

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses pengelasan, pengamatan, pengukuran dan pengujian setiap spesimen benda uji, maka akan diperoleh data hasil pengujian. Data yang diperoleh dari pengujian digunakan untuk mengetahui pengaruh waktu gesek terhadap kekuatan tarik, struktur mikro, dan kekerasan. Yang akan dibahas pada bab ini.

4.1. Hasil Pengelasan Gesek Aluminium 6061 T6

Setelah dilakukan pengelasan gesek pada bahan aluminium 6061 T6, maka didapat hasil seperti gambar 4.1



Gambar 4.1 Hasil Pengelasan

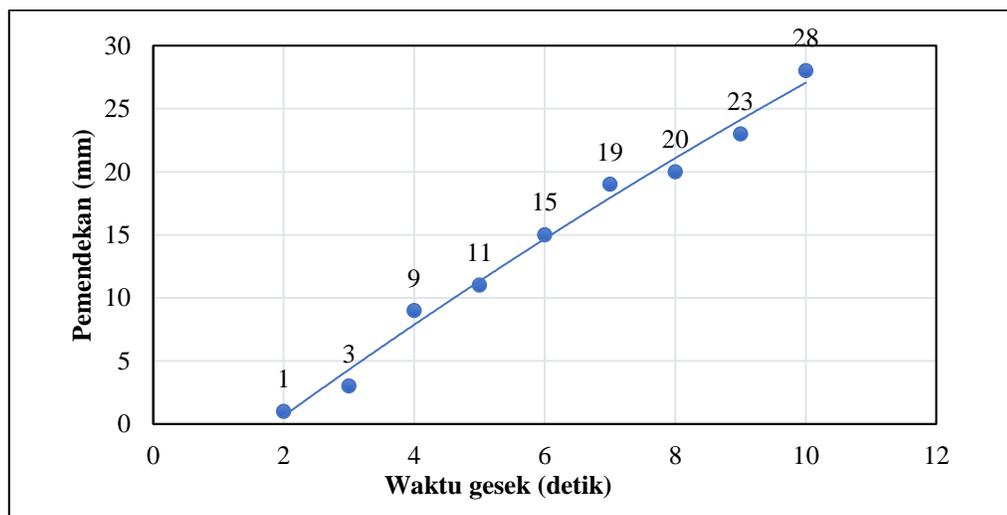
Dari gambar 4.1 adalah hasil pengelasan gesek aluminium 6061 T6 dengan metode *continuous drive friction welding*. Pengelasan dilakukan menggunakan parameter waktu gesek yang bervariasi. Waktu gesek yang digunakan yaitu 2 detik, 3 detik, 4 detik, 5 detik, 6 detik, 7 detik, 9 detik dan 10 detik. Kedua material membentuk *flash* di karena bahan aluminium sama-sama mencapai keadaan *thermoplastic*. Setelah

dilakukan pengelasan kemudian dilakukan pengukuran panjang benda uji setelah pengelasan. Hasil pemendekan sambungan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pemendekan spesimen setelah pengelasan.

No	Waktu gesek (detik)	Panjang awal (mm)	Panjang setelah pengelasan (mm)	Pemendekan (mm)
1	2	60	59	1
2	3	60	57	3
3	4	60	51	9
4	5	60	49	11
5	6	60	45	15
6	7	60	41	19
7	8	60	40	20
8	9	60	37	23
9	10	60	32	28

Dari tabel 4.1 dibuat grafik hubungan antara pemendekan yang terjadi dengan waktu gesek yang digunakan. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hubungan waktu gesek dengan pemendekan material.

Dari grafik 4.2 dapat disimpulkan bahwa waktu gesek yang diberikan sangat berpengaruh pada hasil pemendekan yang diperoleh. Semakin lama waktu gesek yang digunakan maka akan semakin besar nilai pemendekan yang diperoleh.

4.2 Hasil Struktur Mikro

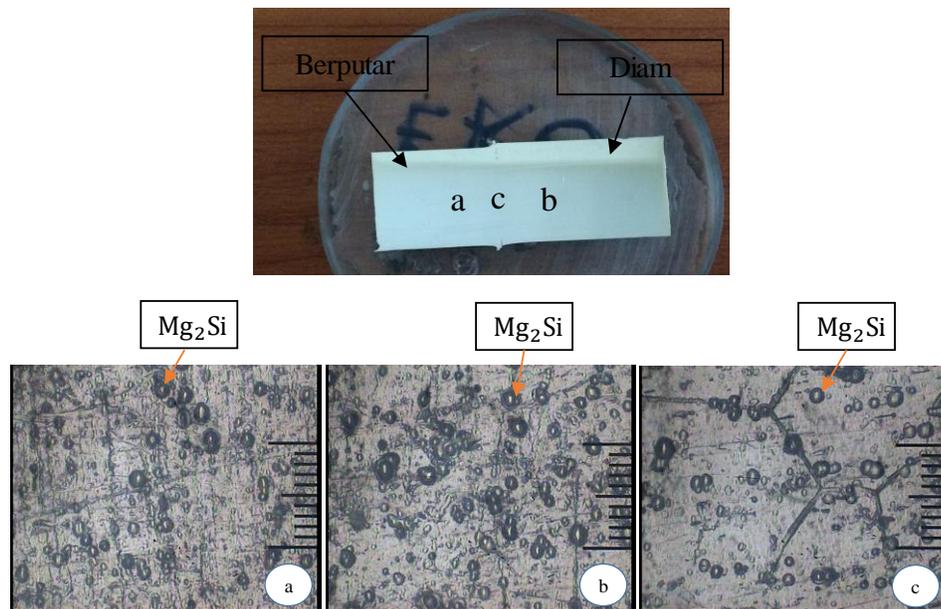
Pengamatan struktur mikro pada penelitian ini dilakukan pada sambungan dengan variasi waktu gesek 2 detik dan 65 detik. Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan bertujuan untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang terjadi pada hasil sambungan aluminium 6061 T6. Setelah mengetahui daerah yang terjadi perubahan dan mengetahui jarak masing-masing dari sambungan, data tersebut digunakan untuk pengujian kekerasan. Gambar 4.3 adalah spesimen pengujian struktur mikro.



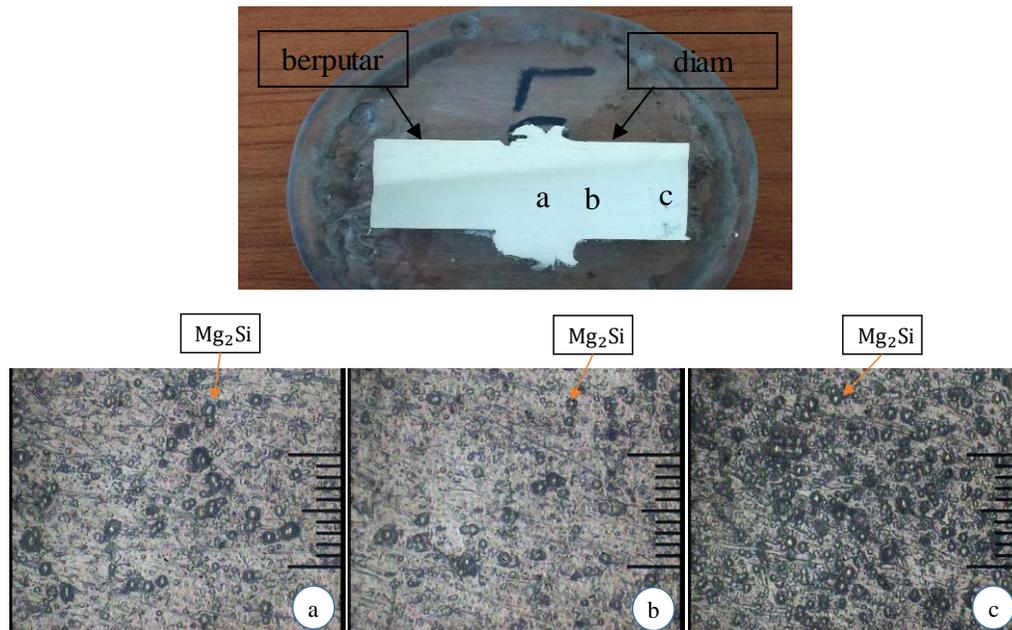
Gambar 4.3 Spesimen pengujian struktur mikro.

Setelah dilakukan pengamatan dengan mikroskop optik dan pembesaran 200x pada spesimen hasil dari penyambungan pada daerah HAZ terdapat Mg yang ditunjukkan dengan butiran-butiran hitam pada spesimen dikarenakan pengetsaan pada spesimen uji yang jaraknya berdekatan tidak seperti keadaan pada logam induk dimana Mg tersebut terlihat berjahunan dan tidak saling menumpuk, sedangkan pada daerah

sambungan butiran Mg tersebut terlihat lebih berdekatan ataupun saling menumpuk dimana daerah tersebut merupakan daerah dengan nilai kekerasannya yang kecil, atau bisa dikatakan semakin banyak tumpukan butiran Mg maka akan menurunkan nilai kekerasan pada hasil sambungan material aluminium 6061 T6 dapat dilihat pada Gambar 4.4 & 4.5.



Gambar 4.4 Hasil struktur mikro variasi waktu gesek 2 detik (a) daerah sambungan, (b) daerah HAZ, (c) daerah logam induk.

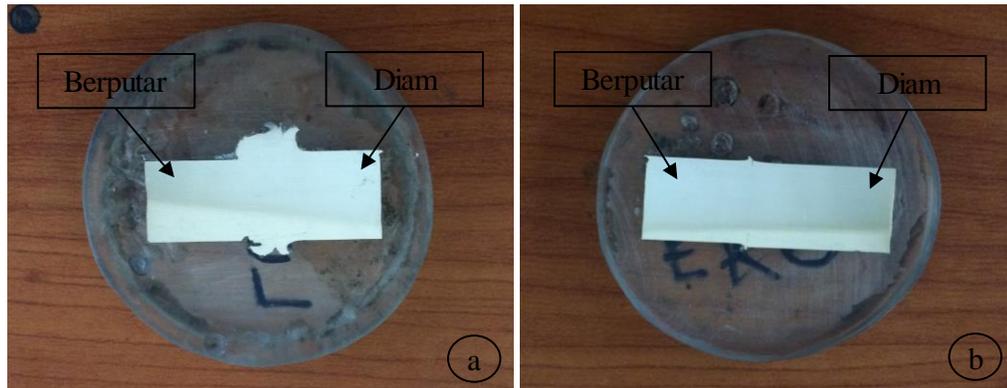


Gambar 4.5 Struktur mikro sambungan dengan variasi waktu gesek 6 detik (a) Daerah HAZ aluminium berputar. (b) Daerah HAZ aluminium diam. (c) Daerah sambungan.

Dari hasil struktur mikro dijelaskan bahwa pada parameter variasi waktu gesek 6 detik pada daerah sambungan terlihat lebih banyak tumpukan butiran Mg jika dibandingkan dengan parameter variasi waktu gesek 2 detik.

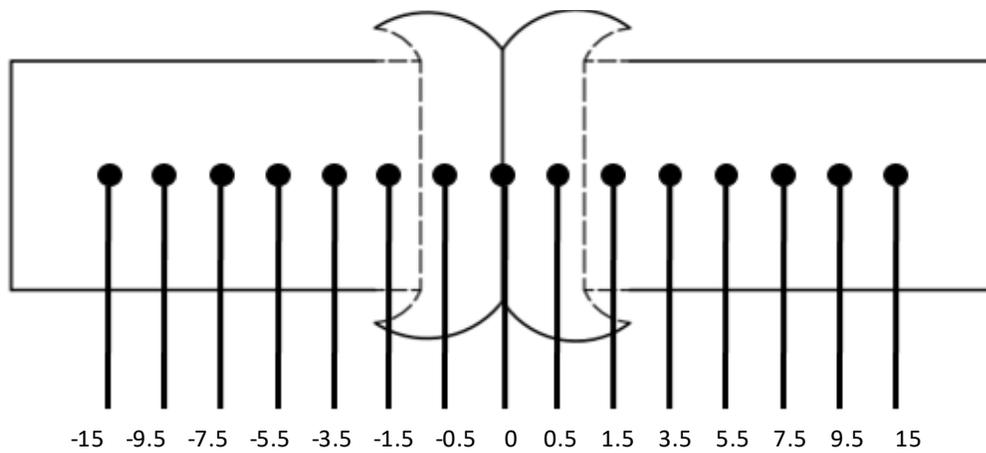
4.3. Pengujian Kekerasan.

Dari pengujian struktur mikro yang sudah dilakukan maka dapat diketahui posisi untuk melakukan pengujian kekerasan. Pada pengujian kekerasan ditentukan posisi titik kekerasan untuk pengambilan data. Ada 15 titik yang akan diambil kekerasannya. Penentuan titik kekerasan dimulai dari 0 kekanan 0.5, 1.5, 3.5, 5.5, 7.5, 9.5, 15 dan setelah itu kekiri -0.5, -1.5, -3.5, -5.5, -7.5, -9.5, -15. Penentuan titik spesimen dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.6 Spesimen uji kekerasan (a) Variasi waktu gesek 6 detik.

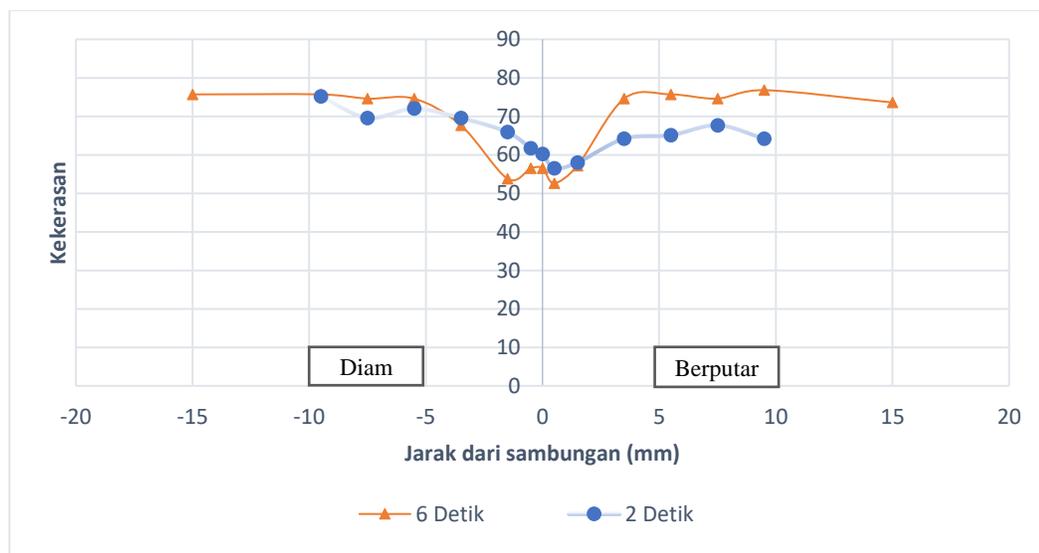
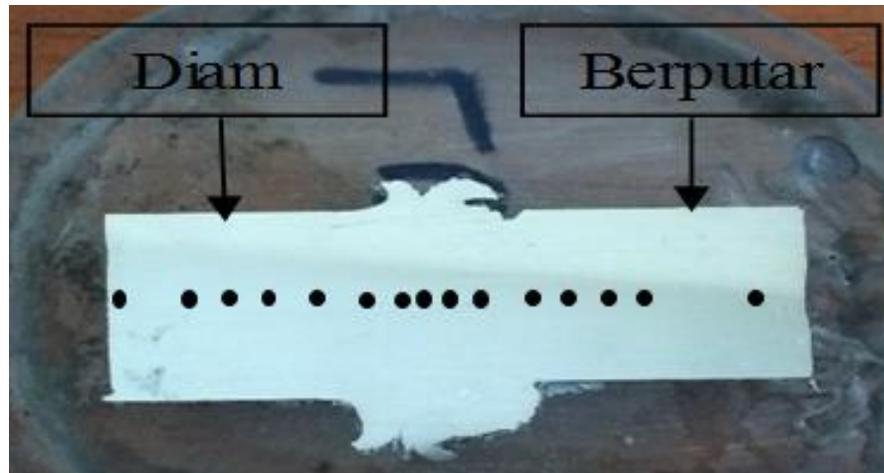
(b) Variasi waktu gesek 2 detik.



Gambar 4.7 Titik pengujian spesimen.

Tabel 4.2 Hasil kekerasan variasi sambungan waktu gesek 6 detik dan 2 detik.

No	Variasi	Jarak dari sambungan	d ₁ (μm)	d ₂ (μm)	d _{rata-rata} (μm)	Kekerasan (VHN)	
1	6 detik	Berputar	15.0 mm	71.0	71.0	71.00	73.6
			9.5 mm	70.0	69.0	69.50	76.8
			7.5 mm	70.0	71.0	70.50	74.6
			5.5 mm	70.0	70.0	70.00	75.7
			3.5 mm	71.0	70.0	70.50	74.6
			1.5 mm	80.0	81.0	80.50	57.2
			0.5 mm	85.0	83.0	84.00	52.6
		0.0 mm	80.0	82.0	81.00	56.5	
		Diam	0.5 mm	81.0	81.0	81.00	56.5
			1.5 mm	83.0	83.0	83.00	53.8
			3.5 mm	74.0	74.0	74.00	67.7
			5.5 mm	70.0	71.0	70.50	74.6
			7.5 mm	71.0	70.0	70.50	74.6
			9.5 mm	70.0	70.0	70.00	75.7
15.0 mm	79.0		71.0	70.00	75.7		
2	2 detik	Berputar	9.5 mm	76.0	76.0	76.00	64.2
			7.5 mm	75.0	73.0	74.00	67.7
			5.5 mm	76.0	75.0	75.50	65.1
			3.5 mm	76.0	76.0	76.00	64.2
			1.5 mm	80.0	80.0	80.00	58.0
			0.5 mm	82.0	80.0	81.00	56.5
		0.0 mm	80.0	77.0	78.50	60.2	
		Diam	0.5 mm	79.0	76.0	77.50	61.7
			1.5 mm	76.0	74.0	75.00	65.9
			3.5 mm	74.0	72.0	73.00	69.6
			5.5 mm	73.5	70.0	71.75	72.0
			7.5 mm	73.0	73.0	73.00	69.6
			9.5 mm	71.5	69.0	70.25	75.2



Gambar 4.8 Grafik hasil pengujian kekerasan

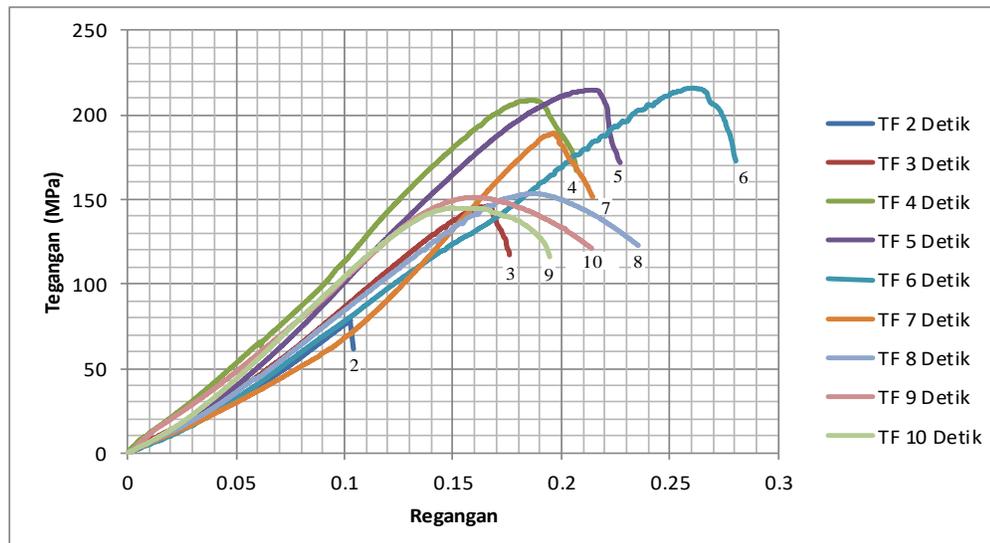
Dari gambar 4.8 dapat dilihat bahwa terjadi perubahan pada masing-masing spesimen uji nilai kekerasan turun seiring semakin dekatnya dengan daerah sambungan. Pada daerah aluminium dengan variasi waktu gesek 6 detik terlihat mengalami penurunan pada nilai kekerasan yang lebih besar, bila dibandingkan daerah aluminium dengan variasi waktu gesek 2 detik. Nilai kekerasan terendah pada sambungan variasi waktu gesek 6 detik adalah 52,6 VHN dimana daerah tersebut berada pada daerah sambungan las dan nilai kekerasan tertinggi adalah 76,8 VHN

dimana daerah tersebut berada pada daerah logam induk. Sedangkan pada variasi waktu gesek 2 detik nilai terendah jatuh pada daerah sambungan las dengan nilai kekerasan 56,5 VHN sedangkan pada nilai kekerasan tertinggi jatuh pada daerah logam induk dengan nilai kekerasan 75,2 VHN.

4.4 Hasil Pngujian Kekuatan Tarik.

Pengujian kekuatan tarik dilakukan pada setiap spesimen yang telah disambung dengan variasi waktu gesek yang berbeda-beda. Sebelum spesimen diuji kekuatan tarik maka dilakukan proses pembubutan untuk menghilangkan *flash* dan membentuk dimensi spesimen uji tarik sesuai standar JIS Z 2201.

Setelah proses pembubutan selesai dilanjutkan dengan pengujian kekuatan tarik. Pengujian kekuatan tarik dilakukan secara berurutan mulai dari variasi waktu gesek 2 detik sampai variasi waktu gesek 10 detik. Pengujian dilakukan di laboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta menggunakan mesin bertipe GT-7001-LC50. Hasil pengujian kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar 4.9 grafik hubungan antara tegangan dan regangan.



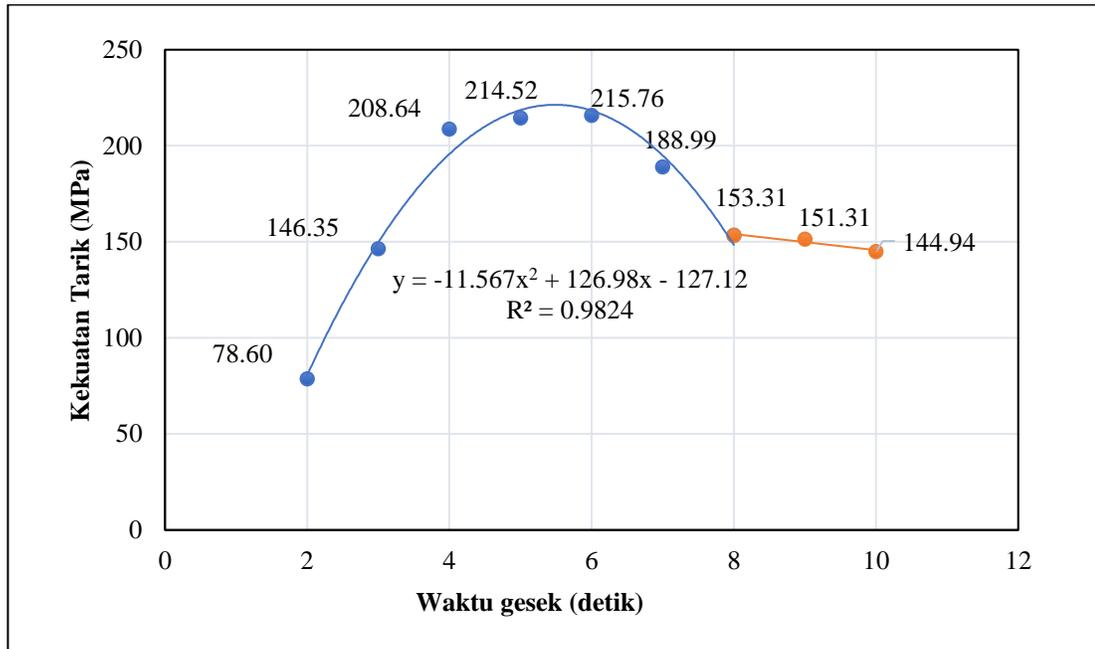
Gambar 4.9 Grafik hubungan tegangan dan regangan pada setiap parameter.

Dari pengamatan gambar 4.9 diketahui bahwa grafik tegangan regangan dari setiap sambungan memiliki karakteristik yang sama. Dari grafik yang terlihat pada gambar 4.9 menandakan bahwa patahan bersifat ulet. Grafik dari hubungan tegangan dan regangan dapat digunakan untuk mengetahui tegangan maksimum atau kekuatan tarik maksimum yang dihasilkan. Hasil kekuatan tarik maksimum disetiap spesimen dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil tengujian tarik

No	Parameter				Kekuatan tarik (Mpa)
	Tekanan gesek (Mpa)	Waktu gesek (detik)	Tekanan <i>upset</i> (Mpa)	Waktu <i>upset</i> (detik)	
1	30	2	70	2	78,60
2		3			146,35
3		4			208,64
4		5			214,52
5		6			215,76
6		7			188,99
7		8			153,31
8		9			151,31
9		10			144,94

Dari tabel 4.3 dapat diketahui bahwa kekuatan tarik maksimum terjadi pada waktu gesek 6 detik, Sedangkan kekuatan tarik terendah diperoleh pada variasi waktu gesek 2 detik. Dari data Tabel 4.3 juga dapat dibuat grafik hubungan antara parameter waktu gesek dengan kekuatan tarik yang didapat. Dari grafik tersebut dapat diketahui pengaruh dari besarnya waktu gesek terhadap kekuatan tarik sambungan aluminium 6061 T6 Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik hubungan waktu gesek dan kekuatan tarik.

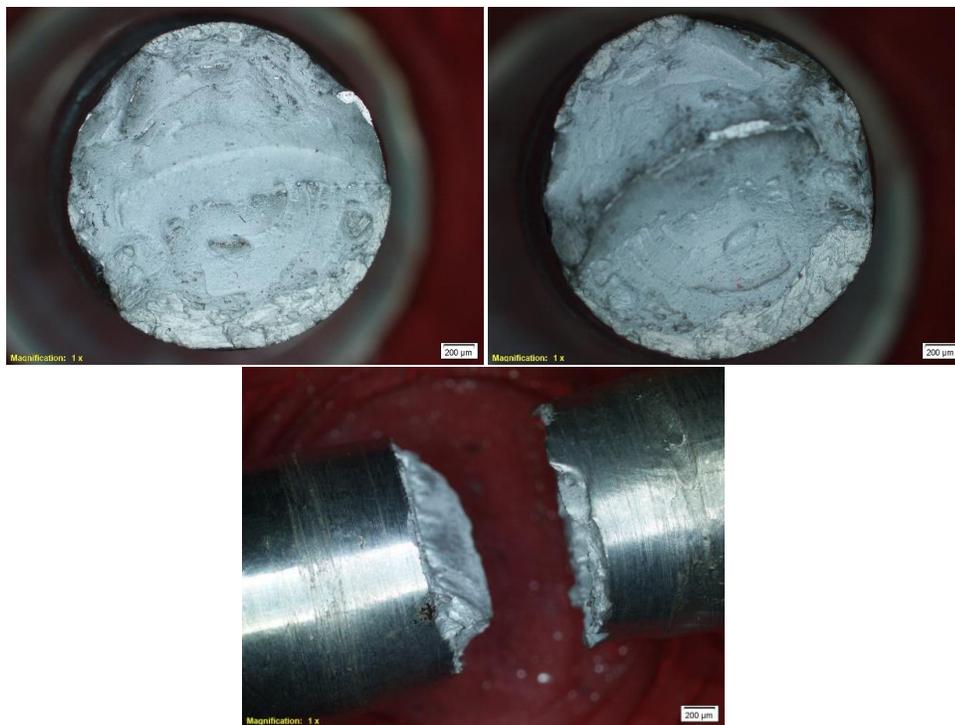
Dari gambar 4.10 dapat diketahui bahwa besarnya waktu gesek yang diberikan memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik yang diperoleh. Hal ini dapat dijelaskan bahwa mula-mula kekuatan tarik bergerak naik seiring bertambahnya waktu gesek yang digunakan, namun setelah mencapai titik kekuatan tarik maksimumnya, nilai kekuatan tarik mulai bergerak turun dengan semakin besarnya waktu gesek yang digunakan. Hasil kekuatan tarik tertinggi pada penelitian ini adalah 215,76 MPa dengan variasi waktu gesek 6 detik, sedangkan kekuatan tarik terendah nilai kekuatan tariknya 78,60 MPa dengan variasi waktu gesek 2 detik.

Dari penelitian sebelumnya dari Wicaksana, dkk (2016) tentang sifat mekanik dan stuktur mikro sambungan las aluminium 6061 hasil *friction welding*. Dari penelitian tersebut diperoleh nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 15,86 N/mm² dengan variasi sudut *chamfer* 30° dan waktu gesek 120 detik, kekuatan tarik tertinggi yang disebabkan karena hasil dari gesekan tidak seluruhnya terdorong keluar membentuk flas melainkan mengisi sudut *chamfer* sehingga meningkatkan daerah lasannya. Sedangkan pada penelitian ini dihasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi 215,76

MPa dengan waktu gesek 6 detik. Dapat dijelaskan bahwa variasi dalam penelitian ini dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik dari penelitian sebelumnya. Dari hasil sambungan pada penelitian ini terdapat pemendekan yang dipengaruhi oleh waktu gesek yang digunakan. Sehingga pemendekan dapat pula dihubungkan dengan kekeuatan tarik yang sama-sama dipengaruhi oleh waktu gesek. Hubungan tersebut dapat dikatakan bahwa semakin besar pemendekan yang terjadi ternyata tidak sebanding dengan besarnya kekuatan tarik yang didapatkan.

4.5 Fraktografi

Setelah dilakukan pengujian tarik terhadap sambungan pengelasan dihasilkan patahan penampang yang dapat diamati. Hal ini bertujuan untuk mengetahui dari penyebab patahnya sambungan saat pengujian tarik. Pada pengamatan penelitian ini patahan yang diamati hanya pada hasil kekuatan tarik tertinggi dan terendah, yaitu pada variasi waktu gesek 6 detik dan waktu gesek 2 detik. Hasil patahan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil patahan uji tarik variasi waktu gesek 6 detik.

Pada hasil patahan dengan variasi waktu gesek 6 detik, terlihat bahwa hasil pahatan tidak putus pada sambungan pengelasan. Hal tersebut dikarenakan pada saat proses pengelasan gesek aliran panas dari hasil gesekan mengalir secara merata sehingga permukaan kedua aluminium dapat menyatu dengan baik dan menghasilkan sambungan yang ulet dan kekuatan tarik yang tertinggi.



Gambar 4.12 Hasil patahan uji tarik variasi waktu gesek 2 detik.

Pada hasil patahan pengelasan gesek dengan variasi waktu gesek 2 detik terlihat hasil patahan terjadi pada sambungan. Hal tersebut dikarenakan waktu gesek yang diberikan terlalu singkat sehingga panas yang dihasilkan dari gesekan kurang merata. Maka kedua permukaan aluminium tidak menyatu dan terlihat hanya menempel.