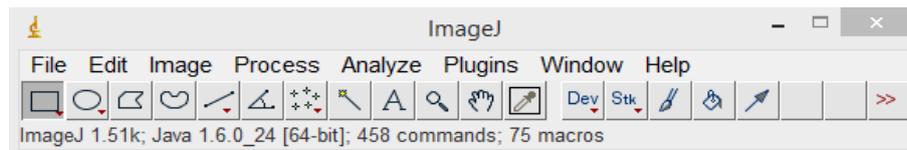


## Lampiran 1. Proses Pengukuran Data Kerusakan Akibat *Thermal Shock*

Proses pengukuran data untuk permukaan spesimen yang rusak akibat *thermal shock* menggunakan *software* bernama *imageJ*. Proses ini sudah mencakup *preprocessing* foto spesimen yang difoto dengan pembesaran 1 : 1. Adapun runtutan proses nya adalah sebagai berikut :

1. Buka *software*, tampilan dasar akan terbuka seperti berikut.



2. Klik File, kemudian klik open dan pilih foto yang ingin diolah, setelah foto dipilih, foto akan terbuka dengan ukuran sesuai pixel yang didapat saat foto diambil. Tampilannya sebagai berikut.

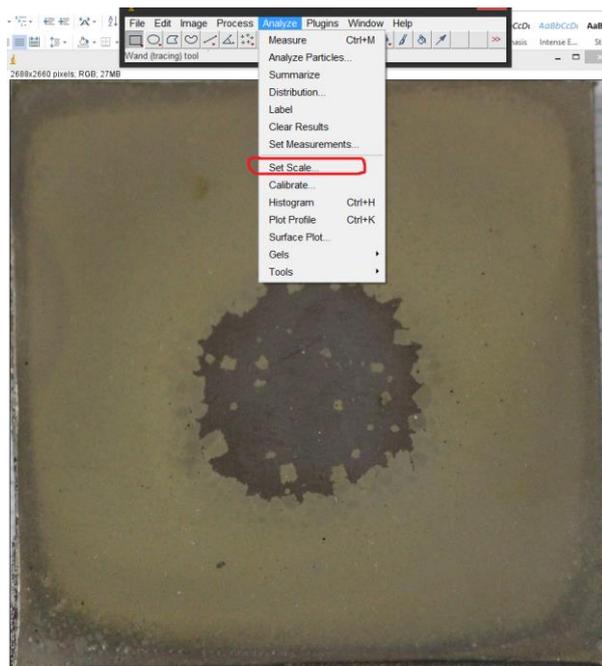


Satuan ukuran yang dipakai saat *imageJ* dibuka pertama kali adalah "unit", dan akan terpasang secara otomatis. Dan foto yang tidak seukuran dengan benda asli.

3. Potong atau *crop* gambar hingga hanya bagian yang perlu di proses saja yang terdisplay pada layar computer anda. Untuk melakukan proses *cropping*, seleksi gambar menggunakan *rectangle tool* (pojok kiri pada *toolbar*), kemudia tekan *ctrl + shift + x* untuk mengeksekusi.



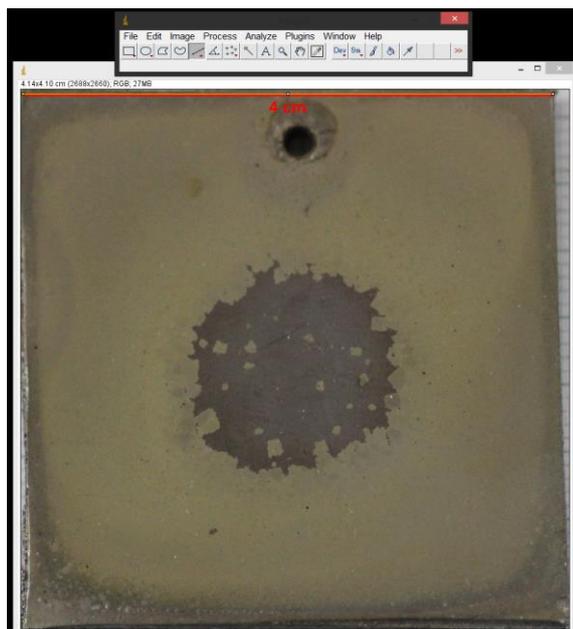
4. Untuk mengganti satuan sesuai dengan ukuran asli, semisal saya ingin mengganti ke ukuran cm dengan resolusi 1 : 1, langkah yang pertama adalah klik *analyze*, kemudia klik *set scale* untuk mengatur skala.



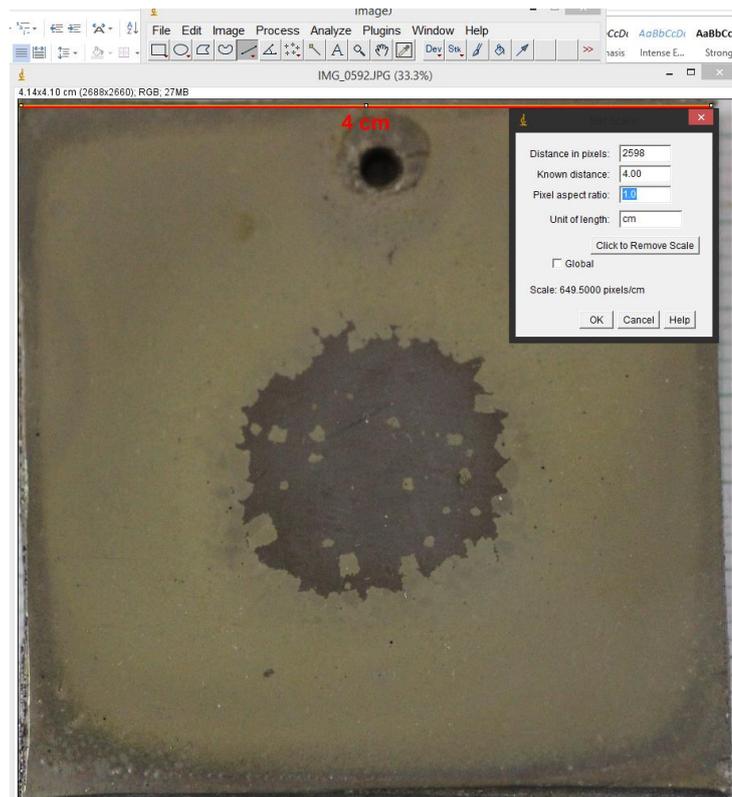
Sesuai namanya, *set scale* berarti memasang satuan atau skala sesuai dengan ukuran asli. Semisal panjang benda saya dalam ukuran asli adalah 4 cm, sedangkan yang ditampilkan oleh *imageJ* adalah *pixel*. Yang pertama dilakukan adalah menarik garis sepanjang panjang melintang dari spesimen menggunakan tool “*straight line*” seperti pada gambar berikut.



Lingkaran merah pada gambar adalah *tool straight line*, kemudian tahan shift dan Tarik garis melintang sepanjang panjang atas spesimen.



Garis tersebut adalah panjang spesimen asli yaitu 4 cm , langkah selanjutnya adalah mengatur skala gambar dengan satuan cm resolusi asli. Setelah diberi garis, tampilan *set scale* akan terbuka, atur ukuran sesuai ukuran asli sebagai berikut.



*Distance in pixel* berarti panjang garis yang ditarik dalam skala pixel atau foto yang ditampilkan *software* berdasarkan resolusi kamera. *Known distance* berarti panjang asli yaitu 4 cm , dan *unit length* adalah satuan yang kita pakai, yaitu cm. Setelah sesuai, klik OK dan satuan sudah terpasang.

5. Proses selanjutnya adalah *preprocessing*, yaitu mengatur elemen dari foto agar mudah dideteksi kerusakan nya menggunakan *thresholding*. Pertama tama ubah foto menjadi 8 bit seperti pada gambar berikut.

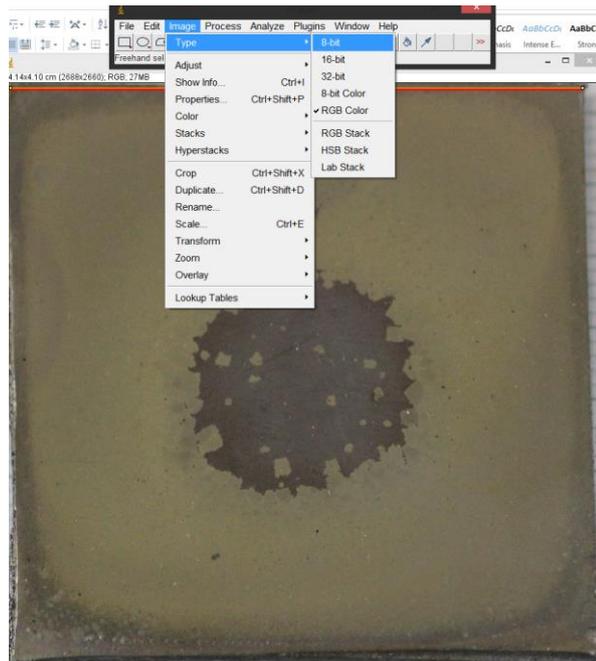
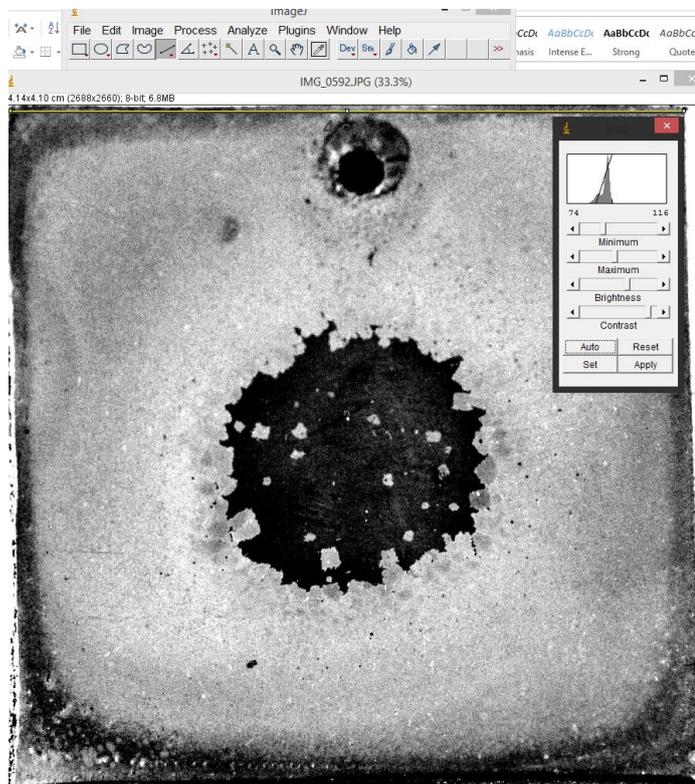
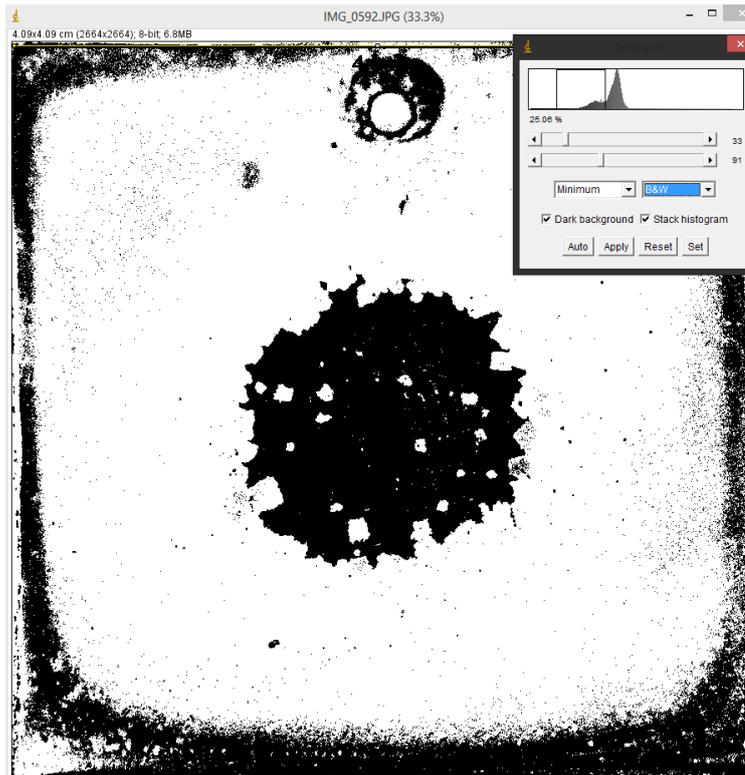


foto akan menjadi hitam putih dengan resolusi yang sedikit lebih kecil. Langkah selanjutnya adalah mengatur brightness/contrast foto menggunakan *shortcut* : *ctrl + shift + C*. kemudian atur B/C sehingga kerusakan terlihat lebih jelas. Contohnya adalah seperti berikut.



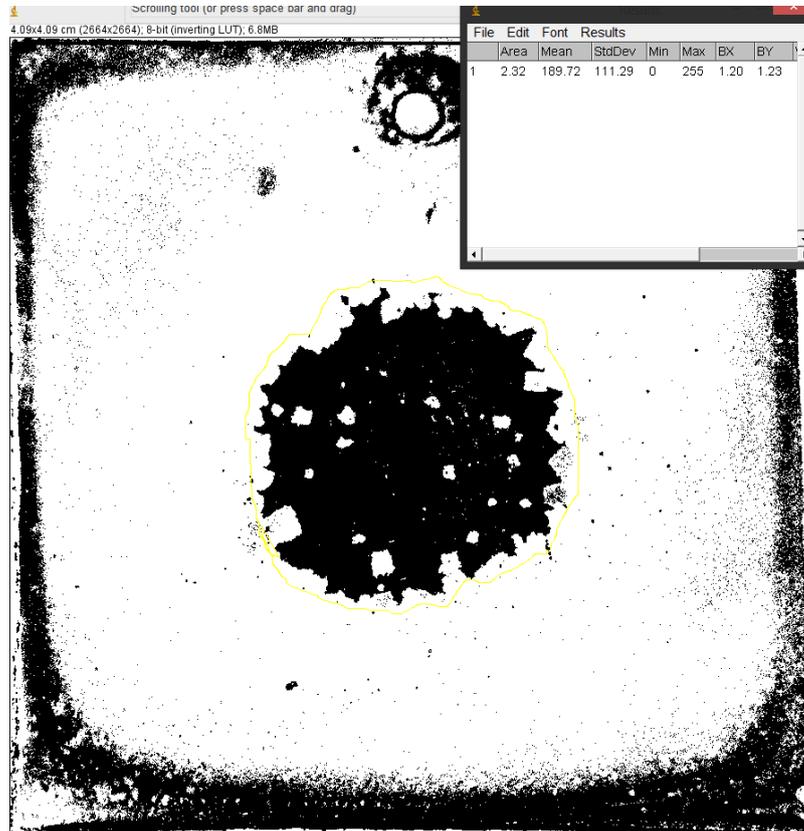
6. Berikut adalah proses *thresholding*, yaitu merubah foto dengan citra warna per pixelasi, dengan menandai elemen yang berbeda dalam satu foto dengan warna yang berbeda. Elemen dalam konteks ini berarti kerusakan. Untuk memulai *thresholding* dapat menggunakan *shortcut* ctrl + shift + T. Setelah itu atur *threshold* sehingga kerusakan berupa *peeling* pada tengah spesimen terdeteksi lebih detail. Contoh nya adalah sebagai berikut.



Dapat dilihat kupasan besar pada bagian tengah berwarna putih dan kupasan crazing disekitarnya berwarna hitam lebih gelap.

7. Setelah mengatur elemen gambar selesai, selanjutnya adalah mengukur area yang mengalami kerusakan. Kekurangan *software* ini adalah tidak bisa mendeteksi dan menseleksi area yang mengalami kerusakan secara otomatis. Oleh karena itu, seleksi dilakukan manual oleh peneliti. Pertama tama yang dilakukan adalah memilih *free line tool* yang disediakan *software*, dan kemudian mulai menseleksi area kerusakan yang sebaiknya dilakukan sedetail mungkin. Perlambat *mouse* anda agar lebih mudah. Berikut adalah foto setelah selesai di seleksi.

Setelah area yang mengalami kerusakan diseleksi, dilakukan pengukuran dengan satuan cm yang sudah dipasang sebelumnya di proses *scaling*. Untuk cukup dengan shortcut ctrl + M saja. Tampilan setelah diukur adalah sebagai berikut.



Dapat dilihat bahwa hasil pengukuran menunjukkan area yang mengalami kerusakan di area yang diseleksi adalah 2.32 cm<sup>2</sup>. Saat melakukan seleksi disarankan untuk melebihkan area yang diseleksi sedikit, karena tingkat ketepatan *software* tidak sempurna 100%.. Demikian adalah cara untuk mengukur area kerusakan menggunakan software. Untuk mencari persentase kerusakan adalah seperti pada bab 4.

## Lampiran 2. Pengukuran Ketebalan Lapisan Spesimen

Dalam proses elektroplating, salah satu poin utama yang dicari sebenarnya adalah ketebalan lapisan yang terbentuk setelah dilapisi. Tebal lapisan ini bisa diukur menggunakan alat *Dualscope Thickness Coating meter* atau bisa dilakukan secara teoritis menggunakan rumus ketebalan. Berikut adalah proses perhitungan ketebalan lapisan menggunakan rumus yang dilakukan peneliti.

$$V = \frac{\Delta W}{\rho} \dots\dots\dots (I)$$

- Dimana : W = Beda berat (gram)  
ρ = Berat Jenis (gram/cm<sup>2</sup>)  
V = Volume (gram<sup>3</sup>)

Setelah didapatkan volume, selanjutnya mencari volume menggunakan rumus ketebalan sebagai berikut :

$$\text{Ketebalan} = \frac{V}{L} \dots\dots\dots (II)$$

- Dimana : L = luasan spesimen (40 cm<sup>2</sup>)

Berikut adalah tabel data perhitungan ketebalan lapisan dengan rata rata spesimen pervarian. Tanpa rata rata, yang membedakan adalah ukuran spesifik spesimen dan waktu pencelupan.

Waktu Pencelupan (menit)	$\Delta W$ (gram)	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )	Rata rata ketebalan ( $\mu\text{m}$ )
10	0.86	1.561	1.040
	0.39	0.708	
	0.43	0.781	
15	1.28	2.326	2.162
	1.19	2.163	
	1.10	1.999	
20	2.35	4.272	3.756
	2.14	3.890	
	1.71	3.080	

Contoh perhitungan sebagai berikut menggunakan varian 10 menit, memasukan data yang diketahui ke persamaan (I).

$$V = \frac{0.86}{7.64} = 0.11256 \text{ cm}^3$$

Didapatkan volume, kemudian dimasukan ke rumus ketebalan sebagai berikut.

$$\text{ketebalan} = \frac{0.11256}{72} = 1.561 \mu\text{m}$$