, 10 menit, dan 12 menit.

## 2. METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu :

### 1. Heater

Berfungsi untuk meningkatkan suhu larutan hingga tercapai suhu operasional larutan yang ditentukan. Heater untuk elektroplating nikel maupun chrom disarankan menggunakan heater berjenis electric immersion heater dari bahan kuarsa/silika/teflon atau coil berbahan titanium. Kedua jenis heater tersebut tahan terhadap larutan elektrolit untuk elektroplating nikel maupun chrom.



Gambar 2. Heater

### 2. Thermometer

Thermometer pada penelitian ini digunakan untuk mengukur suhu larutan kimia yang dipanaskan dengan heater.

### 3. Bak kecil

Bak kecil digunakan untuk menyimpan larutan kimia yang digunakan selama proses penelitian berlangsung.

### 4. Gelas kimia/breaker

Gelas kimia/breaker digunakan untuk tempat larutan kimia saat dipanaskan menggunakan heater, pada penelitian ini peneliti

menggunakan gelas kimia bervolume 1000ml.

### 5. Kawat

Kawat digunakan untuk mengaitkan bahan uji (Plastik ABS) saat benda direndam di dalam larutan kimia.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu :

### 1. Plastik ABS

Pada penelitian ini menggunakan plastik ABS sebagai benda spesimen dengan ukuran 80 mm x 7 mm x 3 mm.

### 2. Larutan soak cleaning

Bahan yang dipakai untuk membuat larutan soak cleaning :

PS clean 1 : 65 gram

Aqua DM : Ditambahkan hingga mencapai volume 1 L

### 3. Larutan chemical Etching

Bahan yang dipakai untuk membuat larutan chemical etching:

Chromic acid : 200 - 300 gr

Asam sulfat : 180 ml

Aqua DM : Ditambahkan hingga volume mencapai 1 L

### 4. Larutan Netralisasi

Bahan yang dipakai untuk membuat larutan netralisasi :

Asam khlorida : 105 ml

Aqua DM : Ditambahkan hingga volume mencapai 1 L

### 5. Larutan Pre Dip

### 6. Larutan Katalisasi Palladium

Bahan yang dipakai untuk membuat larutan katalisasi palladium :

Palladium : 5 ml

Asam khlorida 37% : 200 ml

Aqua DM : Ditambahkan hingga mencapai volume 1 L

### 7. Larutan Akselerasi

Bahan yang dipakai untuk membuat larutan akselerasi :

PS akselerator A : 210 ml

Aqua DM : Ditambahkan hingga mencapai volume 1 L

### 8. Larutan Elektroless nikel

Bahan yang dipakai untuk membuat larutan Elektroless nikel :

PS elesni 2-A / EN-A : 80 ml  
 PS elesni 2-B / EN-B : 150 ml  
 Aqua DM : Ditambahkan hingga mencapai volume 1 L

Berikut merupakan tahapan proses pelapisan nikel dengan metode elektroless pada plastik ABS dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Tahapan proses pelapisan

Tahapan	Waktu	Suhu
Soak Cleaning	5 menit	50-60 <sup>0</sup> C
Rinse	30 detik	Ruangan
Chemical Etching	40 menit	50 <sup>0</sup> C
Rinse	30 detik	Ruangan
Netralisasi	1 menit	Ruangan
Rinse	30 detik	Ruangan
Pre Dip	1 menit	Ruangan
Rinse	30 detik	Ruangan
Katalisasi Palladium	8 menit	Ruangan
Rinse	5 detik	Ruangan
Akselerasi	5 menit	Ruangan
Rinse	5 detik	Ruangan
Elektroless Plating (nikel)	Variasi 4,6,8,10 dan 12 menit	50-60 <sup>0</sup> C
Rinse	30 detik	Ruangan
Acid Dip	30 detik	Ruangan
Rinse	30 detik	Ruangan

Setelah dilakukan pelapisan, hasil dari pelapisan masing-masing spesimen variasi waktu dilakukan pengujian, ada 4 tahap pengujian yang dilakukan yaitu :

#### 1. Pengujian kekasaran

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran dari masing – masing variasi spesimen yang telah dilapisi nikel. Beberapa standar pengukuran yang umum digunakan dalam pengukuran kekasaran permukaan adalah Ra, Rb, atau Rmax. Satuan kekasaran

berupa  $\mu\text{m}$  dapat diukur menggunakan alat surface roughness tester.



Gambar 3. Alat surface roughness tester.

#### 2. Pengujian kekerasan

Pengujian ini dilaksanakan menggunakan *Shore Durometer*, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan spesimen dari masing-masing variasi waktu *elektroless* pada proses *elektroless* nikel.



Gambar 4. *Shore Durometer*

#### 3. Pengujian keausan

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *Riken-Ogoshi's Universal Wear*. Dengan tujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual.



Gambar 5. *Riken-Ogoshi's Universal Wear*

#### 4. Pengujian ketebalan

Pengujian ketebalan mikro ini dilaksanakan menggunakan alat *Metallurgical Microscope*

Olympus BX53M. Pengujian ini bertujuan untuk melihat struktur mikro ketebalan lapisan nikel pada lapisan spesimen setelah di proses elektroless, Pengukuran dilakukan dengan cara membandingkan ukuran di gambar dengan ukuran sebenarnya.



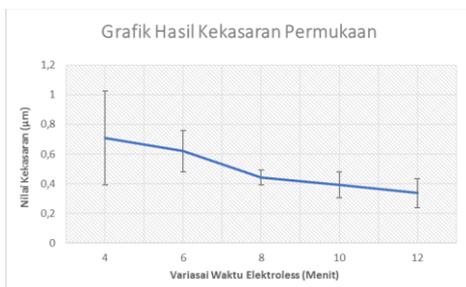
Gambar 6. *Metallurgical Microscope Olympus BX53M.*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian Kekasaran

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Kekasaran

Waktu elektroless (menit)	Rata-rata	Standar Deviasi
4	0,70	0,31
6	0,62	0,14
8	0,44	0,04
10	0,39	0,08
12	0,33	0,09



Gambar 7. Grafik hasil uji kekasaran

Pengaruh variasi waktu elektroless yang digunakan memiliki pengaruh dalam menurunkan nilai kekasaran

permukaan. Hal ini di karenakan semakin lama proses elektroless maka semakin banyak proses reduksi dari ion-ion nikel oleh ion-ion hipofosfit yang berlangsung semakin lama dan menyebabkan lapisan semakin lama semakin halus.

#### 3.2 Hasil Pengujian Kekerasan

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Kekerasan

Waktu	Kekerasan Rata-Rata	Standar Deviasi
4 menit	84,1	0,418
6 menit	85,4	0,547
8 menit	84,7	0,758
10 menit	84,4	0,547
12 menit	85	0,5



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan

Variasi waktu elektroless tidak berpengaruh terhadap kekerasan yang terjadi pada spesimen yang diuji, hal ini dikarenakan fungsi dari proses elektroless hanya merubah lapisan menjadi konduktor. Menurut Santhiarsa (2016) Proses elektroless menghasilkan lapisan logam yang akan menjadi lapisan dasar yang konduktor, yang mana larutan elektroless nikel membutuhkan bahan kimia yang berfungsi sebagai reduktor. Reduktor tersebut berfungsi mereduksi ion nikel ( $Ni^{2+}$ ) menjadi logam nikel ( $Ni^0$ ).

#### 3.3 Hasil Pengujian Keausan

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Keausan

Waktu	Strip	Bo (mm)	B (mm)	r (mm)	Po (kg)	lo (mm)	Ws ( $\times 10^{-3}$ mm <sup>2</sup> /kg)
4 menit	35	1,14	3	15	2,12	6,66	2,62
	45						
	50						
6 menit	35	1	3	15	2,12	6,66	1,77
	45						
	34						
8 menit	30	0,96	3	15	2,12	6,66	1,56
	40						
	40						
10 menit	35	0,85	3	15	2,12	6,66	1,08
	40						
	23						
12 menit	40	0,72	3	15	2,12	6,66	0,66
	28						
	15						



Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Keausan

Pengaruh variasi waktu elektroless nikel dapat menurunkan nilai keausan permukaan plastik ABS. Karena semakin lama waktu pencelupan pada tahap elektroless nikel menyebabkan ion nikel pada permukaan lapisan yang terbentuk menjadi nikel semakin banyak dan semakin banyak nikel yg terbentuk maka lapisan akan semakin baik terhadap perlakuan gesek.

### 3.4 Hasil Pengujian Ketebalan

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Ketebalan

Waktu elektroless (menit)	Nilai Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )			Rata-rata	Standar Deviasi
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		
4	1,33	1,21	1,33	1,29	0,067
6	2,43	2,21	1,25	1,97	0,63
8	2,65	1,91	1,69	2,08	0,5
10	4,2	1,33	4,49	3,34	1,74
12	5,08	2,57	4,27	3,98	1,29



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Ketebalan

Waktu pada proses elektroless sangat mempengaruhi ketebalan lapisan pada spesimen. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu pencelupan pada saat proses elektroless, ion nikel yang berubah menjadi nikel akan semakin terus bertambah dan semakin banyak yang menempel dan dapat menjadikan lapisan pada permukaan plastik ABS semakin tebal.

## 4. SIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan Spesimen dengan waktu 12 menit menghasilkan nilai yang paling tinggi dengan nilai kekasaran sebesar  $0,33 \mu\text{m}$ , nilai keausan sebesar  $0,66 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{kg}$ , nilai uji ketebalan mikro sebesar  $3,98 \mu\text{m}$ . Lalu spesimen dengan waktu 4 menit menghasilkan nilai yang paling rendah dengan nilai kekasaran sebesar  $0,70 \mu\text{m}$ , nilai keausan sebesar  $2,62 \text{ cm}^2/\text{kg}$ , dan nilai uji ketebalan mikro sebesar  $1,29 \mu\text{m}$ . Nilai kekerasan yang paling tinggi dimiliki oleh spesimen dengan variasi waktu 6 menit dengan nilai kekerasan sebesar 85,4 shore dan nilai kekerasan yang paling rendah dimiliki oleh spesimen dengan variasi waktu 4 menit dengan nilai kekerasan sebesar 84,4 shore.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alawy, F. (2017). Pengaruh Variasi Waktu Pelapisan Khrom Pada Plastik ABS Dengan Metode Elektroplating. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*.
- [2] Haryanto, E. P. (2016). Analisa Pelapisan Material ABS Dan Cat Uvilon Menggunakan Metode UV Coating Untuk Mengetahui Karakteristik Dan Sifat Mekanik Pelapisan. *Jurnal Teknik Mesin*

- Lintas Jalur Universitas Muhammadiyah Semarang.*
- [3] Junjun, H., & Zhenming, C. (n.d.). *Method For Electroless Nickel Plating On The Surface Of CaCO<sub>3</sub> Powder.*
- [4] Miura, N., Fuura, Y., & Kazami, A. (1981). *Low-Value Nickel Resistors Electroless-Plated On "IMST" Substrate For Power Hybrid ICs.* Tokyo: Gordon and Breach Science Publisher, Inc.
- [5] Mujiarto, I. (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Traksi.*
- [6] Nandang Roziafanto, A. (2010). *Studi Pemanfaatan PMMA Regrind yang Diblending Dengan ABS Ditinjau Dari Perubahan Sifat Mekanik.* Jakarta: Universitas Indonesia.
- [7] Novianto, Y. (2008). Pengaruh Ketebalan Dan Kekerasan Pada Pembuatan Dies Dengan Metode Elektroplating Tembaga, Nikel, Dan Khrom Dengan Rapat Arus 5 Ampere Dan Variasi Waktu Pencelupan 1200 s, 1800 s, 2400 s Pada Polimer. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.*
- [8] Olivera, S., Muralidhara, H., Venkatesh, K., Gopalakrishna, K., & Vivek, C. S. (2016). Plating on Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Plastic. *Springer Science.*
- [9] Santhiarsa, N. (2016). Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pelapisan Elektroless Terhadap Ketebalan Lapisan Metal Di Permukaan Plastik ABS. *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VII.*
- [10] Subekti, K. (2015). Metode Elektroplating Pada Substrat Tembaga (Cu) Dengan Pelapis Perak (Ag) Untuk Meningkatkan Keindahan Dekoratif Dan Ketahanan Korosi Logam. *Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.*
- [11] Taheri, R. (2002). Evaluation of Electroless Nickel-Phosphorus (EN) Coatings. *Journal University of Saskatchewan.*
- [12] Tamprin, M. (2013). *Studi Pelapisan Krom Dengan Proses Elektroplating Pada Handle Rem Sepeda Motor Dengan Variasi Rapat Arus.* Surakarta.
- [13] Tarwijayanto, D., Raharjo, W. P., & Triyono, T. (2013). Pengaruh Arus Dan Waktu Pelapisan Hard Chrome Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Tingkat Kekerasan Mikro Pada Plat Baja Karbon Rendah AISI 1026 Dengan Menggunakan CrO<sub>3</sub> 250 gr/l Dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2,5 gr/l Pada Proses Elektroplating. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret.*
- [14] Uraz, C. (2017). *Elektroless Nickel Plating On ABS Plastic By Using Environmentally Friendly Chemicals.* Antalya, Turkey: ISRES Publishing.
- [15] Wahyudi, S. (2006). *Buku Saku Elektroplating.* Bandung.
- [16] Wahyudi, S. (2012). *Modul Proses Electroplating Chrome Decorative (nikel-khrom).* Technic, Bandung.
- [17] Yuniati. (2010). Optimasi Tahap Aktivasi Pelapisan Logam Nikel pada Plastik ABS. *Jurnal Teknik Politeknik Negeri Lhokseumawe.*
- [18] Zohari, A. (2013). Pengaruh Komposisi Larutan, Variasi Arus dan Waktu Proses Pelapisan Khrom pada Plastik ABS Terhadap Sifat Mekanis. *Jurnal Teknik Mesin UGM.*