

Lampiran A
Contoh Perhitungan

Lampiran A. Contoh perhitungan

1. Perhitungan Temperatur A_1 dan A_3 .

Diketahui:

Komposisi kimia dari bahan:

Perhitungan:

Tabel A. 1 Komposisi Kimia Sampel.

C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	V
0,04541	0,01109	0,19954	0,0263	0,0147	0,0174	0,0011	0,0017

a. Hougardy

$$A_1 = 739 - 22C - 7Mn + 2Si + 14Cr + 13Mo - 13Ni$$

$$A_1 = 739 - 22(0,04541) - 7(0,19954) + 2(0,01109) + 14(0,0174) + 13(0,0011) - 13(0,0147)$$

$$A_1 = 739 - 0,99902 - 1,39678 + 0,02218 + 0,2436 + 0,0143 - 0,1911$$

$$A_1 = 736,69318^\circ\text{C}$$

$$A_3 = 902 - 255C - 11Mn + 19Si - 5Cr + 13Mo - 20Ni + 55V$$

$$A_3 = 902 - 255(0,04541) - 11(0,19954) + 19(0,01109) - 5(0,0174) + 13(0,0011) - 20(0,0147) + 55(0,0017)$$

$$A_3 = 902 - 10,21725 - 2,19494 + 0,21071 - 0,087 + 0,0143 - 0,294 + 0,0935$$

$$A_3 = 889,52532^\circ\text{C}$$

b. Trzaska

$$A_1 = 739 - 22,8C - 6,8Mn + 18,2Si + 11,7Cr - 15Ni - 6,4Mo - 5V - 28Cu$$

$$A_1 = 739 - 22,8(0,04541) - 6,8(0,19954) + 18,2(0,01109) + 11,7(0,0174) - 15(0,0147) - 6,4(0,0011) - 5(0,0017) - 28(0,0263)$$

$$A_1 = 739 - 1,035348 - 1,356872 + 0,201838 + 0,20358 - 0,2205 - 0,00704 - 0,0085 - 0,7364$$

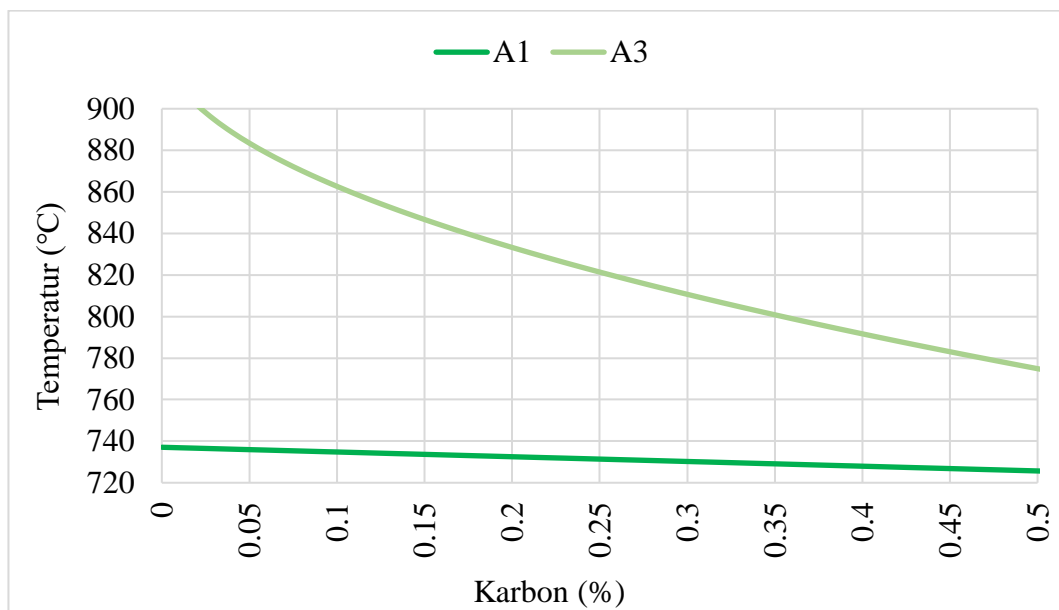
$$A_1 = 736,040758^{\circ}\text{C}$$

$$A_3 = 937,3 - 224,5\sqrt{C} - 17\text{Mn} + 34\text{Si} - 14\text{Ni} + 21,6\text{Mo} + 41,8\text{V} - 20\text{Cu}$$

$$A_3 = 937,3 - 224,5\sqrt{(0,04541)} - 17(0,19954) + 34(0,01109) - 14(0,0147) + 21,6(0,0011) + 41,8(0,0017) - 20(0,0263)$$

$$A_3 = 937,3 - 47,84010193 - 3,39218 + 0,37706 - 0,2058 + 0,02376 + 0,07106 - 0,526$$

$$A_3 = 885,8077981^{\circ}\text{C}$$



Gambar A. 1 Garis A₁ dan A₃ pada Diagram Fasa.

2. Perhitungan Ukuran Butir Rata-rata Menggunakan Metode Heyn

Intercept (ASTM E 112)

Persamaan perhitungan ukuran butir rata-rata :

$$AVG = \frac{\text{Nilai Known Distance}}{\text{Jumlah Butir dalam 1 garis}}$$

Kemudian data ditampilkan pada bentuk tabel pada Tabel A.2

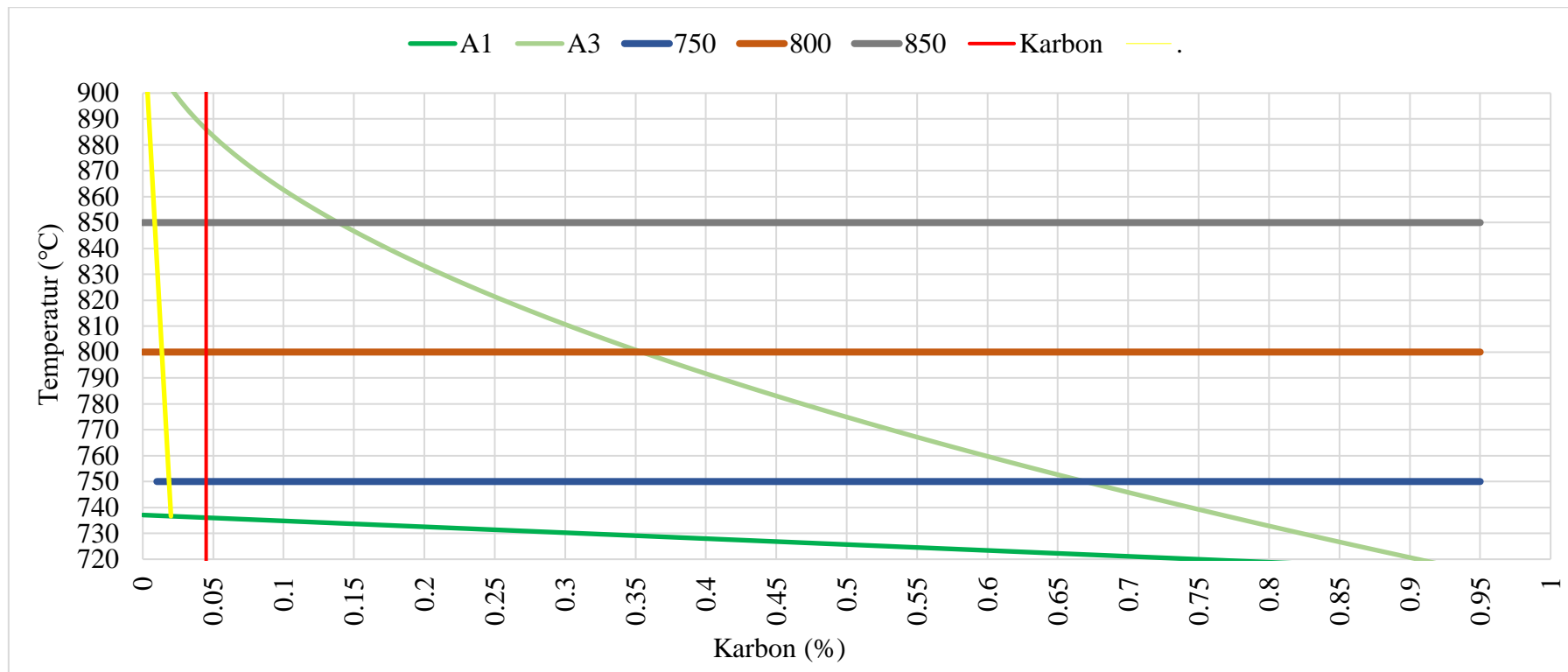
Tabel A. 2 Perhitungan Ukuran Butir

Kode Sampel	Garis 1	Jml Butir 1	Garis 2	Jml butir 2	Garis 3	Jml Butir 3	Garis 4	Jml Butir 4	Garis 5	Jml Butir 5	Ukuran Butir (μm)
NHT	164.73	12	181.72	10	212.01	9	181.48	11	201.42	11	18.0531
	Avg 1	13.73	Avg 2	18.17	Avg 3	23.56	Avg 4	16.50	Avg 5	18.31	
751	156.39	23	158.11	21	167.46	24	226.72	18	192.3	15	9.3443
	Avg 1	6.80	Avg 2	7.53	Avg 3	6.98	Avg 4	12.60	Avg 5	12.82	
752	160	21	169.41	34	172.47	21	188.47	20	193.41	22	7.8059
	Avg 1	7.62	Avg 2	4.98	Avg 3	8.21	Avg 4	9.42	Avg 5	8.79	
753	160	17	171.53	30	193.88	20	214.12	24	201.41	26	8.2983
	Avg 1	9.41	Avg 2	5.72	Avg 3	9.69	Avg 4	8.92	Avg 5	7.75	
801	193.22	11	210.86	18	224.08	18	230.69	15	221.39	14	14.5843
	Avg 1	17.57	Avg 2	11.71	Avg 3	12.45	Avg 4	15.38	Avg 5	15.81	
802	174.86	23	205.96	16	189.55	22	213.55	17	205.47	19	10.4934
	Avg 1	7.60	Avg 2	12.87	Avg 3	8.62	Avg 4	12.56	Avg 5	10.81	
803	167.02	23	192.24	23	203.27	26	211.84	20	214.78	19	9.0669
	Avg 1	7.26	Avg 2	8.36	Avg 3	7.82	Avg 4	10.59	Avg 5	11.30	
851	186.61	21	212.08	25	205.96	26	210.37	25	197.14	28	8.1493
	Avg 1	8.89	Avg 2	8.48	Avg 3	7.92	Avg 4	8.41	Avg 5	7.04	
852	158.94	18	197.63	19	221.88	19	206.45	22	218.45	21	10.1392
	Avg 1	8.83	Avg 2	10.40	Avg 3	11.68	Avg 4	9.38	Avg 5	10.40	
853	208.9	10	218.69	15	220.9	15	221.63	14	220.41	14	16.3541
	Avg 1	20.89	Avg 2	14.58	Avg 3	14.73	Avg 4	15.83	Avg 5	15.74	

3. Perhitungan Fasa Austenit Kestimbangan

Diketahui:

Kadar Karbon dari sampel = 0,045%



Gambar A. 2 Diagram Fe₃C.

Perhitungan:

a. Temperatur 750°C

$$C \text{ kiri} \Rightarrow \frac{\text{Panjang kiri 750}}{\text{Panjang kiri garis}} = \frac{C \text{ kiri 750}}{C \text{ kiri garis}}$$

$$C \text{ kiri} \Rightarrow \frac{8}{7,5} = \frac{x}{0,025}$$

$$C \text{ kiri} \Rightarrow x = \frac{8}{7,5} \times 0,025$$

$$C \text{ kiri} \Rightarrow x = 0,026666667$$

$$C \text{ kiri} = 0,045 - 0,026666667$$

$$C \text{ kiri} = 0,01833$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow \frac{\text{Panjang kanan 750}}{\text{Panjang kanan garis}} = \frac{C \text{ kanan 750}}{C \text{ kanan garis}}$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow \frac{172}{250} = \frac{x}{0,9}$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow x = \frac{172}{250} \times 0,9$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow x = 0,6192$$

$$C \text{ kanan} = 0,045 + 0,6192$$

$$C \text{ kanan} = 0,6642$$

$$\% \gamma = \frac{(\text{Kadar karbon} - C \text{ kiri})}{(C \text{ kanan} - C \text{ kiri})} \times 100\%$$

$$\% \gamma = \frac{(0,045 - 0,01833)}{(0,6642 - 0,01833)} \times 100\%$$

$$\% \gamma = 4,128819158\%$$

b. Temperatur 800°C

$$C \text{ kiri} \Rightarrow \frac{\text{Panjang kiri 800}}{\text{Panjang kiri garis}} = \frac{C \text{ kiri 800}}{C \text{ kiri garis}}$$

$$C \text{ kiri} \Rightarrow \frac{9,5}{7,5} = \frac{x}{0,025}$$

$$C \text{ kiri} \Rightarrow x = \frac{9,5}{7,5} \times 0,025$$

$$C \text{ kiri} \Rightarrow x = 0,031666667$$

$$C \text{ kiri} = 0,045 - 0,031666667$$

$$C \text{ kiri} = 0,01333$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow \frac{\text{Panjang kanan 800}}{\text{Panjang kanan garis}} = \frac{C \text{ kanan 800}}{C \text{ kanan garis}}$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow \frac{86}{250} = \frac{x}{0,9}$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow x = \frac{86}{250} \times 0,9$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow x = 0,3096$$

$$C \text{ kanan} = 0,045 + 0,3096$$

$$C \text{ kanan} = 0,3546$$

$$\% \gamma = \frac{(\text{Kadar karbon} - C \text{ kiri})}{(C \text{ kanan} - C \text{ kiri})} \times 100\%$$

$$\% \gamma = \frac{(0,045 - 0,01333)}{(0,3546 - 0,1333)} \times 100\%$$

$$\% \gamma = 9,279156085\%$$

c. Temperatur 850°C

$$C \text{ kiri} \Rightarrow \frac{\text{Panjang kiri 850}}{\text{Panjang kiri garis}} = \frac{C \text{ kiri 850}}{C \text{ kiri garis}}$$

$$C \text{ kiri} \Rightarrow \frac{11}{7,5} = \frac{x}{0,025}$$

$$C \text{ kiri} \Rightarrow x = \frac{11}{7,5} \times 0,025$$

$$C \text{ kiri} \Rightarrow x = 0,036666667$$

$$C \text{ kiri} = 0,045 - 0,036666667$$

$$C \text{ kiri} = 0,00833$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow \frac{\text{Panjang kanan 850}}{\text{Panjang kanan garis}} = \frac{C \text{ kanan 850}}{C \text{ kanan garis}}$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow \frac{26,5}{250} = \frac{x}{0,9}$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow x = \frac{26,5}{250} \times 0,9$$

$$C \text{ kanan} \Rightarrow x = 0,0954$$

$$C \text{ kanan} = 0,045 + 0,0956$$

$$C \text{ kanan} = 0,1404$$

$$\% \gamma = \frac{(\text{Kadar karbon-C kiri})}{(C \text{ kanan}-C \text{ kiri})} \times 100\%$$

$$\% \gamma = \frac{(0,045-0,00833)}{(0,1404-0,00833)} \times 100\%$$

$$\% \gamma = 27,76375568\%$$

4. Perhitungan Persamaan Eksponen Avrami

Persamaan JMAK:

$$\frac{f_{\gamma}}{f_e} = 1 - \exp(-Kt^n)$$

$$1 - \frac{f_{\gamma}}{f_e} = \exp(-Kt^n)$$

$$-\left(\frac{f_e - f_{\gamma}}{f_e}\right) = \exp(Kt^n)$$

$$\ln \frac{f_e}{f_e - f_{\gamma}} = Kt^n$$

$$\ln \ln \frac{f_e}{f_e - f_{\gamma}} = n \ln t + \ln K$$

$$\ln \left[\ln \left(1 / 1 - \frac{f_{\gamma}}{f_e} \right) \right] = n \ln t + \ln K$$

Dengan f_γ volume austenit dimana nilainya dapat dianggap sebanding dengan volume martensit yang terbentuk. f_ε merupakan volume austenit pada saat kesetimbangan, nilai tersebut dapat dicari dengan menggunakan *level rule* pada diagram Fe_3C . T merupakan waktu tahan pada pemanasan pada titik *intercritical annealing*. K merupakan konstanta kecepatan pertumbuhan austenit, n merupakan eksponen avrami. Melalui persamaan JMA yang telah dimodifikasi maka dapat dicari nilai konstanta kecepatan pertumbuhan butir (K) dan nilai eksponen avrami (n) yang dapat dari slope dan *intercept* yang dihasilkan dari persamaan linier hubungan antara $\ln \left[\ln \left(\frac{1}{(1-f_\gamma/f_\varepsilon)} \right) \right]$ dengan $\ln t$. Setelah mendapat nilai $\ln \left[\ln \left(\frac{1}{(1-f_\gamma/f_\varepsilon)} \right) \right]$ pada tiap temperatur dapat dicari nilai konstanta kecepatan pertumbuhan butir (K) dan nilai eksponen avrami (n). Dari grafik pada Gambar 4.13 didapat nilai regresi sumbu X dan Y seperti pada Tabel A.3 di bawah ini.

Tabel A. 3 Hubungan antara $\ln t$ dan $\ln \left[\ln \left(\frac{1}{(1-f_\gamma/f_\varepsilon)} \right) \right]$ pada Temperatur 750°C.

Sumbu X		Sumbu Y	
t	$\ln t$	f_γ/f_ε	$\ln \left[\ln \left(\frac{1}{(1-f_\gamma/f_\varepsilon)} \right) \right]$
60 s	4,0943	$0,0265 / 0,0413 = 0,6414$	0,0251
300 s	5,7038	$0,0117 / 0,0413 = 0,2827$	-1,1021
900 s	6,8024	$0,0406 / 0,0413 = 0,9831$	1,4061

Tabel A. 4 Hubungan antara $\ln t$ dan $\ln \left[\ln \left(\frac{1}{1-f_\gamma/f_e} \right) \right]$ pada Temperatur 800°C.

$$\ln \left[\ln \left(\frac{1}{1-f_\gamma/f_e} \right) \right] = n \ln t + \ln K$$

Sumbu X		Sumbu Y	
t	$\ln t$	f_γ/f_e	$\ln \left[\ln \left(\frac{1}{1-f_\gamma/f_e} \right) \right]$
60 s	4,0943	0,0472 / 0,0928 = 0,5086	-0,3419
300 s	5,7038	0,0382 / 0,0928 = 0,4114	-0,6350
900 s	6,8024	0,0848 / 0,0928 = 0,9139	0,8969

Tabel A. 5 Hubungan antara $\ln t$ dan $\ln \left[\ln \left(\frac{1}{1-f_\gamma/f_e} \right) \right]$ pada Temperatur 850°C.

$$\ln \left[\ln \left(\frac{1}{1-f_\gamma/f_e} \right) \right] = n \ln t + \ln K$$

Sumbu X		Sumbu Y	
t	$\ln t$	f_γ/f_e	$\ln \left[\ln \left(\frac{1}{1-f_\gamma/f_e} \right) \right]$
60 s	4,0943	0,0843 / 0,2776 = 0,3035	-1,0170
300 s	5,7038	0,0428 / 0,2776 = 0,1540	-1,7885
900 s	6,8024	0,1720 / 0,2776 = 0,6196	-0,0340

Dari hasil regresi yang berupa garis linier, nilai *intercept* merupakan $\ln K$ dan *slope* merupakan nilai n . Dari data konstanta kecepatan pertumbuhan butir (K) dapat dicari besarnya energi aktivasi melalui persamaan Arrhenius:

$$K = A \exp \left(-\frac{Q}{RT} \right)$$

Dimana A merupakan konstanta yang berhubungan dengan sistem, Q merupakan energi aktivasi, R merupakan konstanta gas dan bernilai konstan

sedangkan T adalah temperatur pemanasan *intercritical annealing* (dalam Kelvin). Secara logaritma persamaan arhenius dapat diubah menjadi:

$$\ln K = \ln A - \left(\frac{Q}{RT} \right)$$

Melalui persamaan arhenius maka dapat dicari nilai energi aktivasi (Q) dan konstanta (A) yang didapat dari slope dan *intercept* yang dihasilkan dari persamaan linier hubungan antara ln K dengan 1/T. Berikut ini hubungan antara ln K dengan 1/T berbagai temperatur. Dari hasil regresi yang berupa garis linier, nilai *intercept* merupakan ln A dan *slope* merupakan nilai $-Q/R$. Pada persamaan didapat persamaan regresi linier sebagai berikut:

$$Y = 0,0029x - 1,4946$$

$$\ln A = 0,0029 \text{ maka nilai } A = 1,002904209$$

$$-Q/R = -1,4946$$

$$Q/R = 1,4946, \text{ jika nilai } R = 8,3145 \text{ J/molK}$$

$$Q = 12,4268517 \text{ J/mol}$$

Dari perhitungan persamaan diatas didapat nilai energi aktivasi (Q) yang didapat sebesar 12,4268517 J/mol dan konstanta (A) sebesar 1,002904209

LAMPIRAN B
DATA PENELITIAN

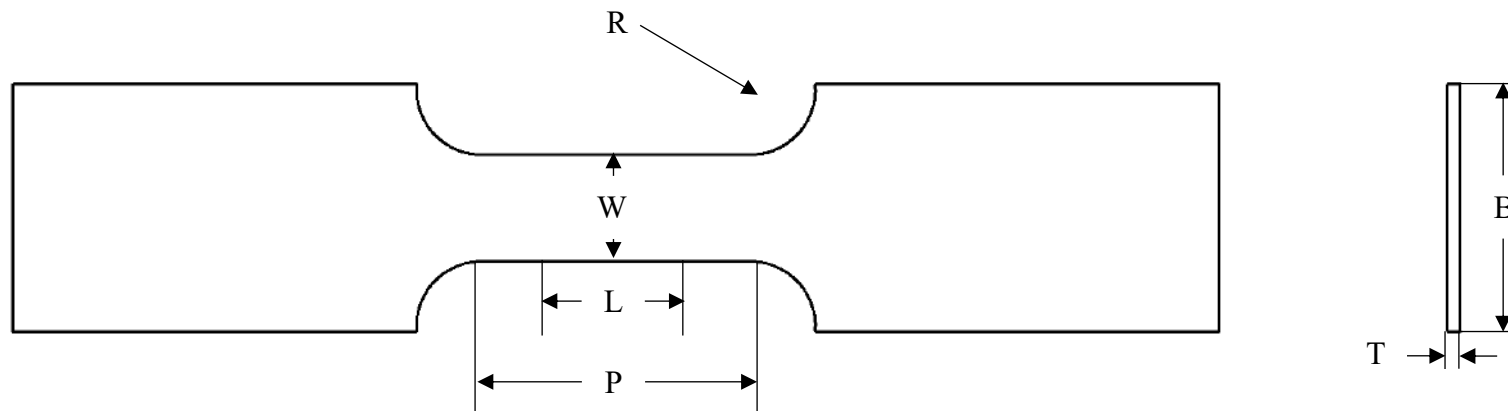
Lampiran B. Data Penelitian

1. Hasil Uji Komposisi Sampel

Tabel B. 1 Komposisi Kmia Baja SPHC.

Kode Sampel	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cu	Ni	Cr	Sn	Mo	V	Nb	B	Ti
851	0.0373	0.008	0.205	0.0146	0.0096	0.035	0.003	0.007	0.004	0.008	0	0.001	0	0.002	0	0.001
852	0.0388	0.005	0.193	0.0123	0.0083	0.037	0.003	0.006	0.003	0.005	0	0	0	0.002	0	0.001
853	0.05	0.01	0.26	0.009	0.009	0.056	0.004	0	0	0	0.006	0	0.002	0	0	0
801	0.05	0.02	0.23	0.007	0.007	0.034	0.005	0	0	0	0.007	0	0.001	0	0	0
802	0.042	0.011	0.184	0.012	0.011	0.04	0.006	0.047	0.027	0.035	0.002	0	0.001	0	0	0
803	0.06	0.013	0.175	0.005	0.005	0.061	0.003	0.014	0.014	0.011	0.002	0.005	0.003	0.001	0	0.001
751	0.06	0.0109	0.1954	0.0148	0.0052	0.064	0.002	0.015	0.012	0.004	0.003	0.005	0.003	0	0	0.001
752	0.042	0.011	0.185	0.013	0.0056	0.042	0.006	0.063	0.028	0.041	0.002	0	0.003	0	0	0
753	0.032	0.012	0.182	0.012	0.0097	0.04	0.008	0.056	0.032	0.039	0.004	0	0.002	0	0	0
NHT	0.042	0.01	0.186	0.01	0.015	0.044	0.006	0.055	0.027	0.031	0.003	0	0.002	0	0	0

2. Bentuk Spesimen Uji Tarik sesuai Standar JIS Z 2201 No. 5



Gambar B. 1 Skema Spesimen uji Tarik Standar JIS Z 2201 No. 5.

Keterangan:

W : Width (25 mm)

P : Pararel length (60 mm)

R : Radius of fillet (15 min)

T : Thickness (3 mm)

W : Width of gripped (30 mm)

L : Gauge length (50 mm)



KRAKATAU STEEL

**LABORATORIUM UJI KIMIA & MEKANIK
PT KRAKATAU STEEL (PERSERO) Tbk.**

Jl. Coil Kompleks PT Krakatau Steel (Persero) Tbk.
Cilegon – Banten 42435
Telp. (0254) 371274, 372775, 372686

CERTIFICATE OF MECHANICAL TEST


NO.: 027/LAB-HSM/XII/2022

3. Hasil Pengujian Tarik

Nomor Order	: 027/LAB/XII/2022	Tanggal Laporan	: 05 – 12 – 2022
Bentuk/Wujud	: PLAT	Nama Mesin/Alat	: Schenck Trebel (LM1-UBM-602)
Nama Pelanggan	: Imam Nur Fathoni		: Caliper Digimatic (LM1-ZCV-2201)
Alamat Pelanggan	: Fakultas Teknik Untirta, Kota Cilegon - Banten		: Micrometer Digimatic (LM1-ZMM-1501)
Tanggal Penerimaan	: 01 – 12 – 2022	Metode	: JIS Z 2241 : 2011
Tanggal Pengujian	: 02 – 12 – 2022	Halaman	: 01/01

TEST NO	SHAPE OF TEST PIECE	HEAT NO	DIMENSION					TENSILE TEST			DIR
			T	W	So	Lo	L1	YS	TS	EL	
750-1	PLATE	-	3.08	25.23	78	50	61.53	450	592	23	-
750-5	PLATE	-	3.05	25.25	77	50	57.23	467	636	14	-
750-15	PLATE	-	3.12	25.13	78	50	61.49	434	625	23	-
800-1	PLATE	-	3.04	25.10	76	50	61.39	432	590	23	-
800-5	PLATE	-	3.12	25.31	79	50	61.27	418	572	23	-
800-15	PLATE	-	3.06	25.15	77	50	61.40	416	544	23	-
850-1	PLATE	-	3.03	25.29	77	50	57.27	417	548	15	-
850-5	PLATE	-	3.16	24.91	79	50	62.35	394	521	25	-
850-15	PLATE	-	3.16	25.12	79	50	61.58	365	479	23	-
NHT	PLATE	-	3.21	25.02	80	50	73.51	219	324	47	-

Laboratorium Uji Mekanik HSM



Endang Supriyadi
PLT. Engineer

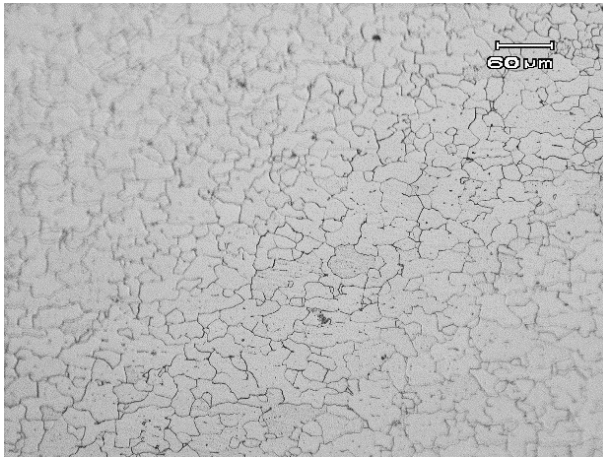
Note :

- T : Average thickness of test piece (mm)
- W : Average Width of test piece (mm)
- So : Initial Cross Section of Area (mm²)
- Lo : Gauge Length (mm)
- L₁ : Final Length of the specimen (mm)
- YS : Yield Strength (N/mm²)
- TS : Tensile Strength (N/mm²)
- EL : Percentage of Elongation (%)
- Dir (direction) : Tr (Transversal), L (Longitudinal), D (Diagonal)

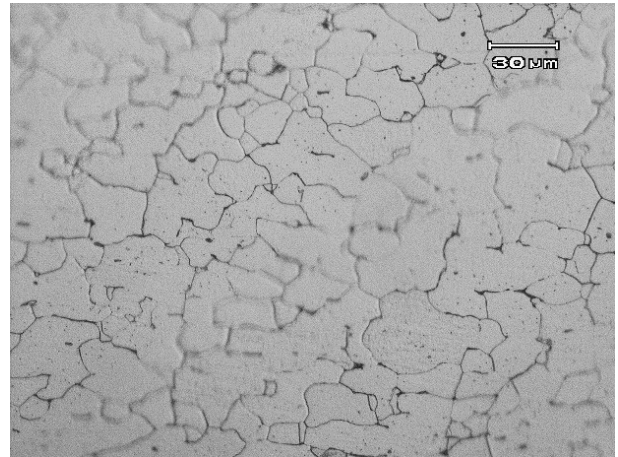
Peringatan : - Laporan hasil pengujian/analisa Ini tidak boleh digandakan tanpa seizin Laboratorium
- Hasil pengujian/analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji

RS/QA00/039, Issue No.: 1, Issue Date : 04/03/2021

4. Hasil Pengamatan Metalografi Sampel Sebelum Proses

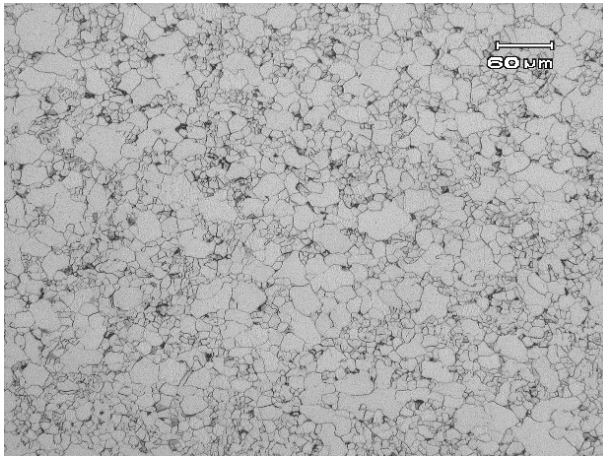


Gambar B. 2 Sampel NHT 200×.

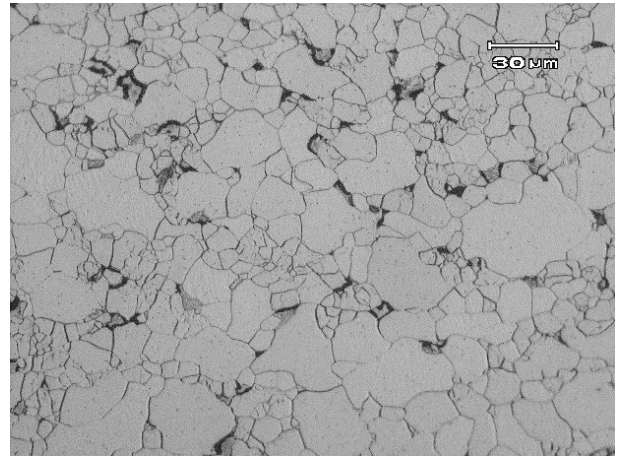


Gambar B. 3 Sampel NHT 500×.

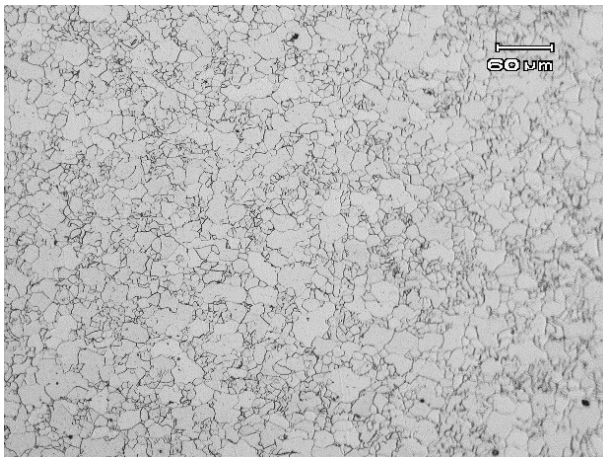
5. Hasil Pengamatan Metalografi Sampel Setelah Proses



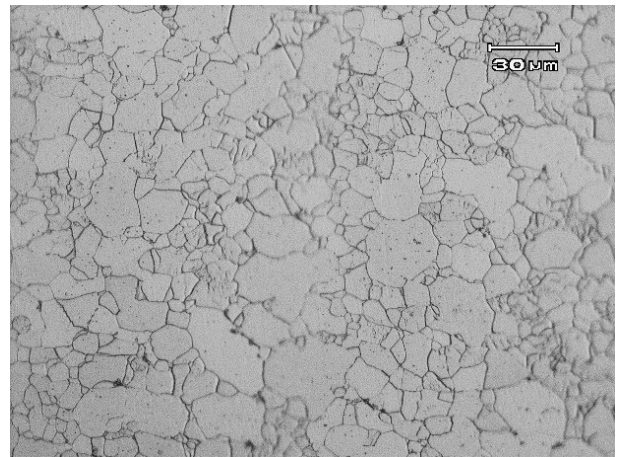
Gambar B. 4 Sampel 751 200×.



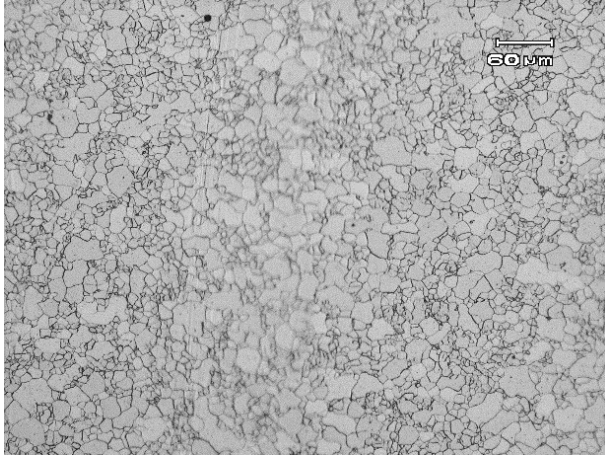
Gambar B. 5 Sampel 751 500×.



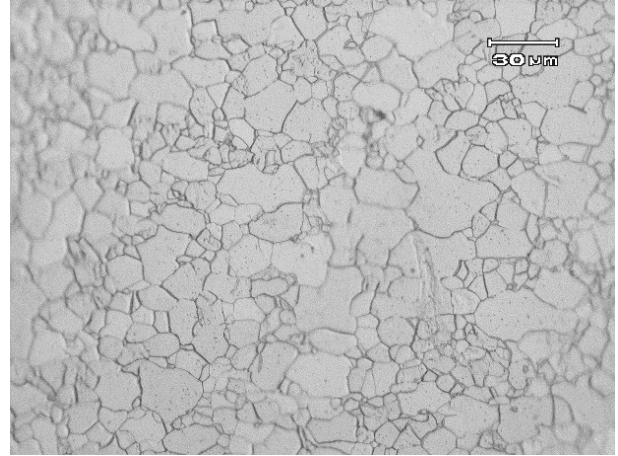
Gambar B. 6 Sampel 752 200×.



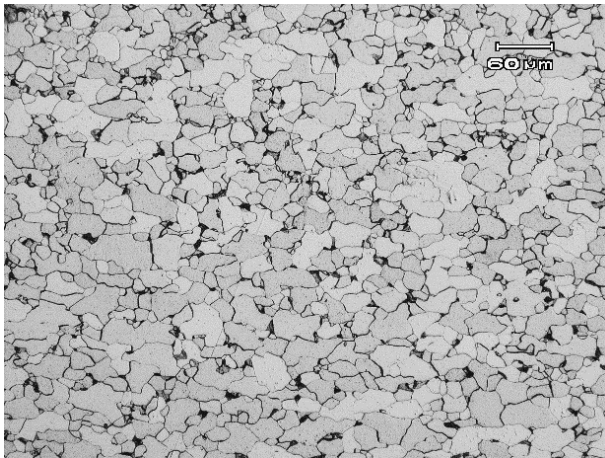
Gambar B. 7 Sampel 752 500×.



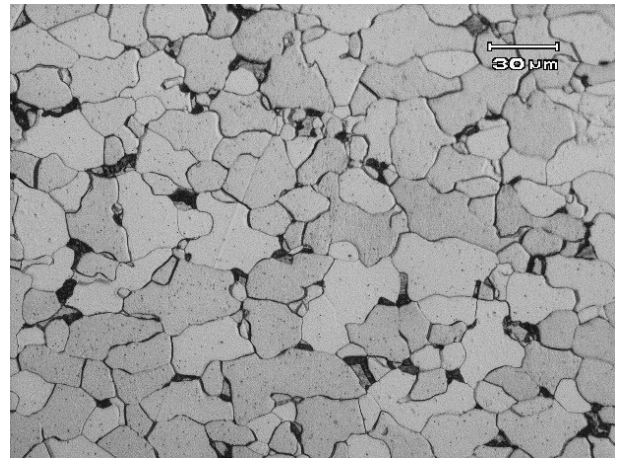
Gambar B. 8 Sampel 753 200×.



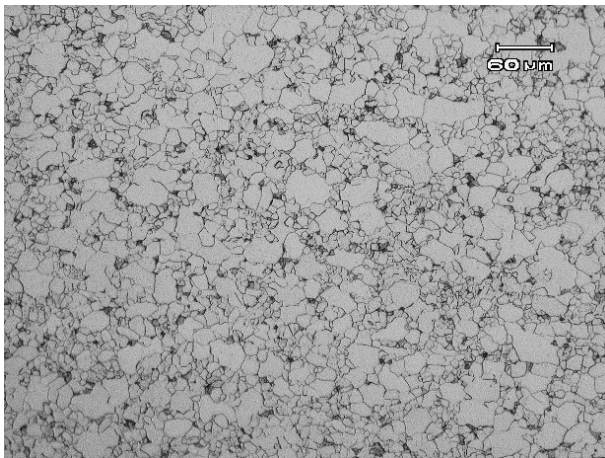
Gambar B. 9 Sampel 753 500×.



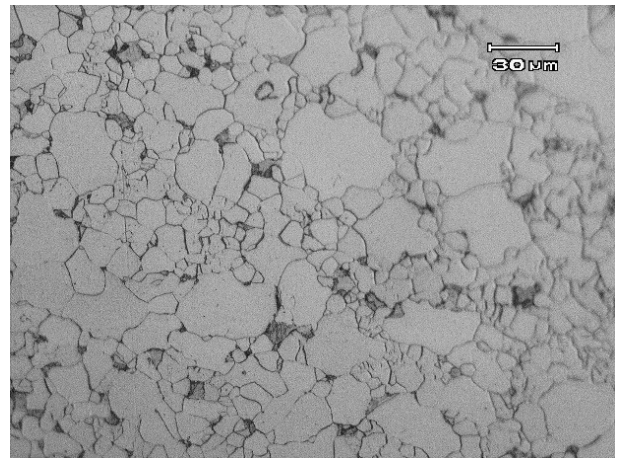
Gambar B. 10 Sampel 801 200×.



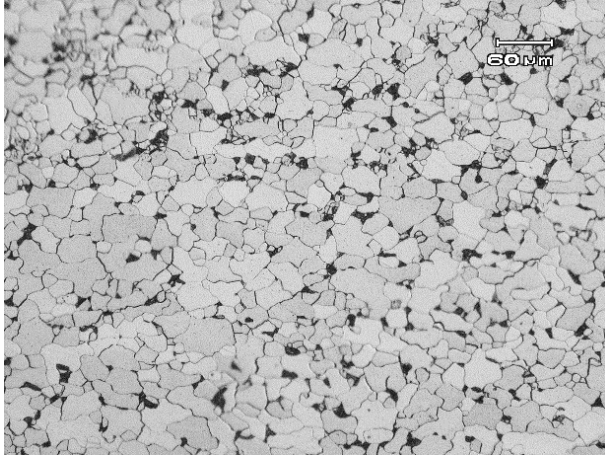
Gambar B. 11 Sampel 801 500×.



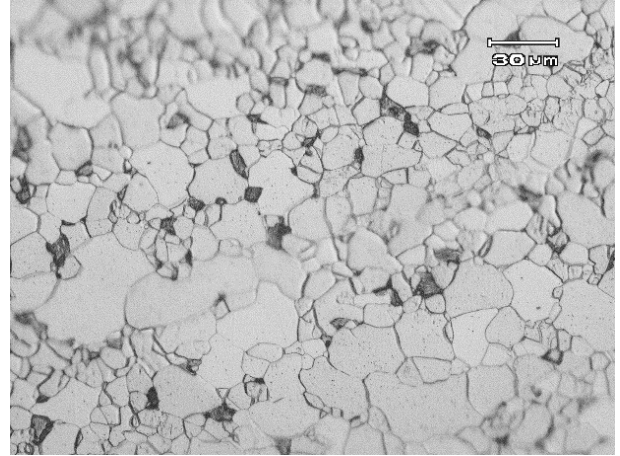
Gambar B. 12 Sampel 802 200×.



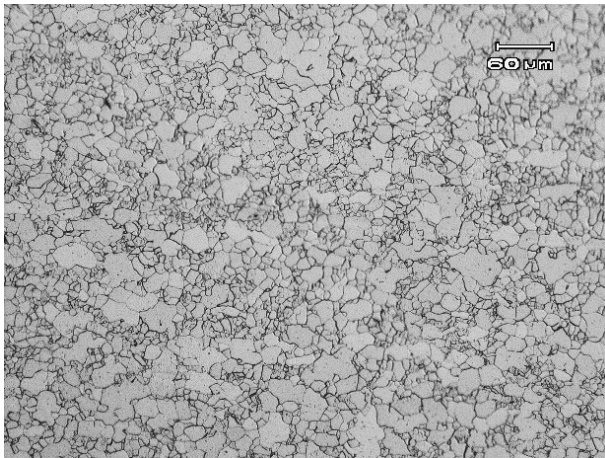
Gambar B. 13 Sampel 802 500×.



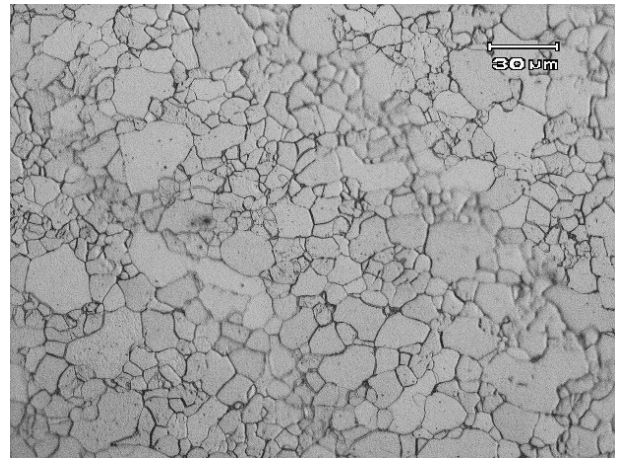
Gambar B. 14 Sampel 803 200×.



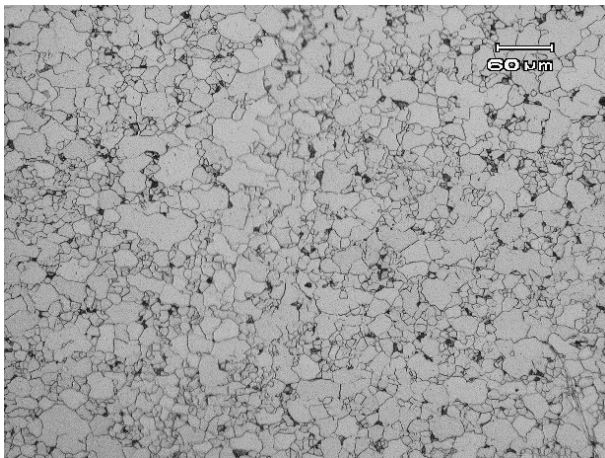
Gambar B. 15 Sampel 803 500×.



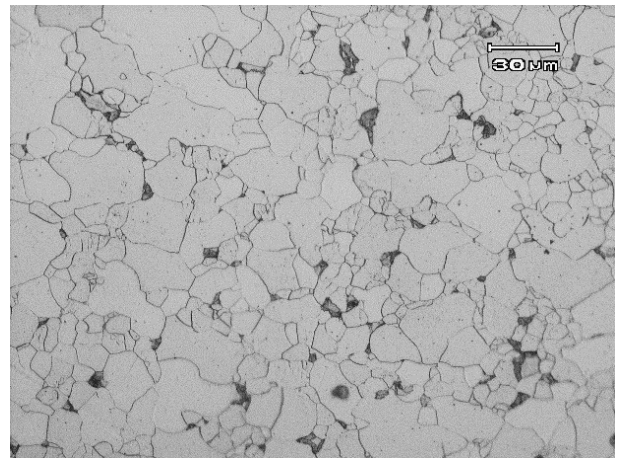
Gambar B. 16 Sampel 851 200×.



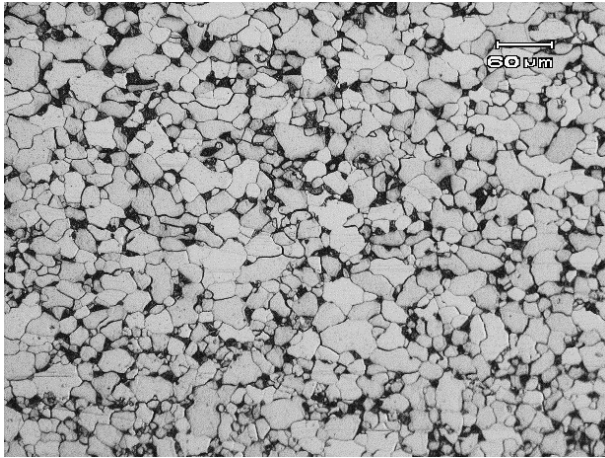
Gambar B. 17 Sampel 851 500×.



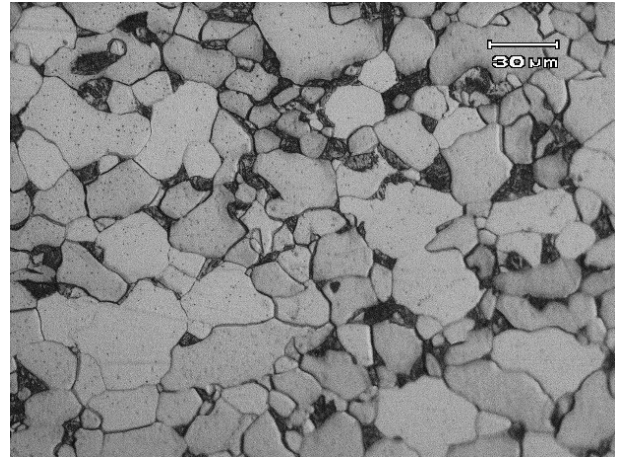
Gambar B. 18 Sampel 852 200×.



Gambar B. 19 Sampel 852 500×.

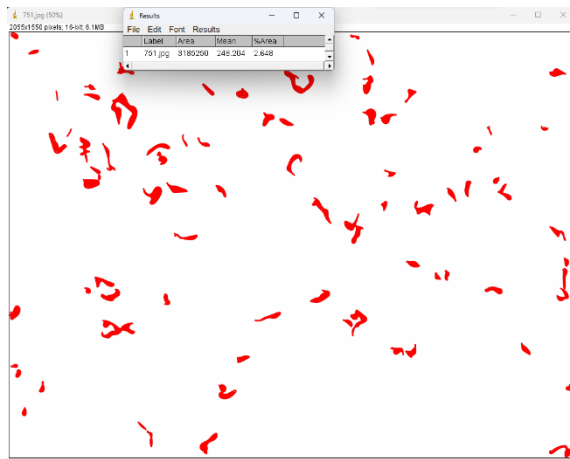


Gambar B. 20 Sampel 853 200×.

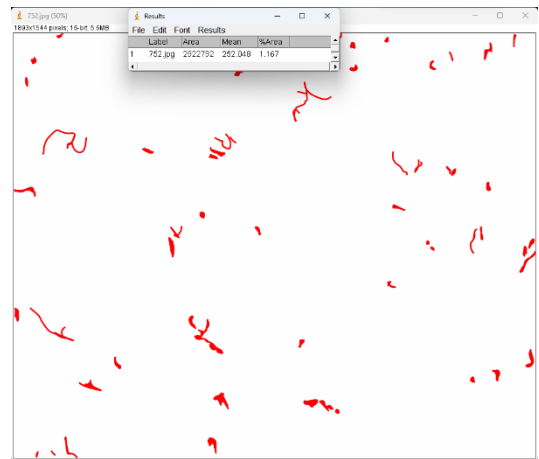


Gambar B. 21 Sampel 853 500×.

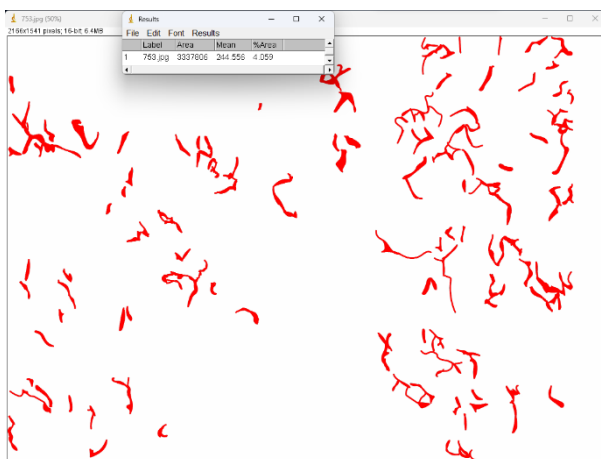
6. Hasil Perhitungan Otomatis Menggunakan *ImageJ*



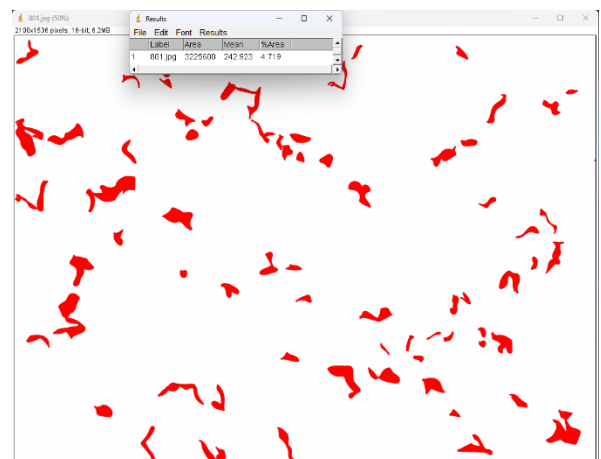
Gambar B. 22 Fraksi Martensit 751.



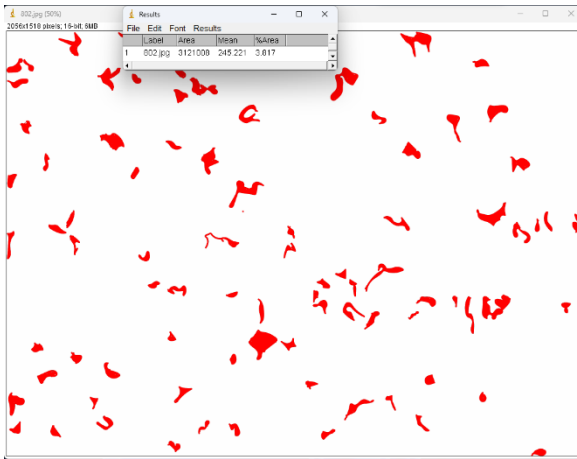
Gambar B. 23 Fraksi Martensit 752.



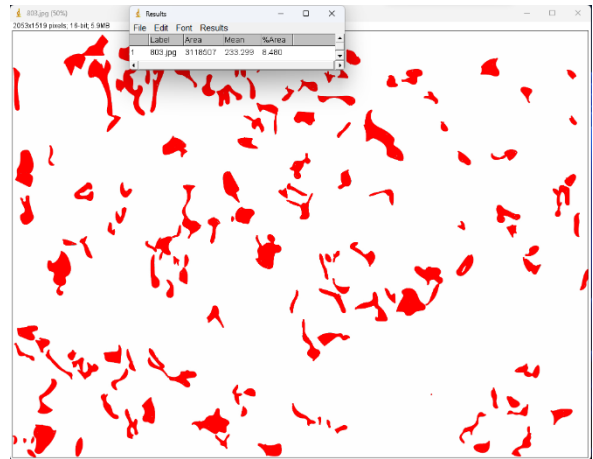
Gambar B. 24 Fraksi Martensit 753.



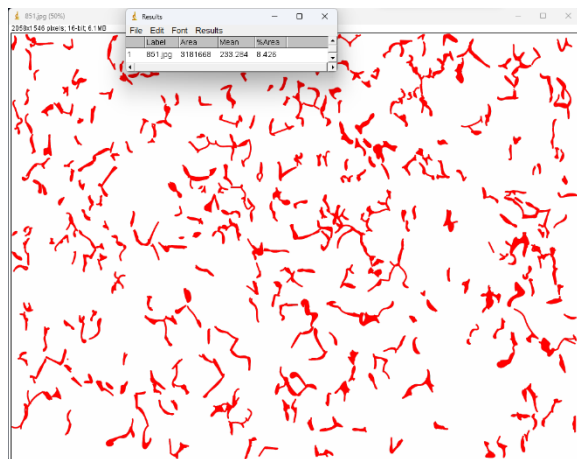
Gambar B. 25 Fraksi Martensit 801.



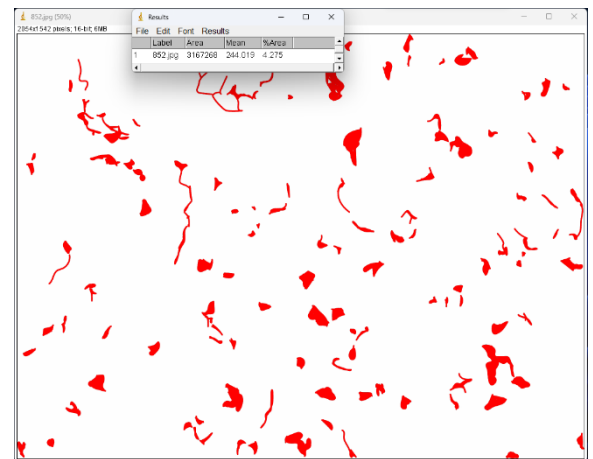
Gambar B. 26 Fraksi Martensit 802.



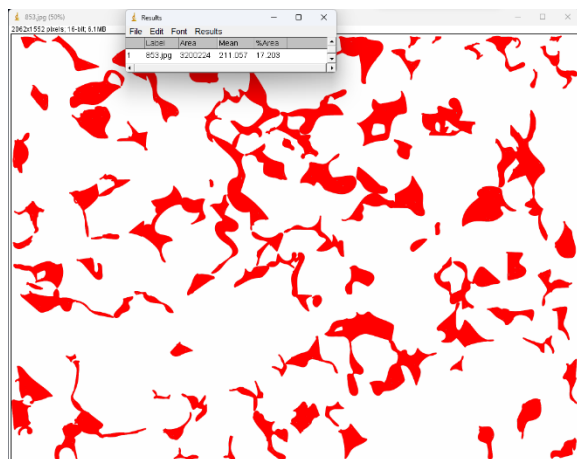
Gambar B. 27 Fraksi Martensit 803.



Gambar B. 28 Fraksi Martensit 851.



Gambar B. 29 Fraksi Martensit 852.



Gambar B. 30 Fraksi Martensit 853.

LAMPIRAN C
GAMBAR ALAT DAN BAHAN

Lampiran C. Gambar Alat dan Bahan



Gambar C. 1 Ampelas.



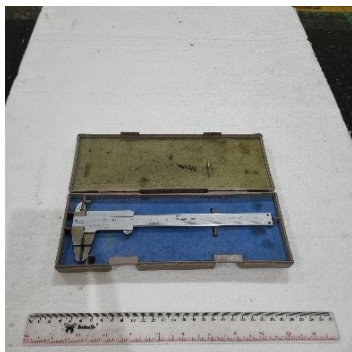
Gambar C. 2 Apron.



Gambar C. 3 Hairdryer.



Gambar C. 4 Helm.



Gambar C. 5 Jangka Sorong.



Gambar C. 6 Mesin Grinding Polishing.



Gambar C. 7 Mesin Potong.



Gambar C. 8 Mikrometer Skrup.



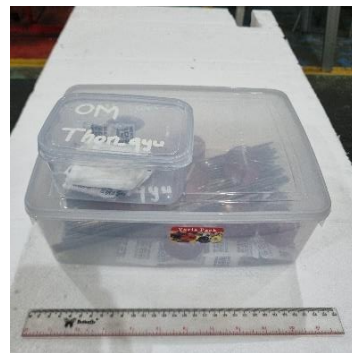
Gambar C. 9 Mikroskop Optik.



Gambar C. 10 Muffle Furnace.



Gambar C. 11 Penjepit.



Gambar C. 12 Wadah Sampel.



Gambar C. 13 Polish wol



Gambar C. 14 Sarung Tangan.



Gambar C. 15 Wadah Media Pendingin.



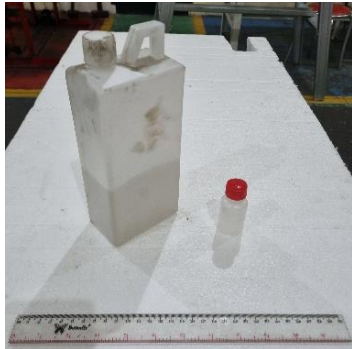
Gambar C. 16 Baja SPHC.



Gambar C. 17 Cleanser.



Gambar C. 18 Bahan Nital.



Gambar C. 19 Resin dan Hardener.