

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

4.1.1 Data Kekuatan Tarik Aluminium Hasil Pengelasan

Dalam penelitian ini, dilakukan pengambilan data dengan melakukan pengujian tarik terhadap sambungan hasil lasan dengan metode FSW (*Friction Stir Welding*). Pengujian tarik sendiri menggunakan alat mesin uji tarik, dimana sebelumnya spesimen telah dibentuk sesuai dengan standar untuk pengujian tarik. Pada setiap pemakaian *Feed Motion* dan diameter ketirusan pin yang berbeda nantinya dapat dibentuk menjadi tiga spesimen uji tarik untuk tiga kali proses pengulangan yang nantinya diperoleh nilai rata-rata dari ketiga pengujian. Nilai yang diperoleh dari hasil uji tarik dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Hasil Uji Tarik Pada Sambungan Las

Diameter Ketirusan Pin (mm)	<i>Feed Motion</i> (Rpm)	Luas Penampang (mm ²)	Kekuatan Tarik rata – rata (MPa)
Alumunium tanpa perlakuan		31,25	135,87
6	42	31,25	83.91
	74	31,25	87.46
	98	31,25	96.1
7	42	31,25	88.44
	74	31,25	97.74
	98	31,25	101.33
8	42	31,25	95.29
	74	31,25	100.78
	98	31,25	110.44
9	42	31,25	98.34
	74	31,25	102.96
	98	31,25	112.37

4.2.2 Anova

Hipotesa:

H_0 : Tidak ada pengaruh antara diameter ketirusan pin dan *Feed Motion* terhadap kekuatan tarik sambungan hasil *friction stir welding* pada Aluminium.

H_1 : Ada pengaruh antara diameter ketirusan pin dan *Feed Motion* terhadap kekuatan tarik sambungan hasil *friction stir welding* pada Aluminium.

Data statistika induk dapat kita lihat pada tabel

Tabel 4.3 Data statistika induk perhitungan Anova Kekuatan tarik Rata-rata(MPa)

Variabel	Pengulangan	Sudut tirus				Total Baris	
		6	7	8	9		
Kecepatan Putar (rpm)	42	1	82.56	87.36	82.24	109.76	1099,52
		2	92.48	83.52	118.08	99.52	
		3	76.48	95.04	85.44	87.04	
	Jumlah		251.52	265.92	285,76	296,32	
	74	1	86.72	94.72	98.56	100.48	1166.08
		2	93.12	101.76	101.76	105.28	
		3	83.52	98.56	101.44	102.08	
	Jumlah		263.36	293.12	301.76	307.84	
	98	1	96.96	102,4	115.52	115.52	1264.03
		2	99.52	100.8	105.92	115.52	
3		91.84	100.48	110.4	109.12		
Jumlah		288.32	303,68	331.84	340,16		
Jumlah Total		803.2	862.75	919.36	944.32	3529,63	

$$JKT = 989922.07 - \frac{12458287,94}{36} = 643858.5$$

$$JKB = \left(\frac{4166458.638}{12} \right) - \frac{12458287.94}{36} = 312598.34$$

$$JKK = \left(\frac{3126430.875}{9} \right) - \frac{12458287.94}{36} = 312774.7$$

$$JK(BK) = \left(\frac{1204572}{3} \right) - \frac{4166458.638}{12} - \frac{3126430.875}{9} + \frac{12458287.94}{36} = 53003.5$$

$$JKG = 643858.5 - 312598.34 - 312774.7 - 51.4 = 18434.06$$

$$dbr_{(BARIS)} = 3 - 1 = 2$$

$$dbc_{(KOLOM)} = 4 - 1 = 3$$

$$dbr_{(INTERAKSI)} = 2 \cdot 3 = 6$$

$$dbd_{(RESIDU)} = 36 - (3 \cdot 4) = 36 - 12 = 24$$

$$dbt_{(TOTAL)} = 36 - 1 = 35$$

$$KTB = \frac{312598.34}{2} = 156299.17$$

$$KTK = \frac{312774.7}{3} = 104258.233$$

$$KT[BK] = \frac{53003.5}{6} = 8833.9$$

$$KTG = \frac{18434.06}{24} = 768.08$$

$$F_B = \frac{156299.17}{768.08} = 203.49$$

$$F_K = \frac{104258.233}{768.08} = 135.738$$

$$F_{[BK]} = \frac{8.57}{768.08} = 11.5$$

$$\alpha : 0,05$$

$$F_{B(tabel)} = 3,4$$

$$F_{K(tabel)} = 3,01$$

$$F_{[BK](tabel)} = 2,51$$

Dari perhitungan statistik menggunakan analisa varian dua arah, maka akan didapatkan data seperti yang terlihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Data ringkasan Anova

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	f hitung	f tabel
Nilai Tengah Baris	312598.34	2	156299.17	203.493	3,4
Nilai Tengah Kolom	312774.7	3	104258.23	135.738	3,01
Interaksi	51.4	6	8833.9	11.5	2,51
Galat	18434.06	24	1024.11		
Total	643858.5	35			

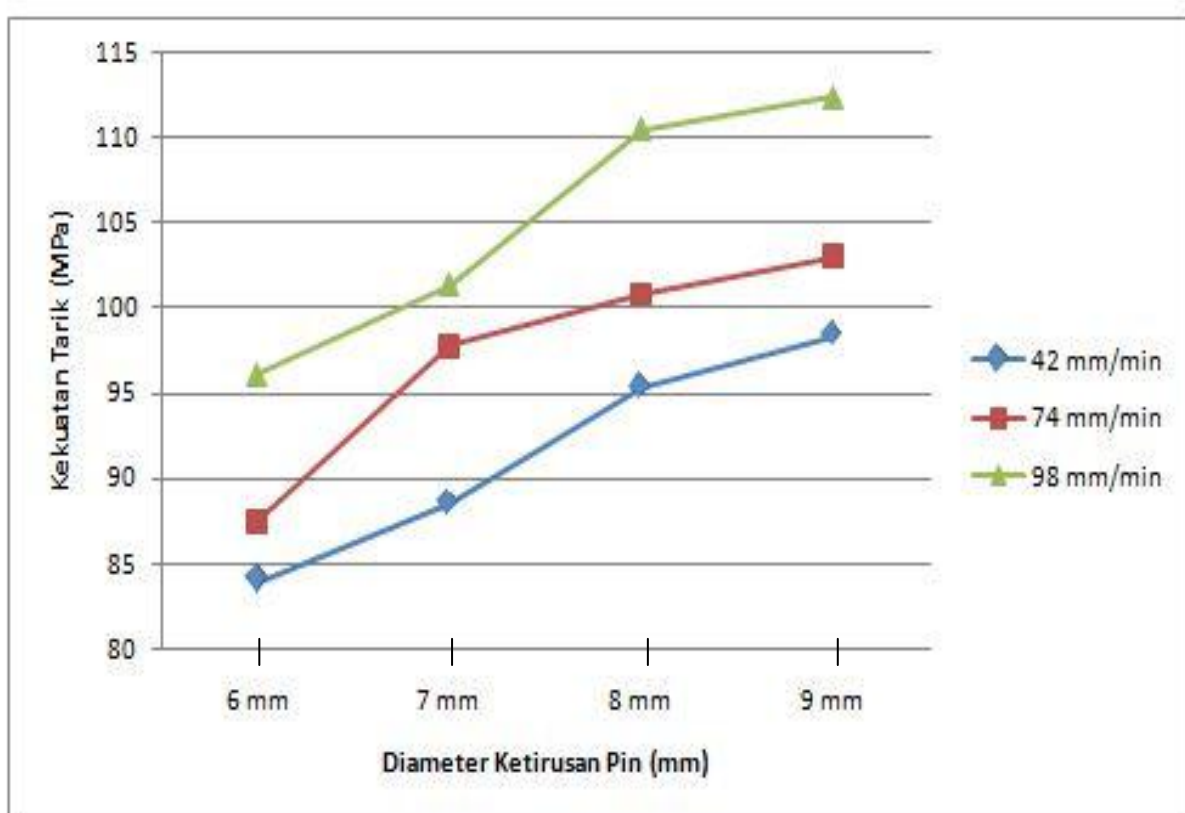
Analisa:

- $F_1 \text{ (hitung)} > F_1 \text{ (tabel)}$ atau $2m3.493 > 3,4$. Karena harga $F_1 \text{ (hitung)}$ lebih besar dari $F_1 \text{ (tabel)}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima artinya ada pengaruh antara *Feed Motion* terhadap kekuatan tarik pengelasan *friction stir welding* pada aluminium
 - $F_2 \text{ (hitung)} > F_2 \text{ (tabel)}$ atau $135.738 > 3,01$. Karena harga $F_2 \text{ (hitung)}$ lebih besar dari $F_2 \text{ (tabel)}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima artinya ada pengaruh antara diameter ketirusan pin terhadap kekuatan tarik pengelasan *friction stir welding* pada aluminium
- $F_{[BK]} \text{ (hitung)} > F_{[BK]} \text{ (tabel)}$ atau $11,5 > 2,93$. Karena harga $F_{[BK]} \text{ (hitung)}$ lebih besar dari $F_{[BK]} \text{ (tabel)}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima artinya ada interaksi pengaruh antara diameter ketirusan pin dan *feed motion* terhadap kekuatan tarik sambungan hasil *Friction stir welding* pada Aluminium.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Hubungan Antara Diameter *Shoulder* Terhadap Kekuatan Tarik sambungan las pada Aluminium

Data dari tabel 4.1 hasil uji tarik selanjutnya dijadikan grafik garis seperti dibawah ini:



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Diameter Ketirusan Pin dan Feed Motion Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Sambungan Las Aluminium.

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara diameter ketirusan pin dan Feed Motion terhadap kekuatan tarik sambungan hasil sambungan pengelasan terhadap aluminium, adapun besarnya diameter yang digunakan adalah 6, 7, 8, dan 9 mm.

Pada *Feed motion* 42 mm/menit kekuatan tarik sambungan las sebesar 83.91 MPa untuk diameter ketirusan pin 6 mm, kemudian kekuatan tarik meningkat pada diameter ketirusan pin 7 sebesar 88.44 MPa, naik lagi pada diameter ketirusan pin 8 mm menjadi sebesar 95.29 MPa dan terus meningkat pada diameter ketirusan pin 9 sebesar 98.34 Mpa.

Pada *Feed motion* 74 mm/menit kekuatan tarik sambungan las sebesar 87.46 MPa untuk diameter ketirusan pin 6 mm, kemudian kekuatan tarik meningkat pada diameter ketirusan pin 7 mm sebesar 97.74 MPa, naik lagi pada diameter ketirusan pin 8 mm menjadi sebesar 100.78 MPa dan terus meningkat pada diameter ketirusan pin 9 mm sebesar 102.96 Mpa.

Pada *Feed motion* 98 mm/menit kekuatan tarik sambungan las sebesar 96.1 MPa untuk diameter ketirusan pin 6 mm, kemudian kekuatan tarik meningkat pada diameter ketirusan pin 7 mm sebesar 101.33 MPa, naik lagi pada diameter ketirusan pin 8 mm menjadi sebesar 110.44 MPa dan terus meningkat pada diameter ketirusan pin 9 mm sebesar 112.37 Mpa.

Gambar 4.1 di atas menunjukkan bahwa kekuatan tarik terus meningkat dari diameter ketirusan pin 6 mm sampai diameter ketirusan pin 9 mm, hal ini disebabkan pada saat pengelasan menggunakan diameter ketirusan pin 6 mm bidang kontak ketirusan pin terlalu kecil sehingga panas yang dihasilkan tidak cukup untuk pemanasan awal dan pelunakan logam induk, sehingga sambungan las yang terbentuk tidak sempurna. Pada diameter ketirusan pin 7 mm kekuatan tarik sambungan mengalami peningkatan hal ini karena dengan bertambahnya bidang kontak ketirusan pin yang bersentuhan dengan logam induk maka panas yang dihasilkan akan semakin besar dan menghasilkan panas yang cukup untuk melunakan logam induk sehingga lasan yang dihasilkan lebih baik. Begitu pula pada diameter ketirusan pin 8 mm dan 9 mm kekuatan tarik sambungan terus mengalami peningkatan, hal ini karena dengan bertambahnya bidang kontak diameter ketirusan pin yang bersentuhan dengan logam induk maka panas yang dihasilkan akan semakin besar untuk melunakan alimuminium sehingga lasan yang dihasilkan lebih baik.

Pernyataan atas menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat saat dari diameter ketirusan pin 6 mm sampai diameter ketirusan pin 9 mm, hal ini disebabkan pada saat pengelasan menggunakan diameter pin 6 mm bidang kontak *pin* dengan logam induk terlalu besar pada daerah HAZ semakin tinggi masukan panas (*heat input*) maka daerah HAZ akan

semakin lebar dan akan tumbuh kristal dengan cepat yang membentuk butir – butir yang besar dapat dilihat pada hasil foto mikro pada lampiran, dimana masukan panas yang besar (*heat input*) menyebabkan terjadi perubahan fisik atau struktur dari logam induk, karena bentuk butiran yang dihasilkan terlalu besar yang dapat menyebabkan tingkat kekerasan material lebih rendah karena kerapatan butiran lebih sedikit dan material bersifat *ductile* yang menyebabkan kekuatan tarik aluminium menurun . begitu pula pada diameter pin 7 mm, 8 mm, dan 9 mm kekuatan tarik sambungan mengalami peningkatan hal ini karena dengan meningkatnya sudut tirus pin maka semakin kecil bidang kontak yang bersentuhan maka bentuk butiran yang dihasilkan semakin kecil begitu pula pada daerah HAZ tidak ditemukan adanya cacat menyebabkan tingkat kekerasan material lebih tinggi karena kerapatan butiran lebih banyak dan material bersifat *brittle* demikian pula dengan *yield strength* dipengaruhi oleh *heat input* yang diterima pada saat proses pengelasan yang selanjutnya mempengaruhi ukuran butir, semakin kecil ukuran butir maka akan semakin besar *yield strength* yang dihasilkan karena semakin besar tenaga yang digunakan untuk menarik material tersebut.

Berdasarkan pernyataan di atas menunjukkan bahwa kekuatan tarik terus meningkat seiring dengan meningkatnya *feed motion*, baik pada diameter ketirusan pin 6, 7, 8 dan 9 mm. Hal ini terjadi karena dengan semakin tingginya *feed motion* maka energi atau *heat input* yang diterima tiap panjang material akan semakin kecil sehingga perubahan struktur atau properti dari material akibat panas bisa diminimalisir.

