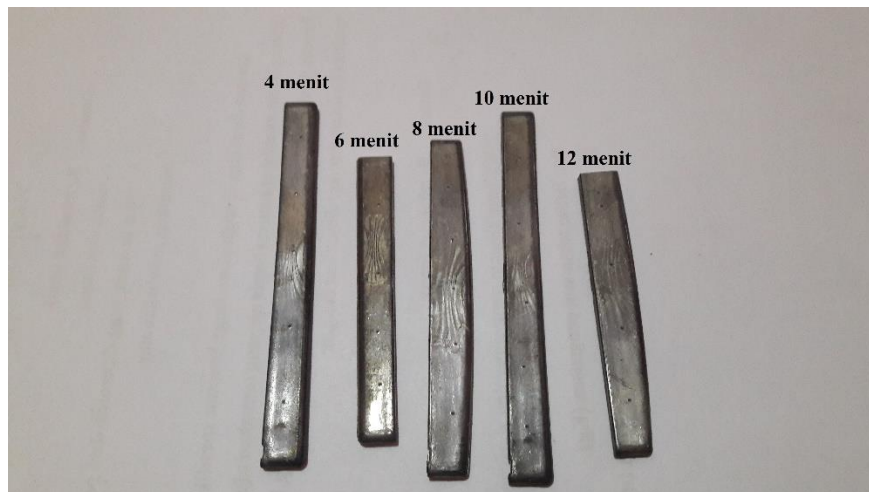


BAB IV ANALISA DAN HASIL

4.1 Hasil *Elektroless Plating*

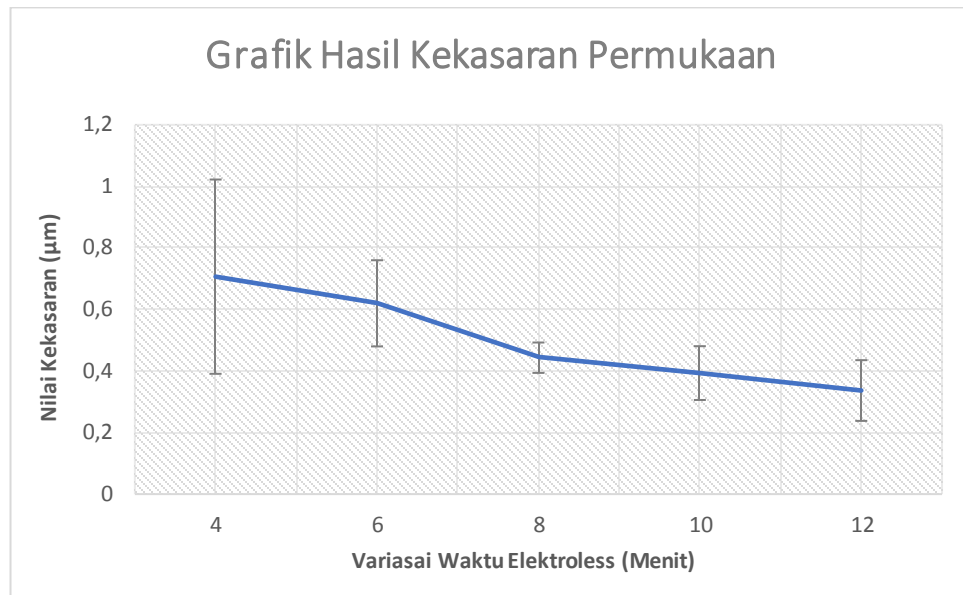
Hasil *elektroless plating* plastik ABS dengan variasi waktu *elektroless* 4, 6, 8, 10 dan 12 menit, dengan hasil lapisan nikel dapat melapisi permukaan plastik ABS secara merata seperti terlihat pada Gambar 4.1 di bawah ini. Namun juga terdapat kegagalan atau tidak terbentuknya lapisan nikel pada permukaan plastik ABS. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu etching, waktu aktivasi palladium dan waktu *elektroless*.



Gambar 4.1 Hasil pelapisan plastik ABS

4.2 Hasil dan pembahasan uji kekasaran

Pelapisan nikel yang diberikan kepada spesimen plastik ABS memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaannya. Hasil yang didapat juga berbeda sesuai dengan variasi waktu yang diberikan. Hasil pengujian kekasaran pada permukaan spesimen plastik ABS dapat dilihat di Gambar 4.2 dan Tabel 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh variasi waktu elektroless terhadap uji kekasaran

Tabel 4.1 Tabel hasil pengujian kekasaran

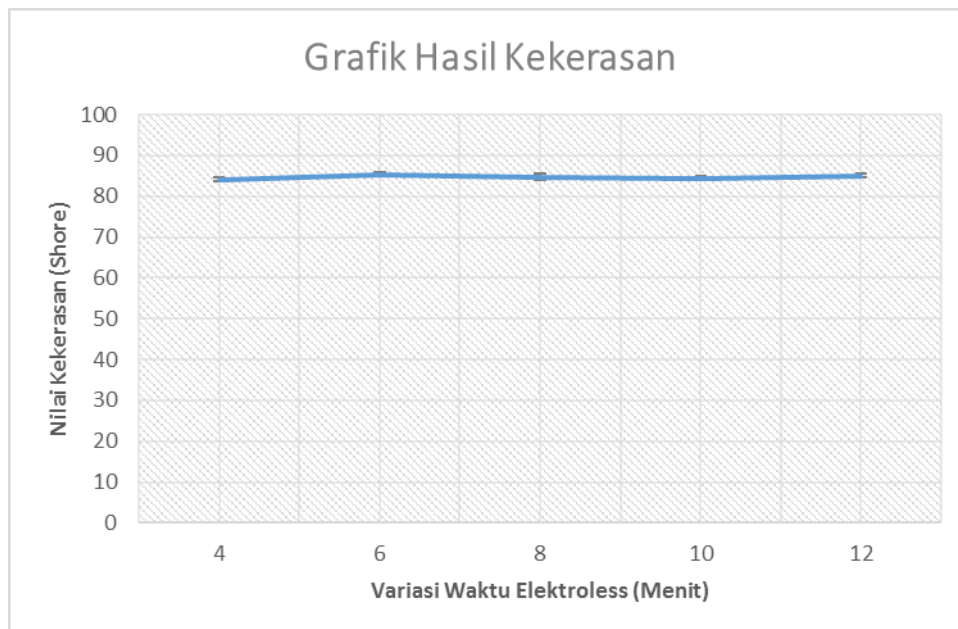
Waktu elektroless(menit)	Nilai Kekasaran (µm)			Rata-rata	Standar Deviasi
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		
4	0,55	1,07	0,5	0,70	0,31
6	0,68	0,46	0,72	0,62	0,14
8	0,41	0,5	0,42	0,44	0,04
10	0,32	0,49	0,37	0,39	0,08
12	0,45	0,29	0,27	0,33	0,09

Pada Gambar 4.2 terlihat penurunan kekasaran pada spesimen yang berasal dari pengaruh waktu elektroless. Terlihat pada waktu elektroless 4 menit memiliki nilai kekasaran sebesar 0,70 µm. Hal yang berbeda terlihat pada nilai kekasaran spesimen dengan waktu 10 menit sebesar 0,39 µm . Begitu juga pada spesimen dengan waktu 12 menit memiliki nilai kekasaran sebesar 0,33 µm lebih kecil dari spesimen dengan waktu 10 menit, Penurunan kekasaran yang tidak terlalu jauh terjadi pada spesimen dengan variasi waktu 8,10, dan 12. Nilai kekasaran yang paling kecil dimiliki oleh spesimen dengan variasi waktu 12 menit dan nilai yang paling besar dimiliki oleh spesimen dengan variasi waktu 4 menit.

Dari grafik pada Gambar 4.2 didapat nilai kekasaran permukaan yang menurun dimulai dari penurunan nilai kekasaran permukaan antara spesimen dengan waktu variasi 4 menit sampai spesimen dengan variasi waktu 12 menit. Berdasarkan penurunan nilai kekasaran permukaan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa 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.

4.3 Hasil dan pembahasan uji kekerasan

Nilai kekerasan yang dihasilkan selama perlakuan variasi waktu elektroless tidak dapat mempengaruhi dari kekuatan material itu sendiri. Spesimen diuji menggunakan alat uji *Shore Hardness Tester Type D* . Pada Gambar 4.3 dan Tabel 4.2 di bawah ini mempresentasikan perubahan nilai kekerasan pada spesimen yang di variasi.



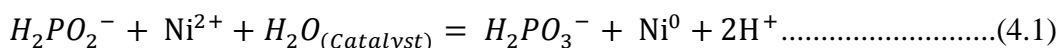
Gambar 4.3 Grafik pengaruh variasi waktu elektroless terhadap uji kekerasan

Tabel 4.2 Tabel hasil pengujian kekerasan

Waktu	Nilai Kekerasan (Shore)					Kekerasan Rata-Rata	Standar Deviasi
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5		
4 menit	84	84	83,5	84,5	84,5	84,1	0,418
6 menit	85,5	84,5	85,5	85,5	86	85,4	0,547
8 menit	85,5	85	85	84,5	83,5	84,7	0,758
10 menit	85	84,5	84,5	84,5	83,5	84,4	0,547
12 menit	84,5	85	85,5	85,5	84,5	85	0,5

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat spesimen dengan waktu variasi 4 menit dengan nilai kekerasan rata-rata 84,1 shore. Lalu pada variasi 6 menit nilai kekerasan meningkat menjadi 85,4 shore. Selanjutnya pada variasi waktu 8 menit nilai kekerasan menurun menjadi 84,9 shore. Pada variasi 10 menit nilai kekerasan menurun lagi menjadi 84,4 shore. Lalu meningkat lagi pada variasi 12 menit dimana nilai kekerasan menjadi 84,5 shore. Dari Tabel 4.2 di atas dapat dilihat nilai kekerasan tertinggi terjadi pada variasi waktu 6 menit, dan nilai kekerasan terendah terjadi pada variasi waktu 4 menit.

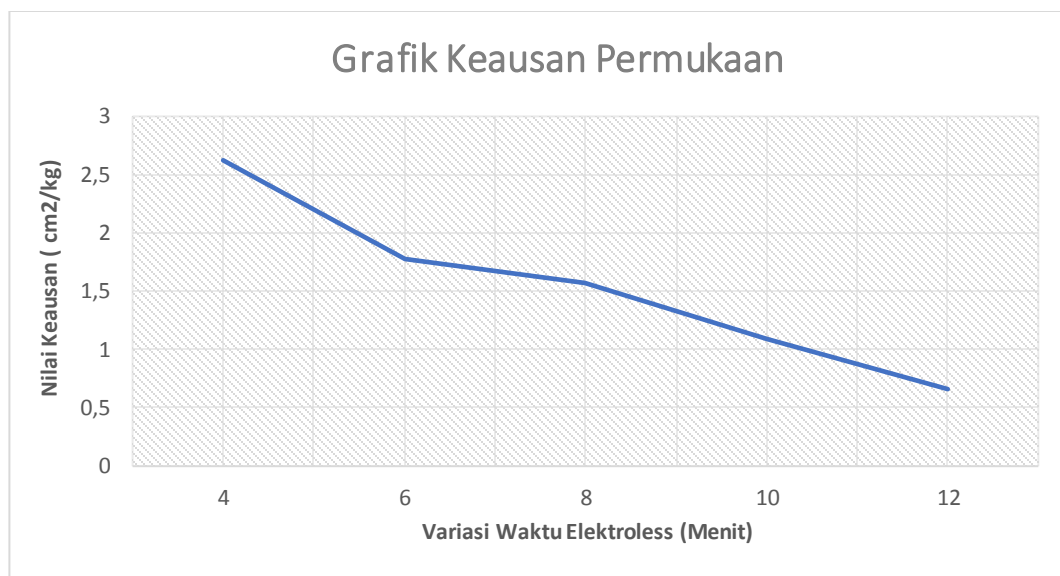
Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa variasi waktu elektroless tidak berpengaruh terhadap kekerasan yang terjadi pada spesimen yang diuji, hal ini dikarenakan fungsi dari proses elektroless hanya merubah lapisan menjadi konduktor. Menurut Santhiarsa (2016) Proses elektroless menghasilkan lapisan logam 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). Reaksi reduksi terbentuknya lapisan logam dipermukaan benda kerja akibat adanya bahan reduktor dalam larutan elektroless nikel adalah :



Dari reaksi kimia tersebut diketahui bahwa terbentuknya lapisan nikel dari proses elektroless nikel dapat terjadi jika permukaan plastik ABS bersifat katalis, reaksi lainnya adalah terbentuknya gas hydrogen dan lapisan elektroless nikel yang dihasilkan merupakan paduan dari Ni dan P.

4.4 Hasil dan pembahasan uji keausan

Setelah dilakukan uji keausan pada spesimen 4,6,8,10, dan 12 menit dengan mesin uji *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing 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. Didapat hasil seperti pada Gambar 4.4 dan Tabel 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.4 Grafik pengaruh variasi waktu elektroless terhadap uji keausan

Keausan spesifik (W_s) 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 3 titik pada tiap spesimen dimana 38 strip setiap 1 mm dari spesimen. Nilai keausan spesifik didapatkan dengan menggunakan persamaan 4.1 di bawah ini.

Rumus nilai keausan spesifik dapat diperoleh dari :

$$W_s = \frac{B \cdot B_o^3}{8 \cdot r \cdot P_o \cdot l_o} \dots \dots \dots (4.1)$$

Dimana : B = lebar disk (mm)

B_o = lebar keausan pada benda uji (mm)

r = jari-jari (mm)

P_o = beban tekan (kg)

l_o = jakar tempuh dari proses pengausan (mm)

Tabel 4.3 Tabel hasil uji keausan

Waktu	Strip	B_o (mm)	B (mm)	r (mm)	P_o (kg)	l_o (mm)	W_s (cm ² /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						

Dari data hasil pengujian pada Tabel 4.3 di atas dapat diketahui nilai keausan spesimen semakin mengecil, spesimen dengan variasi waktu 4 menit memiliki nilai keausan sebesar 2,62 cm²/kg, lalu spesimen dengan variasi waktu 6 menit memiliki nilai 1,77 cm²/kg, selanjutnya spesimen dengan variasi waktu 8 menit memiliki nilai 1,56 cm²/kg, begitu juga dengan spesimen dengan variasi waktu 10 menit memiliki nilai 1,08 cm²/kg, dan spesimen dengan variasi waktu 12 menit memiliki nilai 0,66 cm²/kg.

Dilihat dari Gambar 4.4 di atas, spesimen yang memiliki nilai keausan paling tinggi adalah spesimen dengan variasi waktu 4 menit yaitu sebesar 2,62 cm²/kg, sedangkan spesimen yang memiliki nilai keausan paling rendah adalah

spesimen dengan variasi waktu 12 menit yaitu sebesar $0,66 \text{ cm}^2/\text{kg}$, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa 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.

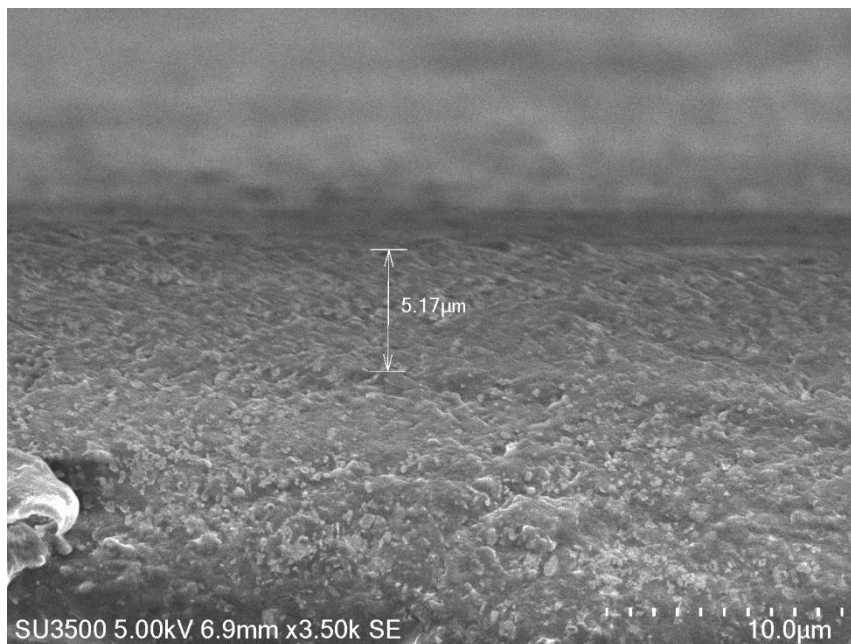
4.5 Hasil dan pembahasan uji ketebalan

Pengujian ketebalan dilakukan dengan dua metode pengujian yaitu, metode pengujian ketebalan SEM dan metode pengujian ketebalan mikro.

4.5.1 Pengujian Ketebalan SEM

Pengujian dilakukan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilaksanakan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Gunung Kidul, Yogyakarta. Pengujian SEM dilakukan untuk melihat struktur mikro pada lapisan permukaan plastik ABS. Pengujian ini dilakukan dengan perbesaran 3500 kali. Hasil pengujian foto SEM sebagai berikut:

1. Foto SEM pada spesimen variasi 12 menit menghasilkan ketebalan sebesar $5,17 \mu\text{m}$. Seperti di tunjukan pada Gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.5 Foto SEM variasi 12 menit sebesar $5,17 \mu\text{m}$.

4.5.2 Pengujian Ketebalan Mikro

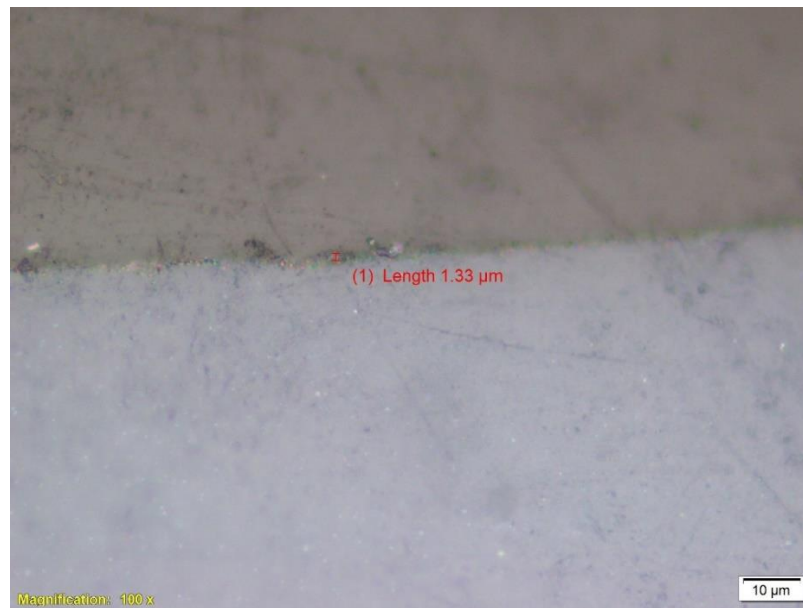
Pengujian ketebalan dilakukan menggunakan alat *Metallurgical Microscope Olympus BX53M*, spesimen yang dilakukan pengujian harus terlebih dahulu diberi resin untuk mempermudah pengambilan gambar, setiap variasi spesimen dibagi menjadi 4 bagian dan diberi resin. Contoh spesimen yang sudah diberi resin seperti yang terlihat pada Gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Spesimen yang sudah diresin

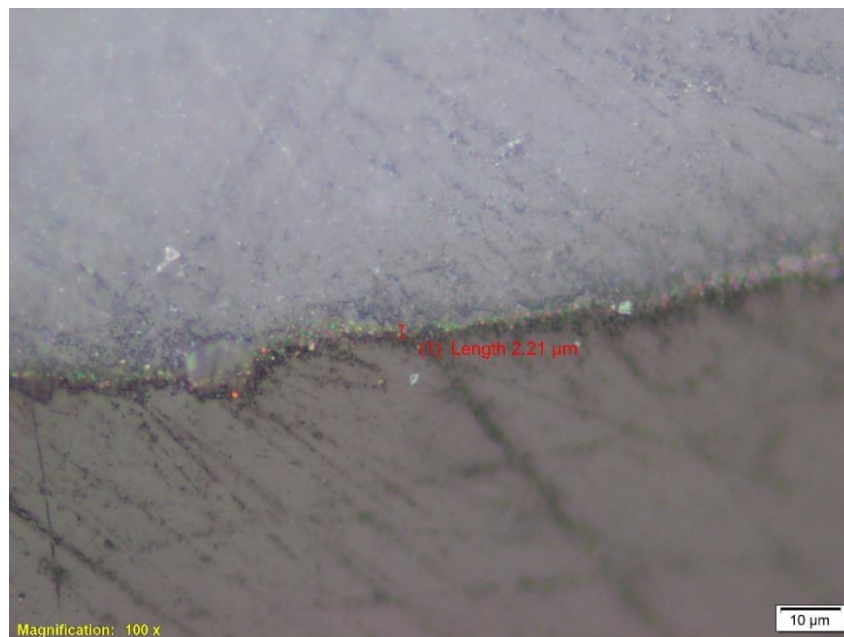
Semua spesimen variasi waktu dari 4,6,8,10, dan 12 menit dilakukan pengujian ketebalan mikro, setiap spesimen yang di uji di ambil data 3 titik dan diambil nilai rata-rata. Hasil foto mikro spesimen sebagai berikut :

1. Spesimen dengan variasi waktu 4 menit diambil data 3 titik dengan nilai (1,33 μm , 1,21 μm , 1,33 μm), dan diambil nilai rata-rata sebesar 1,29 μm . Contoh seperti pada Gambar 4.7 di bawah ini.



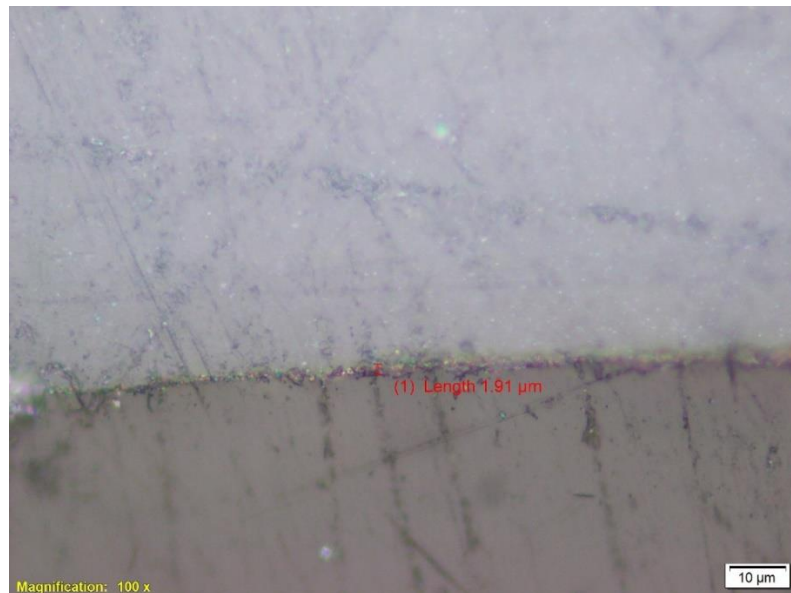
Gambar 4.7 Hasil uji ketebalan mikro spesimen waktu 4 menit sebesar 1,33 μm .

2. Spesimen dengan variasi waktu 6 menit diambil data 3 titik dengan nilai (2,43 μm , 2,21 μm , 1,25 μm), dan diambil nilai rata-rata sebesar 1,97 μm . Contoh seperti pada Gambar 4.8 di bawah ini.



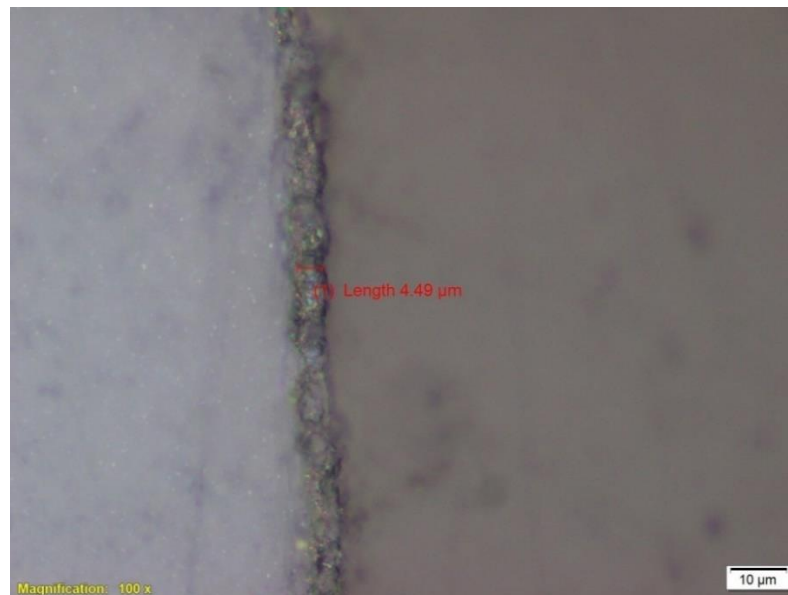
Gambar 4.8 Hasil uji ketebalan mikro spesimen waktu 6 menit sebesar 2,21 μm .

3. Spesimen dengan variasi waktu 8 menit diambil data 3 titik dengan nilai (2,65 μm , 1,91 μm , 1,69 μm), dan diambil nilai rata-rata sebesar 2,08 μm . Contoh seperti pada Gambar 4.9 di bawah ini.



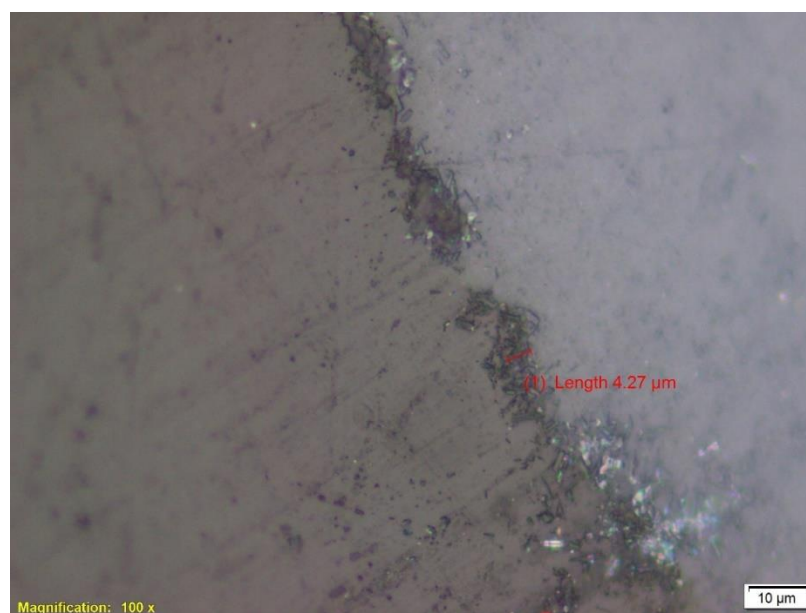
Gambar 4.9 Hasil uji ketebalan mikro spesimen waktu 8 menit sebesar 1,91 μm .

4. Spesimen dengan variasi waktu 10 menit diambil data 3 titik dengan nilai (4,20 μm , 1,33 μm , 4,49 μm), dan diambil nilai rata-rata sebesar 3,34 μm . Contoh seperti pada Gambar 4.10 di bawah ini.



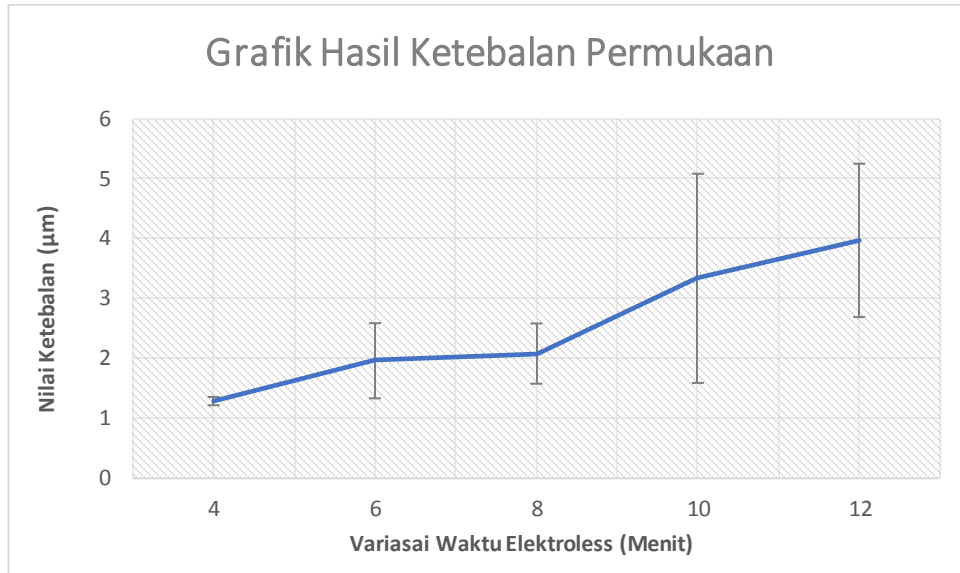
Gambar 4.10 Hasil uji ketebalan mikro spesimen waktu 10 menit sebesar 4,49 μm .

5. Spesimen dengan variasi waktu 10 menit diambil data 3 titik dengan nilai (5,08 μm , 2,57 μm , 4,27 μm), dan diambil nilai rata-rata sebesar 2,98 μm . Contoh seperti pada Gambar 4.11 di bawah ini.



Gambar 4.11 Hasil uji ketebalan mikro spesimen waktu 12 menit sebesar 4,27 μm .

Berikut adalah grafik hasil uji ketebalan mikro semua variasi spesimen, seperti pada Gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4.12 Grafik pengaruh variasi waktu elektroless terhadap uji ketebalan.

Tabel 4.4 Tabel hasil uji ketebalan

Waktu elektroless(menit)	Nilai Ketebalan (µm)			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

Dari Grafik dan Tabel di atas dapat dilihat ketebalan dari spesimen variasi waktu 4 menit memiliki nilai ketebalan 1,29 µm, selanjutnya spesimen dengan variasi waktu 6 menit memiliki nilai ketebalan 1,97 µm, lalu spesimen dengan variasi waktu 8 menit memiliki nilai ketebalan 2,08 µm, begitu juga dengan spesimen variasi waktu 10 menit memiliki nilai ketebalan 3,34 µm, dan spesimen dengan variasi waktu 12 menit memiliki nilai ketebalan 3,98 µm.

Merujuk pada Santhiarsa (2016) melakukan penelitian pelapisan elektroless nikel dengan waktu 5,10,15 menit dan dengan suhu 30°C, 40 °C, 50 °C. Yang mana menghasilkan ketebalan terendah terdapat pada proses elektroless

dengan temperatur 30°C, waktu elektroless 5 menit dengan ketebalan sebesar 2,29 μm dan ketebalan tertinggi terdapat pada proses elektroless dengan temperatur 50°C, waktu elektroless 15 menit dengan ketebalan sebesar 4,79 μm .

Dapat disimpulkan hasil pengujian ketebalan mikro cenderung meningkat sesuai dengan lamanya waktu yang divariasikan, nilai ketebalan yang terendah dimiliki oleh spesimen dengan variasi waktu 4 menit yaitu sebesar 1,29 μm lalu nilai ketebalan yang tertinggi dimiliki oleh spesimen dengan variasi waktu 12 menit yaitu sebesar 3,98 μm . Hal ini berbanding lurus dengan hasil uji ketebalan SEM yang mana pada variasi waktu 12 menit menghasilkan ketebalan maksimal sebesar 5,22 μm dan ketebalan terendah sebesar 5,17 μm . Menurut Santhiarsa (2016) bahwa semakin lama waktu elektroless maka ketebalan lapisan juga meningkat. Lama waktu elektroless akan mempengaruhi banyaknya logam nikel yang terikat pada permukaan plastik yang telah dilapisi paladium. Selain waktu elektroless, temperatur juga mempengaruhi ketebalan lapisan dimana dengan menggunakan temperatur yang lebih tinggi menghasilkan lapisan yang lebih tebal dibandingkan dengan menggunakan temperatur lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh laju reaksi yang semakin cepat jika temperatur dinaikkan.

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan jika 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.