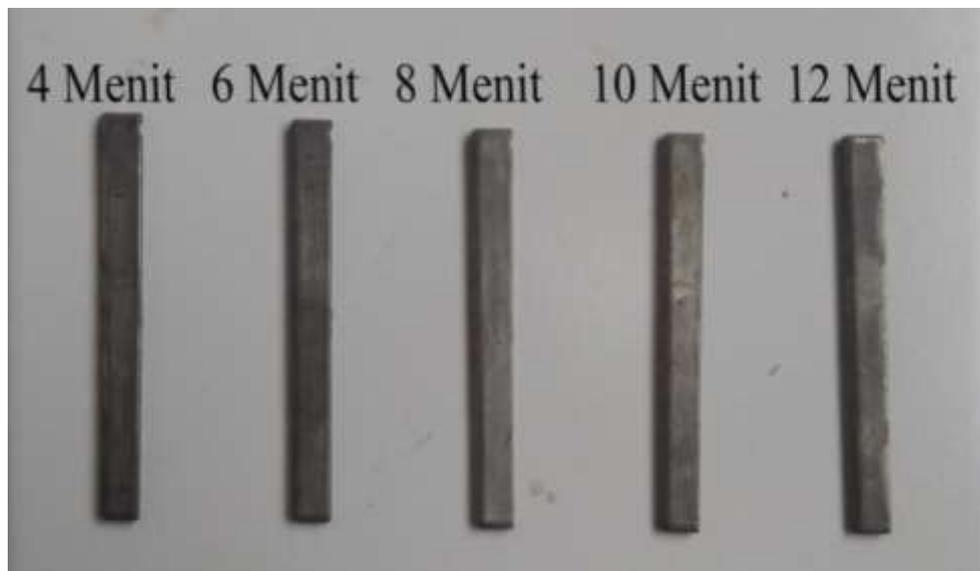


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil *Elektroless Plating*

Spesimen plastik ABS yang telah dilakukan dilapisi nikel dengan metode *elektroless nikel plating* memiliki pengaruh terhadap permukaan sesuai dengan variasi yang digunakan. Pada penelitian ini, variasi yang digunakan yaitu waktu aktivasi palladium 4 menit, 6 menit, 8 menit, 10 menit dan 12 menit. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Hasil pelapisan nikel dari spesimen plastik ABS dengan metode *elektroless nikel plating*

### 4.2. Hasil dan Pembahasan Kekasaran lapisan *Elektroless* Nikel

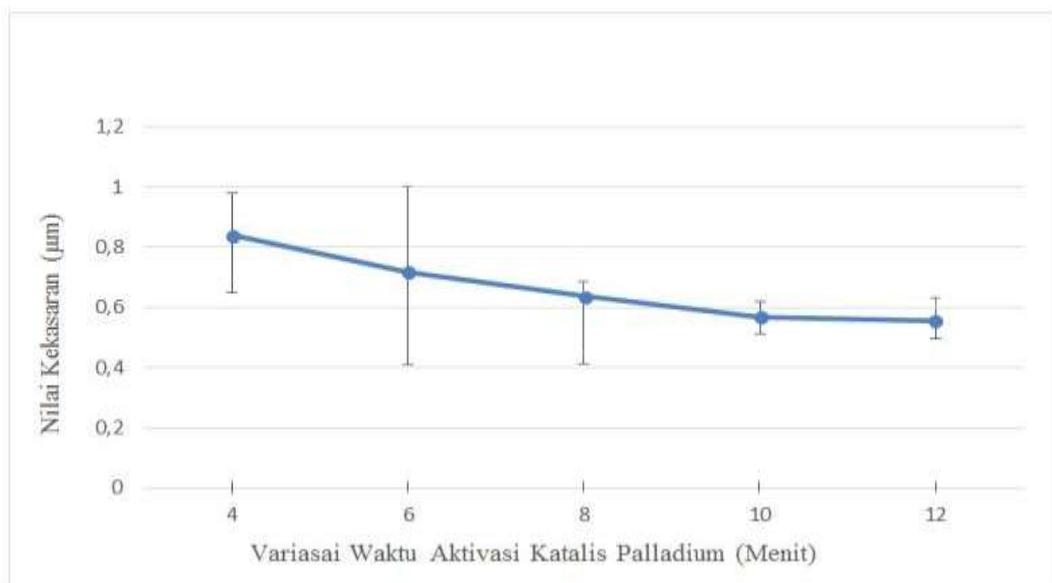
Pada pengujian kekasaran permukaan lapisan menggunakan alat *Roughness Tester*. Setiap spesimen diuji kekasarannya masing – masing sebanyak 3 titik. Pengujian dilakukan spesimen dari masing – masing variasi waktu aktivasi katalis palladium pada proses *elektroless nikel plating*. Pengujian kekasaran dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran spesimen pada proses *elektroless nikel plating*, dari 3 titik yang digunakan untuk pengujian selanjutnya diambil rata – rata nilai kekasaran dari masing – masing spesimen yang telah diuji. Pengujian ini

dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

**Tabel 4.1** Hasil pengujian kekasaran permukaan

Waktu Aktivasi Katalis Palladium (Menit)	Nilai Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )			Rata-rata	Standar Deviasi
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		
4	0,986	0,704	0,832	0,840	0,141
6	1,027	0,63	0,492	0,716	0,277
8	0,791	0,441	0,683	0,638	0,179
10	0,505	0,591	0,606	0,567	0,054
12	0,593	0,588	0,488	0,556	0,059

Dari Tabel 4.1 nilai kekasaran diatas kemudian dikonversi menjadi grafik hubungan antara nilai kekasaran permukaan plastik ABS terhadap variasi waktu aktivasi katalis palladium pada proses *elektroless nikel plating* yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2.** Grafik hasil pengujian kekasaran permukaan

Gambar 4.2 diatas menunjukkan hubungan antara waktu aktivasi katalis palladium pada *elektroless plating* dengan variasi waktu palladium 4 menit, 6

menit, 8 menit, 10 menit, 12 menit, terhadap nilai kekasaran plastik ABS. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai kekasaran rata-rata pada waktu aktivasi katalis palladium 4 menit sebesar 0,840  $\mu\text{m}$ . Setelah diproses dengan waktu aktivasi katalis palladium 6 menit didapat nilai kekasaran rata-rata sebesar 0,716  $\mu\text{m}$ . Selanjutnya kekasaran rata-rata pada waktu aktivasi katalis palladium 8 menit menghasilkan kekasaran rata-rata sebesar 0,638  $\mu\text{m}$ . Lalu pada waktu aktivasi katalis palladium 10 menit menghasilkan nilai kekasaran rata-rata sebesar 0,567  $\mu\text{m}$ . Dan pada waktu aktivasi katalis palladium 12 menit menghasilkan nilai kekasaran rata-rata sebesar 0,556  $\mu\text{m}$ . Sehingga nilai kekasaran tertinggi pada proses *elektroless nikel plating* sebesar 0,840  $\mu\text{m}$  pada waktu aktivasi katalis palladium 4 menit dan nilai kekasaran paling rendah pada waktu aktivasi katalis palladium 12 menit sebesar 0,556  $\mu\text{m}$ .

Mengacu pada (Alawy, 2017) dalam penelitiannya mengatakan suhu proses pelapisan dan *pre-treatment* akan mempengaruhi kekasaran lapisan yang dihasilkan pada proses *elektroless nikel plating*.

Dari hasil pengujian kekasaran yang ditampilkan pada grafik diatas bahwa pengaruh variasi aktivasi katalis palladium menyebabkan ion – ion yang menempel pada permukaan plastik bervariasi, dimana nilai kekasaran turun dari waktu aktivasi katalis palladium 4 sampai 12 menit. Hal ini dikarenakan proses aktivasi mempengaruhi banyaknya logam nikel yang dapat terdeposisi kepermukaan plastik, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses *pre-treatment* yang baik serta suhu proses pelapisan berada dalam rentang suhu yang dianjurkan akan membuat ion – ion nikel pada larutan *elektroless nikel plating* menempel dengan maksimal pada permukaan plastik ABS.

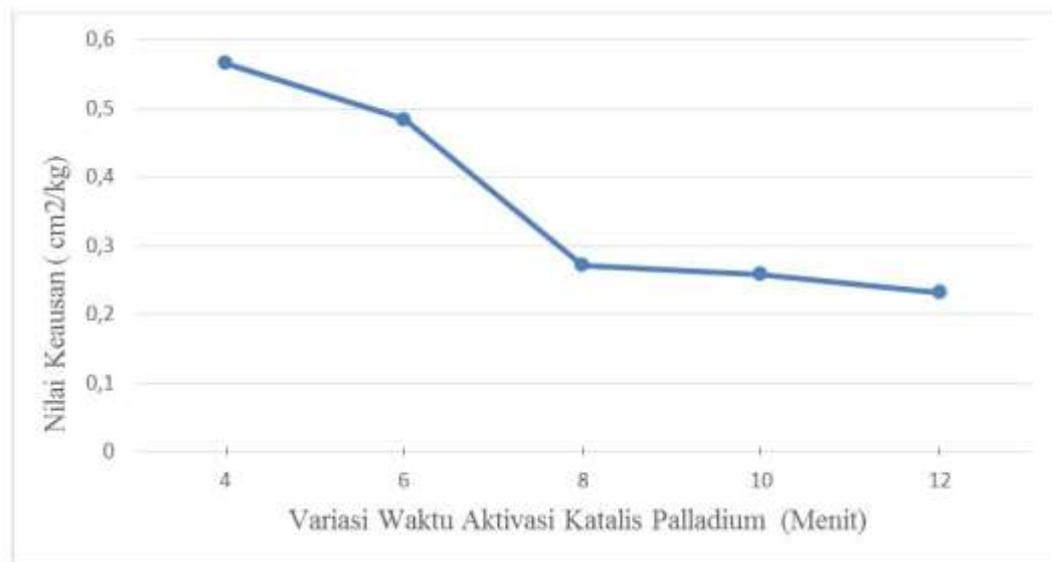
#### **4.3. Hasil dan Pembahasan Keausan lapisan *Elektroless* Nikel**

Pengujian keausan dilakukan dengan mesin uji Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U) dengan lebar piringan pengausan 3 mm, jari – jari pengaus 13 mm, beban tekan pengausan 2.12 kg, jarak tempuh proses pengausan 66.6 mm, dalam waktu 30 detik.

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 38 strip untuk 1 mm dari masing – masing spesimen.

**Tabel 4.2** Hasil pengujian keausan permukaan

Waktu Aktivasi Katalis Palladium (Menit)	Strip	Bo (mm)	B (mm)	r (mm)	Po (kg)	lo (mm)	$W_s$ ( $cm^2/kg$ )
4	30	0,684	3	15	2,12	6,66	0,566
	25						
	23						
6	23	0,649	3	15	2,12	6,66	0,484
	25						
	26						
8	13	0,535	3	15	2,12	6,66	0,271
	28						
	20						
10	14	0,526	3	15	2,12	6,66	0,257
	23						
	23						
12	18	0,508	3	15	2,12	6,66	0,232
	22						
	18						



**Gambar 4.3.** Grafik hasil pengujian keausan permukaan

Gambar 4.3 terlihat grafik nilai keausan permukaan spesimen mengalami penurunan seiring dengan semakin lamanya proses waktu aktivasi katalis palladium. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai keausan rata – rata waktu aktivasi palladium 4 menit sebesar  $0,566 cm^2/kg$ . Setelah diproses dengan waktu aktivasi palladium 6 menit didapatkan nilai keausan rata – rata sebesar  $0,484 cm^2/kg$ . Selanjutnya nilai keausan rata – rata pada waktu aktivasi palladium 8 menit menghasilkan keausan sebesar  $0,271 cm^2/kg$ . Lalu pada waktu aktivasi palladium 10 menit menghasilkan nilai keausan rata – rata sebesar  $0,257 cm^2/kg$ . Dan pada waktu aktivasi palladium 12 menit menghasilkan nilai keausan rata – rata sebesar  $0,232 cm^2/kg$ .

Dilihat pada Gambar 4.3 dapat dilihat dalam bentuk grafik keausan yang menunjukkan perbedaan nilai keausan spesifikasi dari semua variasi spesimen. Pada pelapisan yang menggunakan waktu aktivasi palladium 12 menit menghasilkan ketahanan aus yang paling tinggi dengan nilai keausan  $0,232 cm^2/kg$ . Sedangkan ketahanan aus yang paling rendah dihasilkan oleh pelapisan yang menggunakan waktu aktivasi palladium 4 menit dengan nilai keausan  $0,566 cm^2/kg$ . Semakin lama waktu aktivasi palladium semakin banyak palladium yang menempel pada permukaan plastik. Menurut (Krulik, 1982) katalis palladium

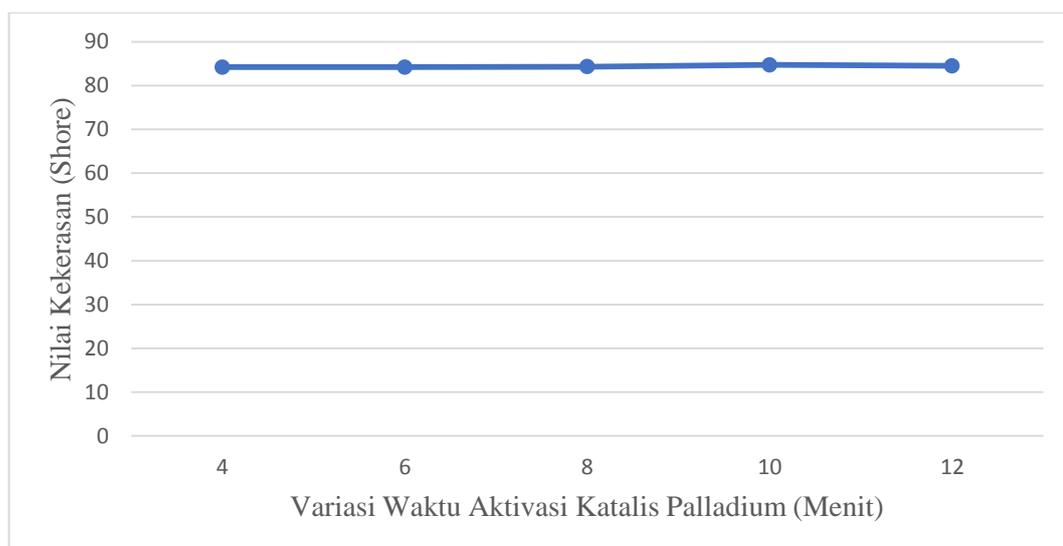
bertindak sebagai aktivator sehingga pada saat *elektroless* palladium akan mengikat nikel dengan maksimal dan menjadikan plastik lebih tahan gesekan.

#### 4.4. Hasil dan Pembahasan Kekerasan lapisan *Elektroless* Nikel

Pada pengujian kekasaran ini, alat yang digunakan adalah *Shore Hardness Tester* tipe D. Masing-masing spesimen dilakukan pengambilan sampel sebanyak 5 titik setiap spesimen. Pengujian dilakukan pada spesimen dari masing – masing variabel waktu aktivasi katalis palladium yaitu 4 menit, 6 menit, 8 menit, 10 menit, 12 menit.

**Tabel 4.3** Hasil pengujian kekerasan

Waktu Aktivasi Katalis Palladium (Menit)	Nilai kekerasan ( <i>Shore</i> )					Kekerasan Rata-Rata	Standar Deviasi
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5		
4	84,5	83,5	84,5	84	84,5	84,2	0,447
6	84,5	84,5	83,5	84,5	84	84,2	0,447
8	84,5	84,5	83,5	84	85	84,3	0,570
10	84,5	84,5	85	85	84,5	84,7	0,273
12	84	85	85	85	83,5	84,5	0,707



**Gambar 4.4.** Grafik hasil pengujian kekerasan

Tabel 4.3 diatas menunjukkan hubungan antara waktu aktivasi katalis palladium pada *elektroless plating* dengan variasi waktu 4 menit, 6 menit, 8 menit, 10 menit, 12 menit, terhadap nilai kekerasan plastik ABS. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai kekerasan rata – rata pada waktu aktivasi katalis palladium 4 menit sebesar 84,2 *shore*. Setelah diproses dengan waktu 6 menit didapatkan nilai kekerasan rata – rata sebesar 84,2 *shore*. Selanjutnya kekerasan rata – rata pada waktu 8 menit menghasilkan kekerasan rata – rata sebesar 84,3 *shore*. Lalu pada waktu 10 menit menghasilkan kekerasan rata – rata sebesar 84,7 *shore*. Dan pada waktu 12 menit menghasilkan nilai kekerasan rata – rata sebesar 84,5 *shore*.

Dari grafik hasil pengujian kekerasan pada Gambar 4.4 hasil kekerasan tertinggi diperoleh dari pelapisan dengan waktu aktivasi palladium 10 menit dan hasil kekerasan terendah diperoleh dari pelapisan dengan waktu aktivasi palladium 4 dan 6 menit. Maka dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa variasi waktu aktivasi palladium tidak berpengaruh terhadap kekerasan spesimen, hal ini dikarenakan fungsi dari proses aktivasi palladium adalah untuk menghasilkan permukaan plastik ABS yang bersifat katalis.

#### **4.5. Hasil dan Pembahasan Ketebalan lapisan *Elektroless* Nikel**

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

##### **4.5.1. Ketebalan Lapisan *Elektroless* Nikel**

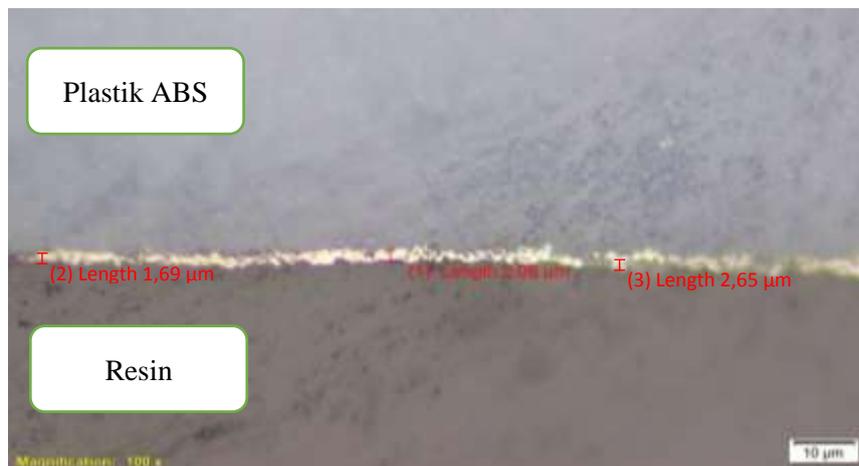
Pengujian lapisan mikro ini dilakukan untuk mengetahui ketebalan dan rekatan yang terjadi pada lapisan nikel terhadap spesimen plastik ABS setelah dilakukan proses *elektroless*. Pengujian ini dilakukan dengan variasi waktu aktivasi katalis palladium 4 menit, 6 menit, 8 menit, 10 menit, dan 12 menit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

1. Foto lapisan mikro dilakukan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 4 menit. Dari 3 titik yang diuji masing-masing menghasilkan ketebalan 1,69  $\mu\text{m}$ , 1,55  $\mu\text{m}$  dan 2,06  $\mu\text{m}$  dengan rata-rata ketebalan 1,76  $\mu\text{m}$ .



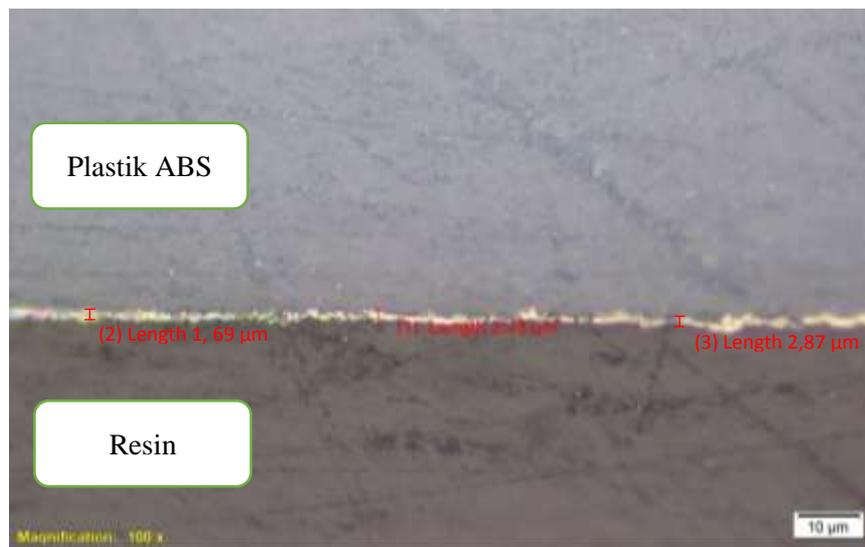
**Gambar 4.5.** Foto struktur lapisan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 4 menit

2. Foto lapisan mikro dilakukan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 6 menit. Dari 3 titik yang diuji masing-masing menghasilkan ketebalan 2,06  $\mu\text{m}$ , 1,69  $\mu\text{m}$  dan 2,65  $\mu\text{m}$  dengan rata-rata ketebalan 2,13  $\mu\text{m}$ .



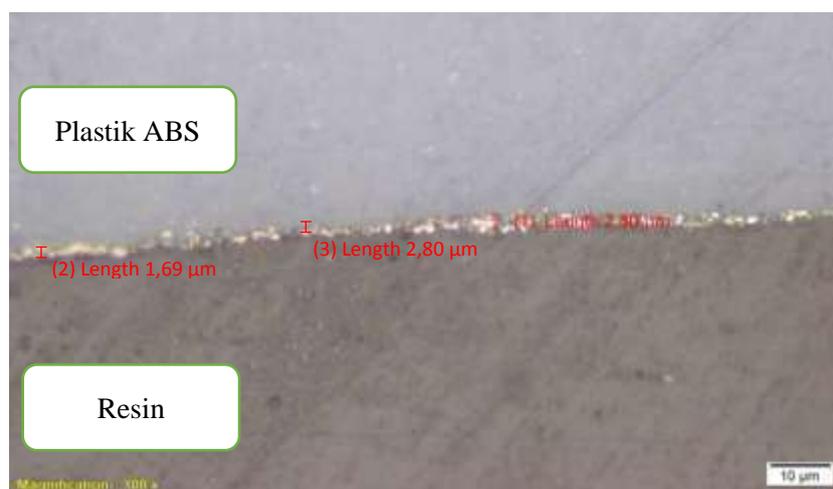
**Gambar 4.6.** Foto struktur lapisan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 6 menit

3. Foto lapisan mikro dilakukan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 8 menit. Dari 3 titik yang diuji masing-masing menghasilkan ketebalan 2,43  $\mu\text{m}$ , 1,69  $\mu\text{m}$  dan 2,87  $\mu\text{m}$  dengan rata-rata ketebalan 2,33  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 4.7.** Foto struktur lapisan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 8 menit

4. Foto lapisan mikro dilakukan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 10 menit. Dari 3 titik yang diuji masing-masing menghasilkan ketebalan 2,80  $\mu\text{m}$ , 1,69  $\mu\text{m}$  dan 2,80  $\mu\text{m}$  dengan rata-rata ketebalan 2,43  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 4.8.** Foto struktur lapisan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 10 menit

5. Foto lapisan mikro dilakukan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 12 menit. Dari 3 titik yang diuji masing-masing menghasilkan ketebalan 2,43  $\mu\text{m}$ , 3,76  $\mu\text{m}$  dan 1,84  $\mu\text{m}$  dengan rata-rata ketebalan 2,67  $\mu\text{m}$ .

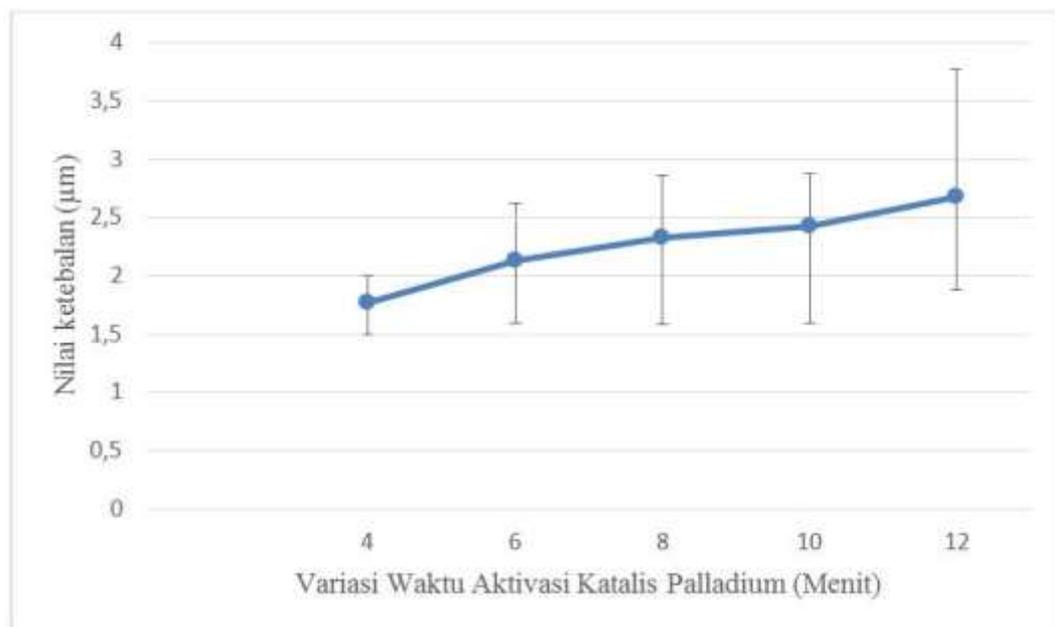


**Gambar 4.9.** Foto struktur lapisan pada spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 12 menit

Dari hasil pengujian ketebalan mikro, data hasil pengujian kemudian dibuat menjadi tabel dan grafik agar dapat dipahami seperti pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.10 dibawah.

Waktu Aktivasi Katalis Palladium (Menit)	Nilai Ketebalan Lapisan ( $\mu\text{m}$ )			Rata-rata	Standar Deviasi
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		
4	2,06	1,55	1,69	1,766	0,263
6	1,69	2,06	2,65	2,133	0,484
8	2,87	1,69	2,43	2,330	0,596
10	2,8	1,69	2,8	2,430	0,640
12	1,84	3,76	2,43	2,676	0,983

**Tabel 4.4** Hasil pengujian ketebalan lapisan nikel



**Gambar 4.10.** Grafik hasil ketebalan rata – rata pengujian struktur lapisan

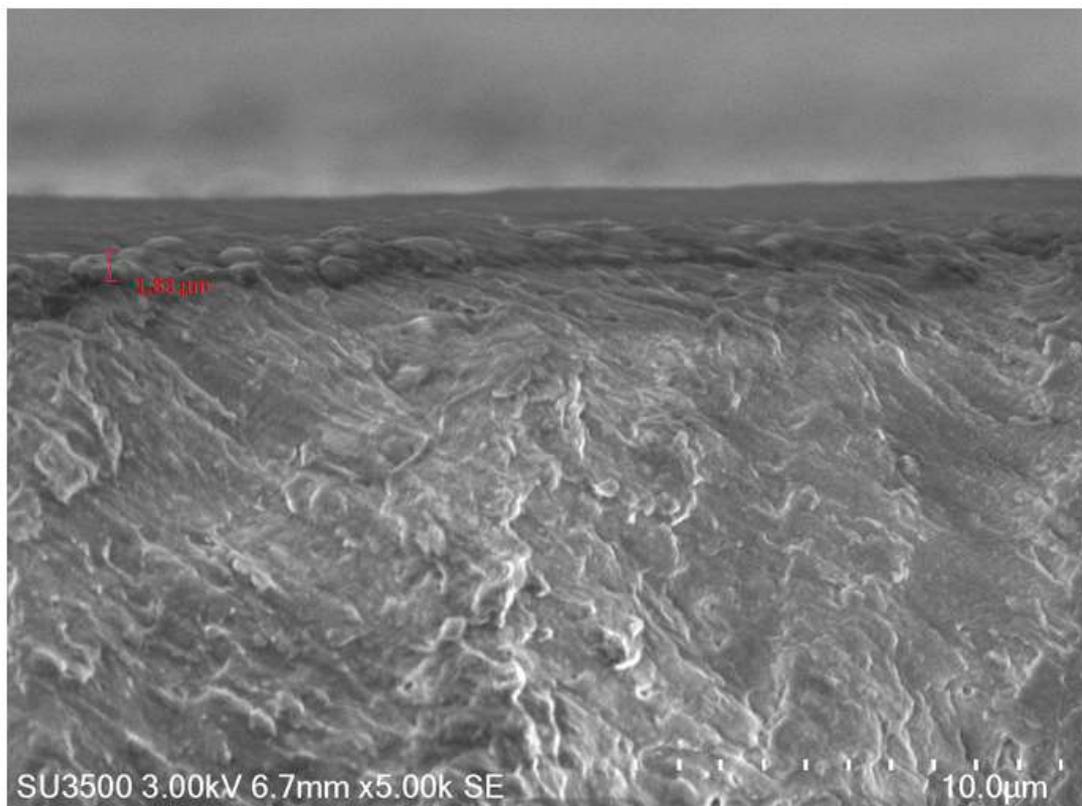
Dari grafik hasil pengujian ketebalan lapisan mikro yang dapat dilihat dari Gambar 4.10, hasil ketebalan lapisan tertinggi diperoleh dari pelapisan dengan waktu aktivasi palladium 12 menit dan hasil ketebalan lapisan terendah diperoleh

dari pelapisan dengan waktu 4 menit. Hal ini dapat disimpulkan variasi waktu aktivasi palladium sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, karena semakin lama waktu aktivasi palladium semakin banyak ion – ion palladium yang menempel pada permukaan plastik ABS dan akan mempengaruhi banyaknya logam nikel yang menempel pada proses *elektroless nikel plating*.

#### 4.5.2 Pengujian SEM

Pengujian SEM ini dilakukan mengetahui ketebalan dan rekatan yang terjadi pada lapisan nikel terhadap spesimen plastik ABS setelah dilakukan proses *elektroless* dengan variasi intensitas waktu aktivasi katalis palladium 4 menit dan 12 menit. Pengujian ini dilakukan dengan perbesaran 2000 kali. Hasil pengujian foto ketebalan SEM sebagai berikut :

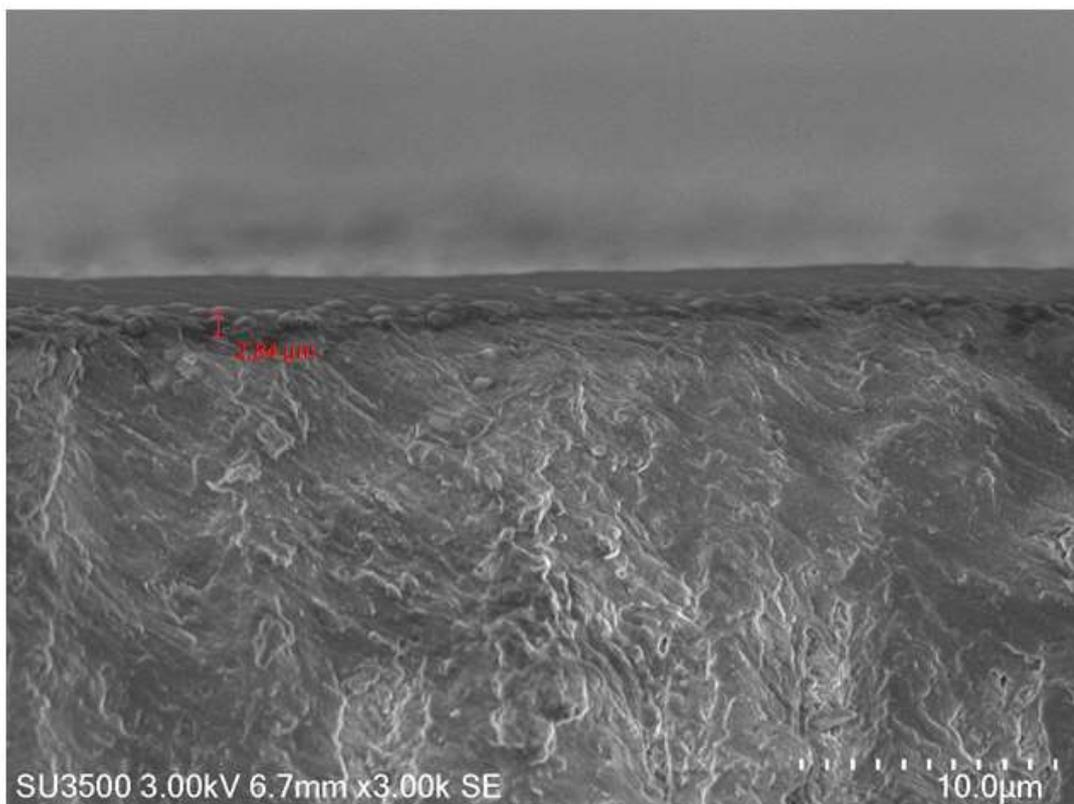
1. Foto ketebalan SEM dilakukan proses *elektroless* dengan waktu aktivasi katalis palladium 4 menit, terlihat lapisan nikel pada permukaan Plastik ABS, ditunjukkan pada Gambar 4.11 dibawah.



**Gambar 4.11.** Hasil pengujian SEM pada waktu aktivasi 4 menit

Dari hasil pengujian SEM untuk spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 4 menit dapat dilihat ketebalan lapisan nikel pada permukaan plastik ABS adalah 1,83  $\mu\text{m}$ . Pada permukaan plastik terlihat masih kotor, ini dikarenakan pembersihan permukaan setelah dilakukan pemotongan spesimen dan pengamplasan masih menyisakan serpihan-serpihan nikel yang menempel pada permukaan plastik.

2. Foto ketebalan SEM dilakukan proses *elektroless* dengan waktu aktivasi katalis palladium 12 menit, terlihat lapisan nikel pada permukaan Plastik ABS, ditunjukkan pada Gambar 4.12 dibawah.



**Gambar 4.12.** Hasil pengujian SEM pada waktu aktivasi 12 menit

Dari hasil pengujian SEM untuk spesimen dengan waktu aktivasi katalis palladium 12 menit dapat dilihat ketebalan lapisan nikel pada permukaan plastik ABS adalah 2,84  $\mu\text{m}$ . 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.

Mengacu Santhiarsa, 2016) yang melakukan penelitian *elektroless* dengan waktu palladium 2 – 10 menit dengan variasi suhu *elektroless* 30<sup>0</sup>, 40<sup>0</sup>, dan 50<sup>0</sup>C dan waktu *elektroless* 5, 10, 15 menit. Dan menghasilkan lapisan tertinggi 4,79  $\mu\text{m}$  pada suhu 50<sup>0</sup>C dengan waktu *elektroless* 15 menit. Dan lapisan terendah 2,29  $\mu\text{m}$  pada suhu 30<sup>0</sup> dengan waktu *elektroless* 5 menit.

Berdasarkan hasil yang didapatkan lapisan tertinggi terjadi pada waktu aktivasi katalis palladium 12 menit dengan 2,84  $\mu\text{m}$  dan lapisan terendah pada 4 menit dengan 1,83  $\mu\text{m}$ . Hasil ini berbanding lurus dengan hasil pengujian ketebalan lapisan mikro karena ketebalan tertinggi dihasilkan pada waktu aktivasi katalis palladium 12 menit dengan hasil rata – rata 2,67  $\mu\text{m}$  dan lapisan terendah pada waktu aktivasi katalis palladium 4 menit dengan hasil rata – rata 1,76  $\mu\text{m}$ . Dapat disimpulkan waktu aktivasi katalis palladium sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan. Karena semakin lama waktu aktivasi akan meningkatkan ketebalan dan mempengaruhi banyaknya logam nikel yang menempel permukaan plastik ABS. Selain itu waktu *elektroless* juga berpengaruh pada ketebalan lapisan, karena semakin lama waktu *elektroless* menjadikan nikel akan lebih banyak menempel pada permukaan plastik ABS. Mengacu pada penelitian ini dan penelitian yang sudah dilakukan lainnya, dianjurkan menggunakan waktu *elektroless* 15 menit untuk menghasilkan lapisan yang lebih maksimal.