

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Pada hasil penelitian pengaruh variasi kuat arus dan sudut kampuh *single vee* terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan TIG *dissimilar metal* baja St 37 dengan baja SUS 304 didapatkan beberapa macam data yang nantinya digunakan untuk diolah, sehingga bisa digunakan untuk menjawab perumusan masalah. Data yang akan diolah adalah hasil perhitungan kekuatan tarik spesimen dari masing-masing variasi kuat arus pengelasan dan variasi sudut kampuh *single vee*.

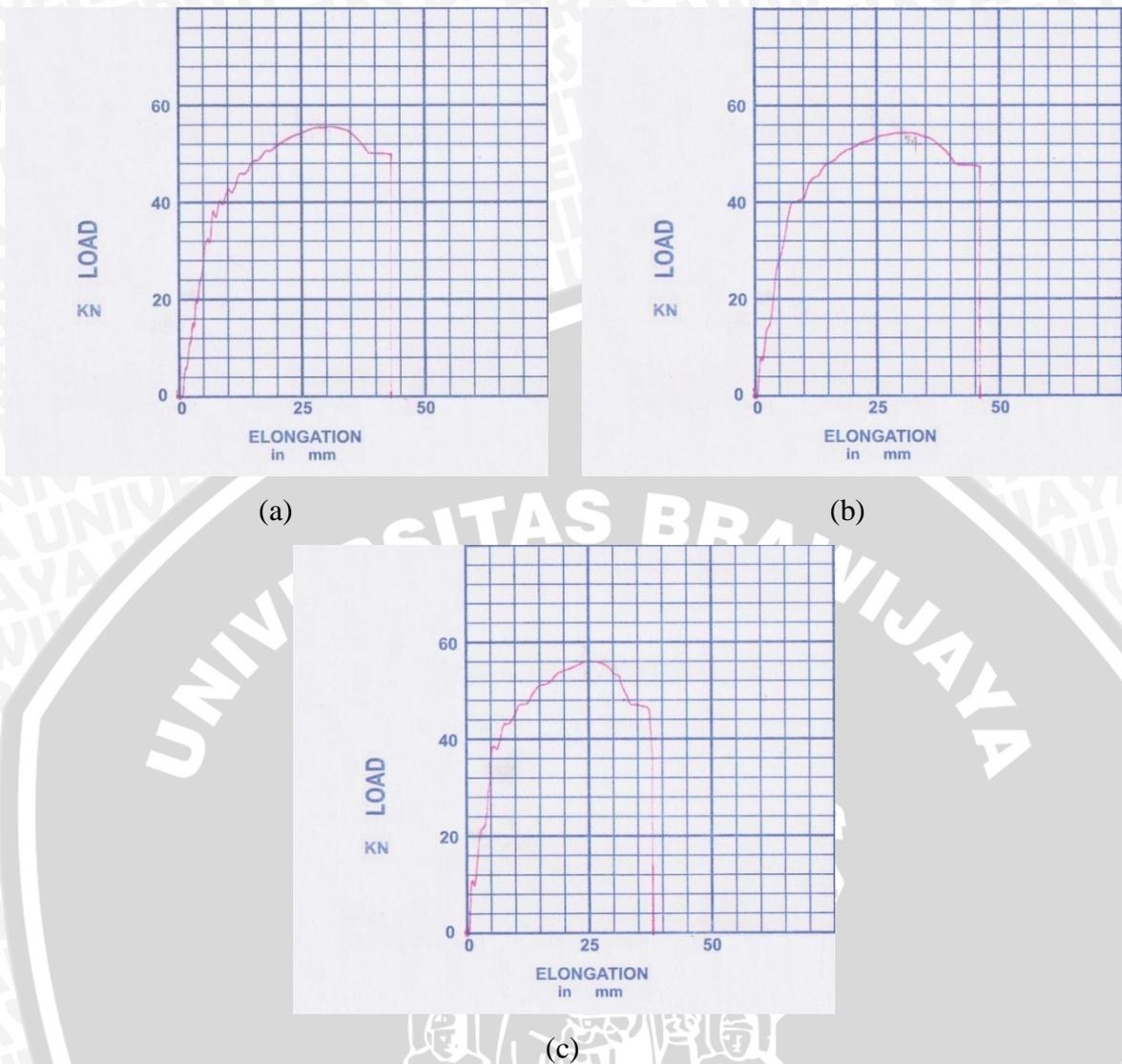
4.1.1 Data Pembacaan Pengujian Kekuatan Tarik

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data dari tiga kali pengulangan pengujian tarik. Spesimen uji tarik yang digunakan adalah spesimen hasil pengelasan yang kemudian dibentuk menjadi spesimen uji tarik dengan standar ASTM A370. Berikut adalah foto dari spesimen uji tarik standar ASTM A370 :



Gambar 4.1 Foto spesimen uji tarik standar ASTM A370

Dari pengujian tarik tersebut akan diperoleh grafik diagram tegangan - regangan yang nantinya akan diketahui beban tarik maksimum untuk tiap-tiap spesimen. Sebagai contoh, berikut adalah gambar grafik diagram tegangan - regangan spesimen dengan kuat arus pengelasan 100 A variasi sudut kampuh 60^0 :



Gambar 4.2 Grafik tegangan regangan spesimen dengan kuat arus pengelasan 100 A dan sudut kampuh 60⁰

Tabel 4.1 Data Beban Maksimum Pengujian Tarik (N).

KUAT ARUS (A)	SUDUT KAMPUH	BEBAN MAKSIMUM (N)			
		pengujian 1	pengujian 2	pengujian 3	rata - rata
100	45	58000	57350	57500	57616.67
	60	56000	55800	56400	56066.67
	75	54600	56000	55700	55433.33
120	45	56300	56500	55800	56200.00
	60	55250	55100	55000	55116.67
	75	54000	54300	54000	54100.00
140	45	55000	56000	55300	55433.33
	60	53800	54300	54600	54233.33
	75	53200	52500	52000	52566.67

4.1.2 Data Hasil Perhitungan Kekuatan Tarik

Setelah didapatkan beban tarik maksimum kemudian dilakukan perhitungan kekuatan tarik untuk masing-masing spesimen yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan grafik dan pembahasan.

Sebagai contoh pada spesimen dengan kuat arus pengelasan 100 A dan dengan sudut kampuh 60^0 diperoleh :

- Beban tarik maksimum rata-rata (P)

$$P = 56400 \text{ N}$$

- Luas penampang (A)

$$\begin{aligned} A &= 12.5 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \\ &= 125 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus tegangan tarik (σ_t) maka kekuatan tarik yang dimiliki oleh spesimen tersebut bisa diketahui.

$$\sigma_t = \frac{P}{A}$$

$$\sigma_t = \frac{56400 \text{ N}}{125 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_t = 451.20 \text{ N/mm}^2$$

Jadi kekuatan tarik yang dimiliki oleh spesimen dengan kuat arus pengelasan 100A dan dengan sudut kampuh 60^0 sebesar 451.20 N/mm^2 .

Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Kekuatan Tarik (N/mm^2).

KUAT ARUS (A)	SUDUT KAMPUH	KEKUATAN TARIK (N/mm^2)			
		pengujian 1	pengujian 2	pengujian 3	rata-rata
100	45	464	458.8	460	460.93
	60	448	446.4	451.2	448.53
	75	436.8	448	445.6	443.47
120	45	450.4	452	446.4	449.60
	60	442	440.8	440	440.93
	75	432	434.4	432	432.80
140	45	440	448	442.4	443.47
	60	430.4	434.4	436.8	433.87
	75	425.6	420	416	420.53

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisa Statistik Pengujian Kekuatan Tarik

Dari data hasil perhitungan kekuatan tarik yang diperoleh, kemudian dilakukan analisa varian dua arah untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi kuat arus dan sudut kampuh *single vee*, serta interaksi dari keduanya terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan TIG *dissimilar metal* baja St 37 dengan baja SUS 304.

Tabel 4.3 Perhitungan Analisa Varian

KU AT ARUS (A)	SUDUT KAMPUH (B)							
	B ₁ (45 ⁰)		B ₂ (60 ⁰)		B ₃ (75 ⁰)		Total	
	X ₁	X ₁ ²	X ₂	X ₂ ²	X ₃	X ₃ ²	X _t	X _t ²
A ₁ (100 A)	464.00	215296.00	448.00	200704.00	436.80	190794.24	1348.80	606794.24
	458.80	210497.44	446.40	199272.96	448.00	200704.00	1353.20	610474.40
	460.00	211600.00	451.20	203581.44	445.60	198559.36	1356.80	613740.80
∑ A ₁	1382.80	637393.44	1345.60	603558.40	1330.40	590057.60	4058.80	1831009.44
A ₂ (120 A)	450.40	202860.16	442.00	195364.00	432.00	186624.00	1324.40	584848.16
	452.00	204304.00	440.80	194304.64	434.40	188703.36	1327.20	587312.00
	446.40	199272.96	440.00	193600.00	432.00	186624.00	1318.40	579496.96
∑ A ₂	1348.80	606437.12	1322.80	583268.64	1298.40	561951.36	3970.00	1751657.12
A ₃ (140 A)	440.00	193600.00	430.40	185244.16	425.60	181135.36	1296.00	559979.52
	448.00	200704.00	434.40	188703.36	420.00	176400.00	1302.40	565807.36
	442.40	195717.76	436.80	190794.24	416.00	173056.00	1295.20	559568.00
∑ A ₃	1330.40	590021.76	1301.60	564741.76	1261.60	530591.36	3893.60	1685354.88
Total	4062.00	1833852.32	3970.00	1751568.80	3890.40	1682600.32	11922.40	5268021.44

1. Menghitung jumlah kuadrat total (Jk_t), antar A (Jk_A), antar B (Jk_B), interaksi Ax B (Jk_{AB}), dan dalam kelompok (Jk_d).

$$a \quad Jk_t = \sum X_t^2 - \frac{(X_t)^2}{N}$$

$$Jk_t = 5270130.69 - \frac{(11922.40)^2}{27}$$

$$Jk_t = 5270130.69 - 5264578.58 = 5552.11$$

$$b \quad Jk_A = \left[\frac{(\sum X_{A1})^2}{n_{A1}} + \frac{(\sum X_{A2})^2}{n_{A2}} + \frac{(\sum X_{A3})^2}{n_{A3}} \right] - S_k$$

$$Jk_A = \left[\frac{(4058.80)^2}{9} + \frac{(3970.00)^2}{9} + \frac{(3893.60)^2}{9} \right] - 5264578.58 = 1519.02$$

$$c \quad Jk_B = \left[\frac{(\sum X_{B1})^2}{n_{B1}} + \frac{(\sum X_{B2})^2}{n_{B2}} + \frac{(\sum X_{B3})^2}{n_{B3}} \right] - S_k$$

$$Jk_B = \left[\frac{(4062.00)^2}{9} + \frac{(3970.00)^2}{9} + \frac{(3890.40)^2}{9} \right] - 5264578.58 = 1638.77$$

$$d \quad Jk_{AB} = \left[\frac{(\sum X_{AB})^2}{n_{AB}} \right] - S_k - (Jk_A + Jk_B)$$

$$Jk_{AB} = \left[\frac{(1382.80)^2}{3} + \frac{(1345.60)^2}{3} + \frac{(1330.40)^2}{3} + \frac{(1348.80)^2}{3} + \frac{(1322.80)^2}{3} + \frac{(1298.40)^2}{3} + \frac{(1330.40)^2}{3} + \frac{(1301.60)^2}{3} + \frac{(1261.60)^2}{3} \right] - 5264578.58 - (1519.02 + 1638.77)$$

$$Jk_{AB} = 968.63$$

$$e \quad Jk_d = Jk_t - (Jk_A + Jk_B + Jk_{AB})$$

$$= 5552.11 - (1519.02 + 1638.77 + 968.63)$$

$$= 1425.69$$

2. Menghitung derajat kebebasan total (db_t), antar A (db_A), antar B (db_B), interaksi AxB (db_{AB}), dan dalam kelompok (db_d).

$$a \quad db_t = N - 1 \\ = 27 - 1 = 26$$

$$b \quad db_A = K - 1 \\ = 3 - 1 = 2$$

$$c \quad db_B = K - 1 \\ = 3 - 1 = 2$$

$$d \quad db_{AB} = db_A \times db_B \\ = 2 \times 2 = 4$$

$$e \quad db_d = db_t - (db_A + db_B + db_{AB}) \\ = 26 - (2 + 2 + 4) \\ = 26 - 8 = 18$$

3. Menghitung rata-rata kuadrat antar A (Rk_A), antar B (Rk_B), interaksi AxB (Rk_{AB}), dan dalam kelompok (Rk_d).

$$a \quad Rk_A = \frac{Jk_A}{db_A} = \frac{1519.02}{2} = 759.51$$

$$b \quad Rk_B = \frac{Jk_B}{db_B} = \frac{1638.77}{2} = 819.39$$

$$c \quad Rk_{AB} = \frac{Jk_{AB}}{db_{AB}} = \frac{968.63}{4} = 242.16$$

$$d \quad Rk_d = \frac{Jk_d}{db_d} = \frac{1425.69}{18} = 79.21$$

4. Menghitung rasio F_A , F_B , dan F_{AB}

$$a \quad F_A = \frac{Rk_A}{Rk_d} = \frac{759.51}{79.21} = 9.59$$

$$b \quad F_B = \frac{Rk_B}{Rk_d} = \frac{819.39}{79.21} = 10.35$$

$$c \quad F_{AB} = \frac{Rk_{AB}}{Rk_d} = \frac{242.16}{79.21} = 3.06$$

5. Melakukan uji signifikansi pada semua harga F

Pengujian dilakukan dengan taraf nyata $\alpha = 0.05$ (5%)

a Rasio F_A (F empiris) = 9.59

Dengan $db_A = 2$

$db_d = 18$

F_A teoritis / F_A tabel pada taraf 5% = 3.55

b Rasio $F_B = 10.35$

Dengan $db_B = 2$

$db_d = 18$

F_B teoritis / F_B tabel pada taraf 5% = 3.55

c Rasio $F_{AB} = 3.06$

Dengan $db_{AB} = 4$

$db_d = 18$

F_{AB} teoritis / F_{AB} tabel pada taraf 5% = 2.93

6. Berdasarkan harga-harga yang sudah didapatkan dalam perhitungan analisa varian dua arah tersebut dapat ditabelkan pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Rangkuman Analisa Varian Dua Arah

Sumber Keragaman	Jk	db	Rk	F_e (hitung)	F_t (tabel)	Interpretasi
Kuat Arus (A)	1519.02	2	759.51	9.59	3.55	signifikan
Sudut Kampuh (B)	1638.77	2	819.39	10.35	3.55	signifikan
Interaksi A x B	968.63	4	242.16	3.06	2.93	signifikan
Dalam (d)	1425.69	18	79.21	-	-	
Total	5552.11	26	-	-	-	

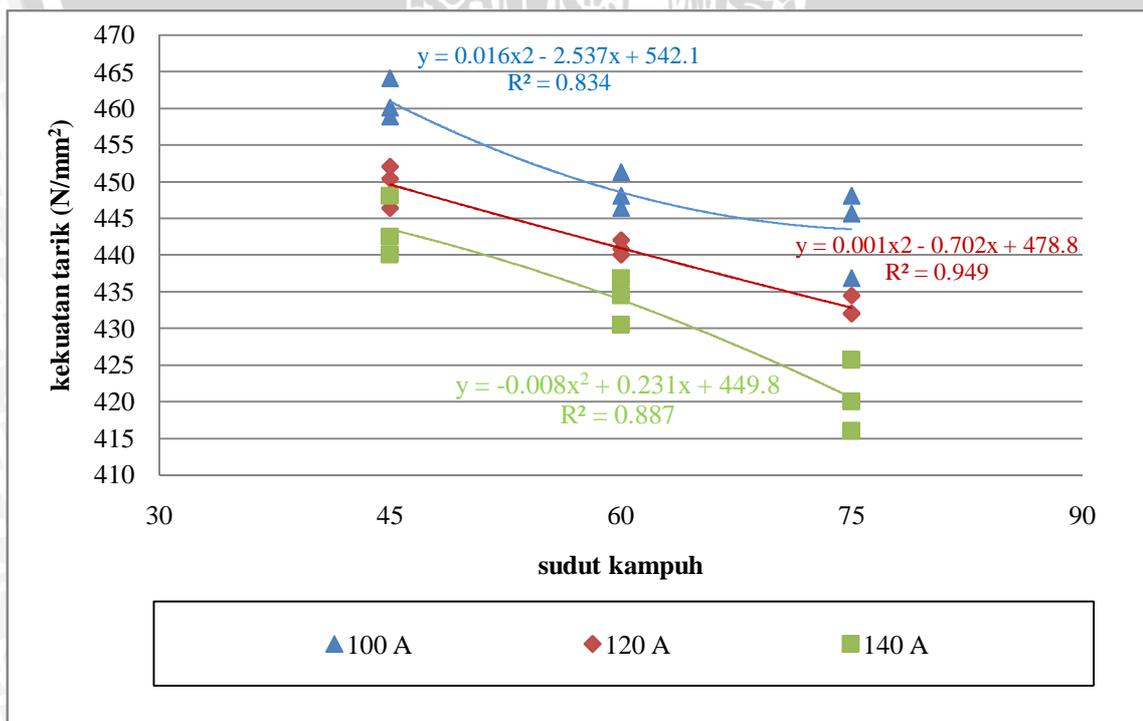
Dari tabel 4.3, dapat diperoleh kesimpulan:

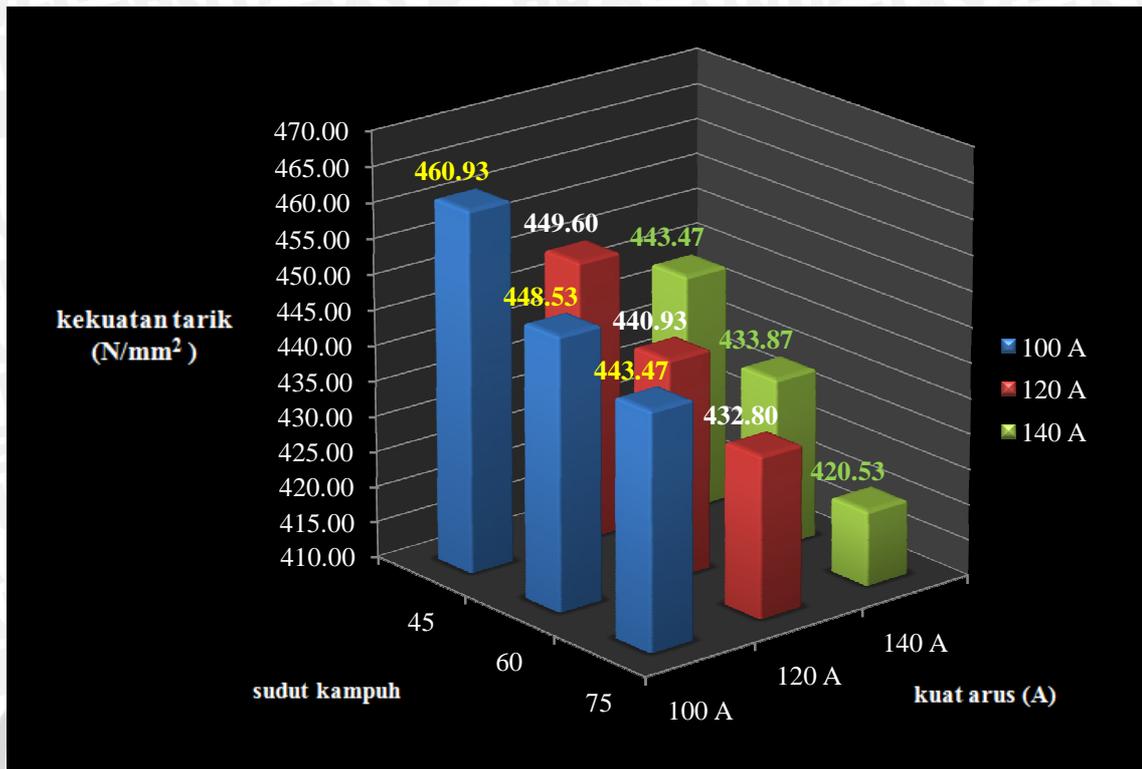
1. F_A (hitung) > F_A (tabel), maka dapat diinterpretasikan signifikan. Hal ini berarti menandakan bahwa variasi kuat arus pengelasan berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan TIG *dissimilar metal* baja St 37 dengan baja SUS 304.
2. F_B (hitung) > F_B (tabel), maka dapat diinterpretasikan signifikan. Hal ini berarti menandakan bahwa variasi sudut kampuh *single vee* berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan TIG *dissimilar metal* baja St 37 dengan baja SUS 304.
3. F_{AB} (hitung) > F_{AB} (tabel), maka dapat diinterpretasikan signifikan. Hal ini berarti menandakan bahwa interaksi antara variasi kuat arus pengelasan dan sudut kampuh *single vee* berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan TIG *dissimilar metal* baja St 37 dengan baja SUS 304.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa variasi kuat arus dan sudut kampuh *single vee* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan TIG *dissimilar metal* baja St 37 dengan baja SUS 304 dengan tingkat keyakinan 95%.

4.2.2 Analisa Grafik Pengujian Kekuatan Tarik

Grafik 4.1 : Hubungan Antara Kuat Arus dan Sudut Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik.

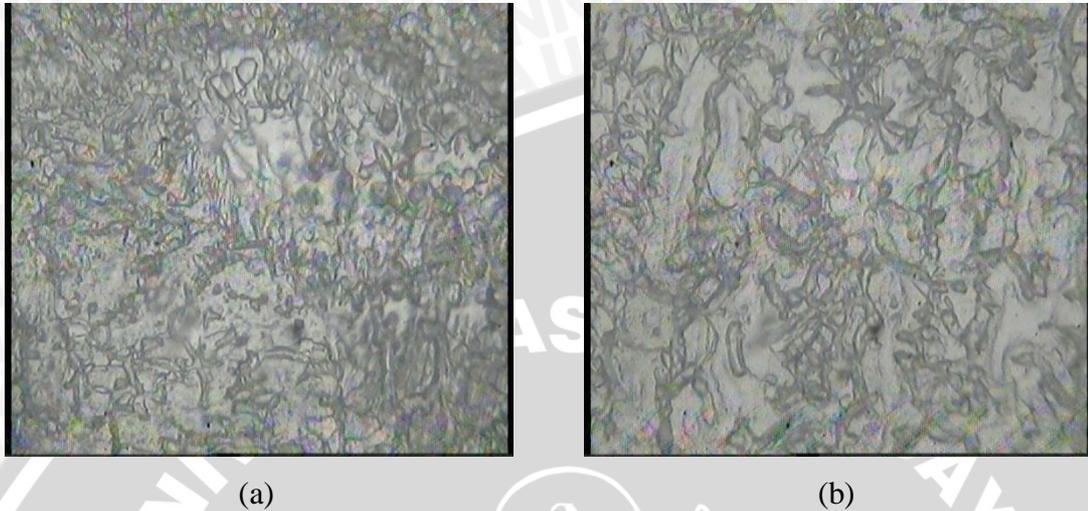




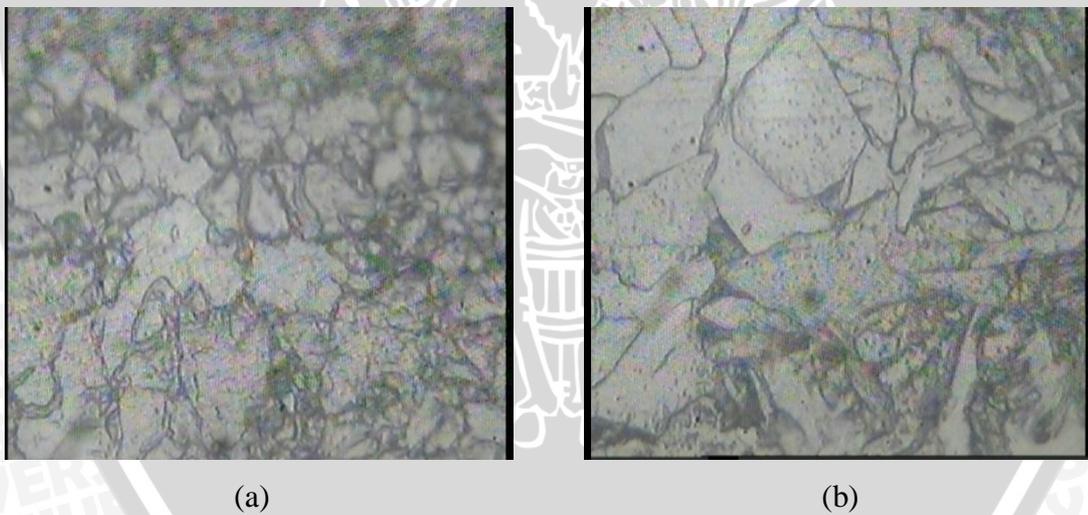
Dari hasil pengujian dan perhitungan diatas, didapat bahwa untuk pengelasan dengan kuat arus 100 A pada sudut kampuh 45° , 60° , dan 75° memiliki kekuatan tarik secara berturut-turut $460,93 \text{ N/mm}^2$; $448,53 \text{ N/mm}^2$ dan $443,47 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan untuk pengelasan dengan kuat arus 120 A pada sudut kampuh 45° , 60° , dan 75° memiliki kekuatan tarik secara berturut-turut $449,60 \text{ N/mm}^2$; $440,93 \text{ N/mm}^2$ dan $432,80 \text{ N/mm}^2$. Yang terakhir adalah untuk kuat arus pengelasan 140 A dengan sudut kampuh 45° , 60° , dan 75° didapatkan kekuatan tarik secara berturut-turut $443,47 \text{ N/mm}^2$; $433,87 \text{ N/mm}^2$ dan $420,53 \text{ N/mm}^2$.

Berdasar data yang telah diperoleh diatas, nilai kekuatan tarik yang paling tinggi dimiliki oleh spesimen dengan kuat arus pengelasan 100 A sudut kampuh 45° yaitu sebesar $460,93 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan spesimen yang memiliki kekuatan tarik paling rendah adalah spesimen dengan kuat arus pengelasan 140 A sudut kampuh 75° , yaitu sebesar $420,53 \text{ N/mm}^2$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kuat arus (140 A) dan sudut kampuh (75°) yang digunakan akan meningkatkan keuletan hasil pengelasan, sehingga kekuatan tarik yang dimiliki semakin rendah. Begitu juga sebaliknya, semakin kecil kuat arus (100 A) dan sudut kampuh (45°) yang digunakan akan meningkatkan kekerasan hasil pengelasan sehingga kekuatan tarik yang dimiliki semakin besar. Hal ini bisa dibuktikan dengan foto mikrostruktur spesimen dengan kuat arus pengelasan 100 A sudut kampuh 45° yang memiliki kekuatan tarik paling tinggi dan spesimen dengan kuat

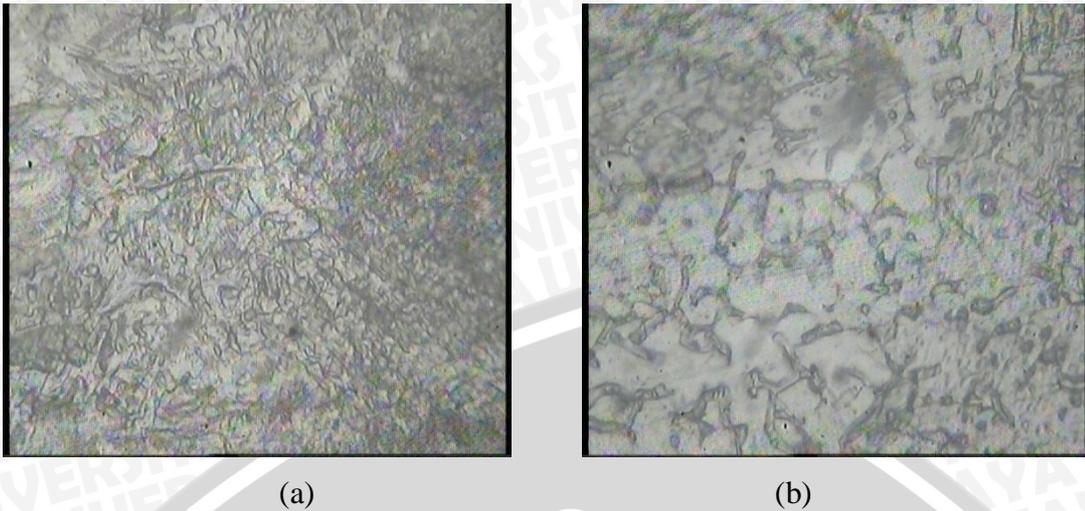
arus pengelasan 140 A sudut kampuh 75° yang memiliki kekuatan tarik paling rendah. Foto mikrostruktur tersebut diambil pada daerah sambungan las (*weld pool*), HAZ pada baja karbon St37 dan HAZ pada baja tahan karat SUS304 dengan pembesaran 400 kali.



Gambar 4.3 (a) *weld pool* spesimen kuat arus pengelasan 100 A sudut kampuh 45°
(b) *weld pool* spesimen kuat arus pengelasan 140 A sudut kampuh 75°



Gambar 4.4 (a) HAZ baja St 37 spesimen kuat arus pengelasan 100 A sudut kampuh 45°
(b) HAZ baja St 37 spesimen kuat arus pengelasan 140 A sudut kampuh 75°



Gambar 4.5 (a) HAZ baja SUS 304 spesimen kuat arus pengelasan 100 A sudut kampuh 45°
(b) HAZ baja SUS 304 spesimen kuat arus pengelasan 140 A sudut kampuh 75°

Pada foto mikrostruktur diatas menunjukkan bahwa pada spesimen dengan kuat arus pengelasan 100 A sudut kampuh 45° , struktur butir yang dihasilkan lebih halus (diameter rata-rata butiran kecil) dan lebih merata. Sedangkan spesimen dengan kuat arus pengelasan 140 A sudut kampuh 75° , struktur butir yang dihasilkan kasar (diameter rata-rata butiran besar). Semakin halus struktur butir pada baja maka baja tersebut akan semakin getas karena ikatan antar butir semakin kuat, sehingga menjadikan kekuatan tarik baja semakin baik. Begitu sebaliknya, semakin kasar struktur butir baja maka ikatan antar butir kurang kuat sehingga kekuatan tarik dari baja tersebut menjadi kurang baik karena baja tersebut cenderung lebih ulet.

Dari keseluruhan pengujian diatas, dapat dikatakan bahwa hasil dari pengujian sesuai dengan hipotesis yang menyatakan bahwa semakin besar kuat arus dan sudut kampuh pengelasan yang digunakan maka akan mengurangi kekuatan tarik hasil pengelasan yang disebabkan oleh semakin bertambah uletnya spesimen karena semakin besarnya struktur butiran yang dihasilkan pada hasil lasan. Dan kekuatan tarik tertinggi diperoleh dari spesimen dengan kuat arus pengelasan 100 A sudut kampuh 45° yaitu sebesar $460,93 \text{ N/mm}^2$.