

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pengujian Kekuatan Tarik

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan Las Gesek Al-Mg-Si

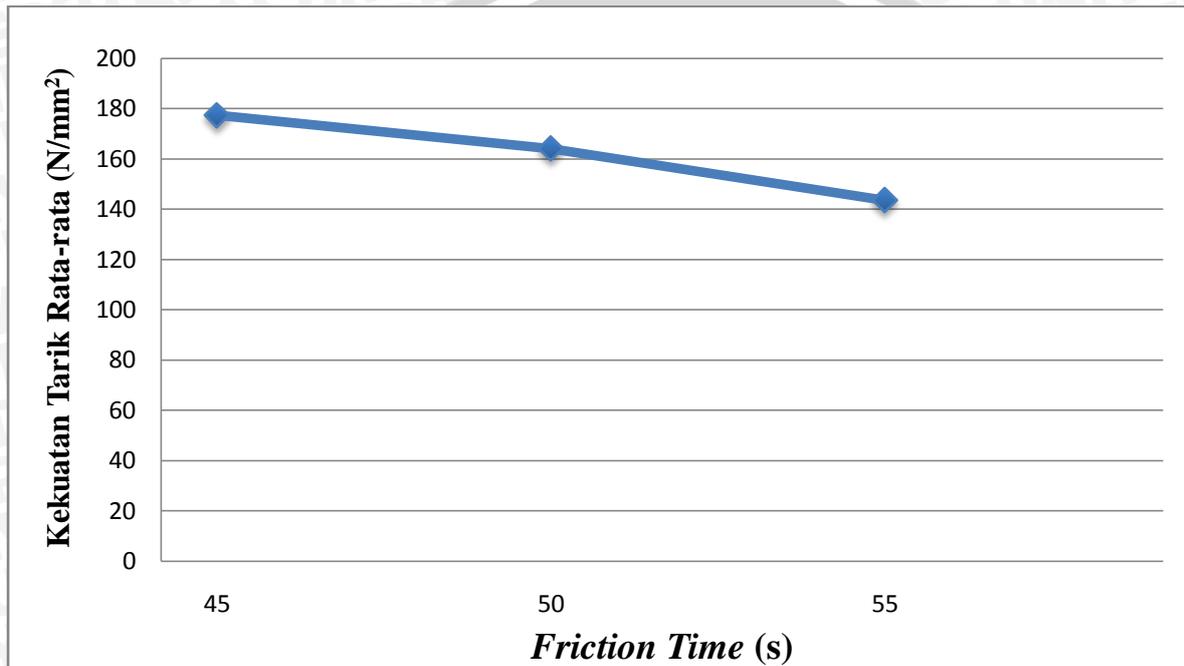
No	Sudut Chamfer	Friction Time	Pengulangan	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Kekuatan Tarik Rata-rata (N/mm ²)	
1	0°	45	1	172,644	177,302	
			2	177,234		
			3	182,029		
		50	1	179,239	164,083	
			2	159,198		
			3	153,813		
	55	50	1	84,331	143,589	
			2	165,266		
			3	181,169		
		45	1	184,138	197,03	
			2	201		
			3	205,953		
2	11,5°	50	1	175,483	169,762	
			2	143,825		
			3	189,98		
		55	1	80,179	141,601	
			2	178,79		
			3	165,835		
	45	50	1	170,548	180,025	
			2	194,513		
			3	175,015		
		55	1	172,766	173,613	
			2	158,024		
			3	190,047		
3	15°	50	1	154,584	148,756	
			2	126,551		
			3	165,135		
		55	1	165,872	163,173	
			2	179,982		
			3	143,667		
	4	30°	50	1	119,525	128,601
				2	132,02	
				3	134,261	
			55	1	123,52	152,347
				2	167,704	
				3	165,818	



4.2 Pembahasan

4.2.1 Hubungan Variasi *Friction Time* Terhadap Kekuatan Tarik pada Spesimen dengan Sudut *Chamfer* 0°

Pada pengujian tarik didapat nilai kekuatan tarik rata-rata pada sambungan las gesek aluminium paduan Al-Mg-Si dengan variasi *friction time* pada sudut *chamfer* 0° . Dari data pengujian tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.1

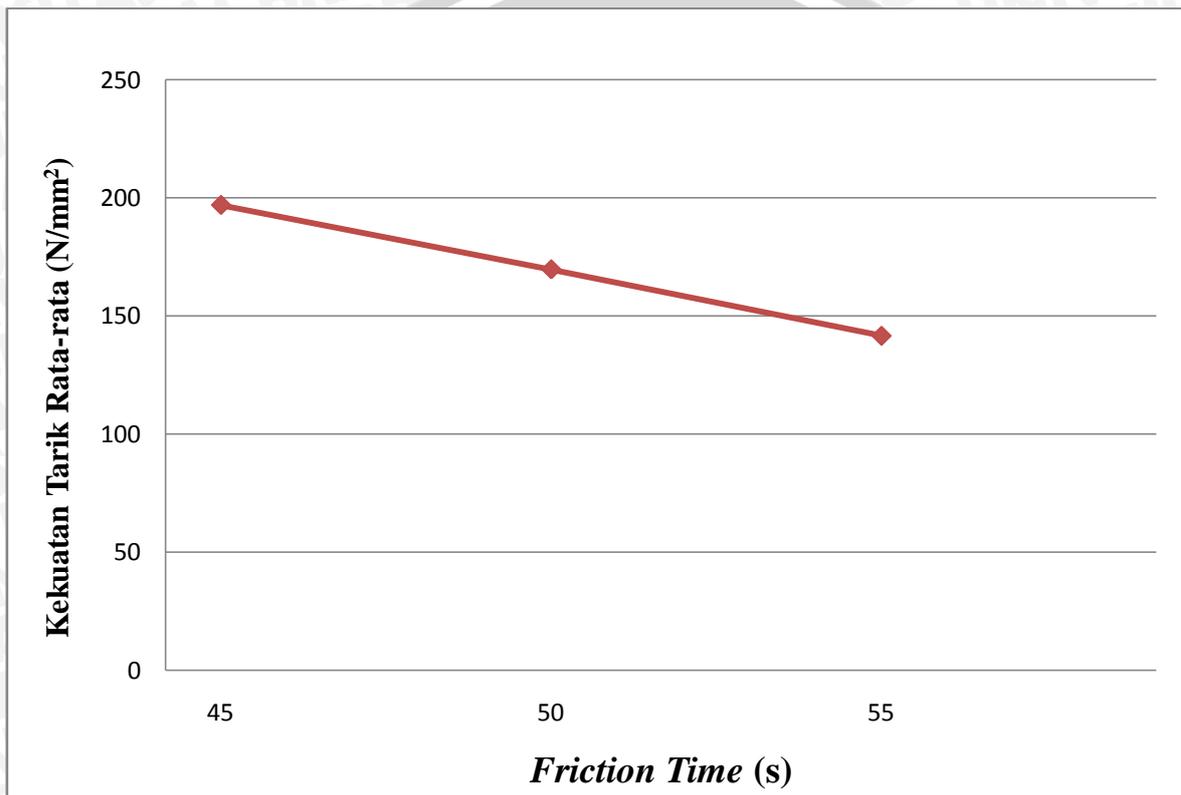


Gambar 4.1 Grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 0°

Melalui analisa perhitungan data dapat disajikan grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 0° . Pada gambar 4.1 grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 0° , dapat diketahui kekuatan tarik tertinggi dan terendah pada spesimen dengan sudut *chamfer* 0° . Kekuatan tarik rata-rata tertinggi pada *friction time* 45 detik dengan kekuatan tarik $177,303 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan nilai kekuatan tarik rata-rata terendah pada *friction time* 55 detik. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama *friction time* maka kekuatan tariknya akan menurun dan menunjukkan *friction time* mempunyai pengaruh terhadap kekuatan tarik dari sambungan las gesek. Karena semakin lama *friction time*, masukan panas (*heat input*) juga akan semakin besar yang menyebabkan daerah HAZ semakin luas atau besar sehingga kekuatan tariknya akan mengalami penurunan

4.2.2 Hubungan Variasi *Friction Time* terhadap Kekuatan Tarik pada Spesimen dengan Sudut *Chamfer* 11,5°

Dari hasil pengujian kekuatan tarik di dapat nilai rata-rata kekuatan tariknya bisa dilihat pada tabel 4.1 untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5°. Dari data tersebut bisa ditampilkan dalam bentuk grafik. Seperti pada gambar 4.2 grafik dari hasil pengujian tarik dengan sudut *chamfer* 11,5°.

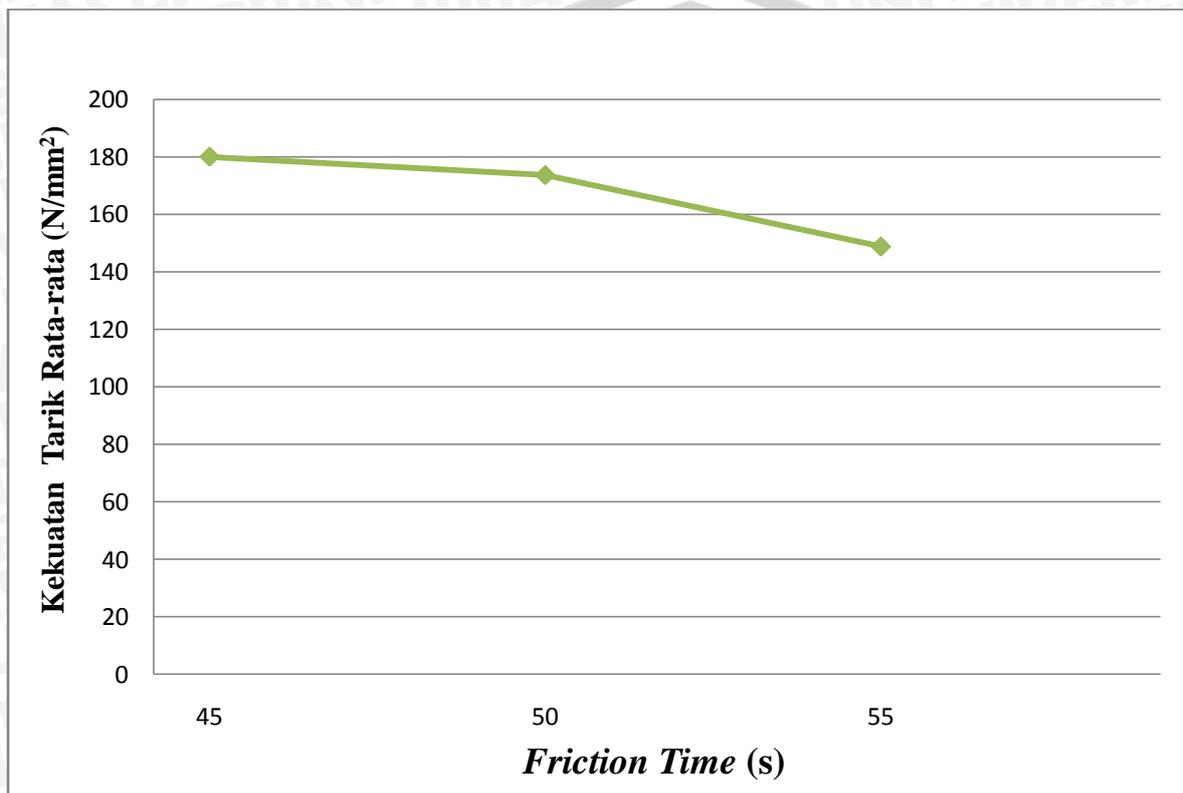


Gambar 4.2 Grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5°

Dari hasil pengolahan data dapat disajikan grafik seperti pada gambar 4.2 grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5°. Dari grafik ini diperoleh nilai kekuatan tarik rata-rata tertinggi dan terendah. Untuk kekuatan tarik tertinggi pada *friction time* 45 detik sebesar 197,031 N/mm². Sedangkan untuk kekuatan tarik rata-rata terendah pada *friction time* 55 detik sebesar 141,601 N/mm². Hal ini membuktikan bahwa *friction time* mempunyai pengaruh terhadap kekuatan tarik dari sambungan las gesek Al-Mg-Si. Semakin lama *friction time* kekuatan tariknya semakin menurun, karena panas yang diterima saat proses pengelasan gesek semakin tinggi. Sehingga menyebabkan luas daerah HAZ semakin besar dan menyebabkan kekuatan tariknya menurun.

4.2.3 Hubungan Variasi *Friction Time* terhadap Kekuatan Tarik pada Spesimen dengan Sudut *Chamfer* 15°

Berdasarkan hasil dari pengujian tarik didapat nilai kekuatan tarik rata-rata dari sambungan las Al-Mg-Si dengan variasi *friction time* dan pada sudut *chamfer* 15°. Dari hasil pengujian itu bisa ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.3

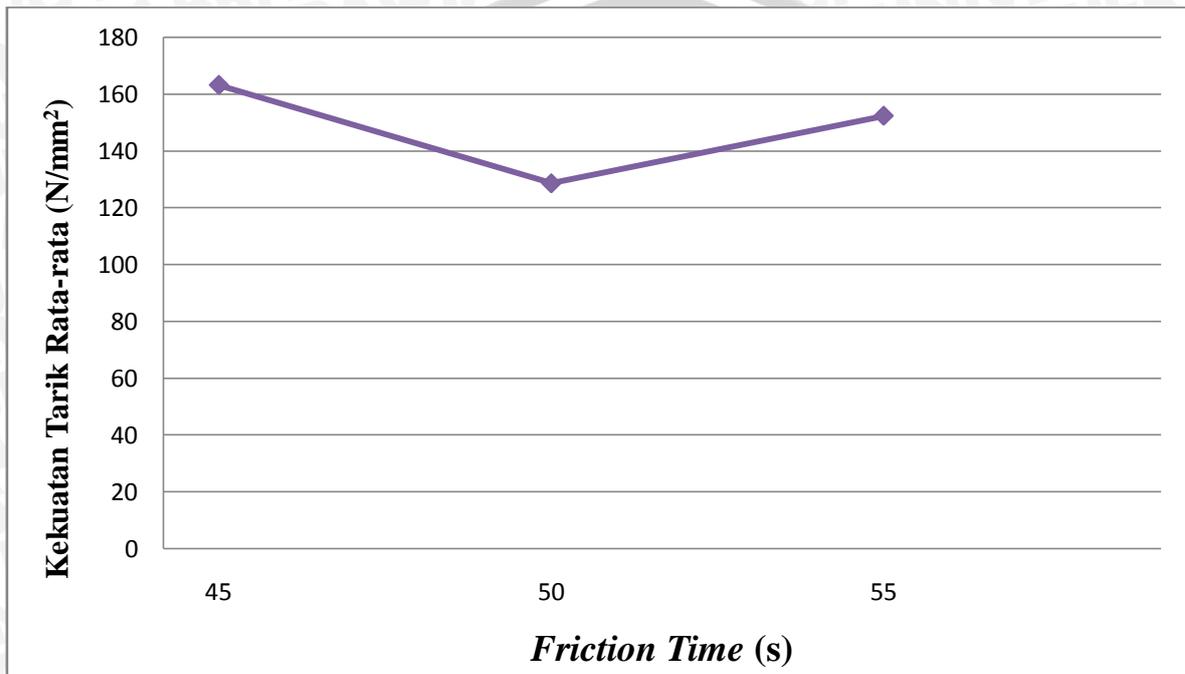


Gambar 4.3 Grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 15°

Pada gambar 4.3 grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 15°. Dari grafik tersebut dapat diketahui nilai kekuatan tarik rata-rata tertinggi dan kekuatan tarik rata-rata terendah dari hasil sambungan las gesek Al-Mg-Si. Dari gambar 4.3 bisa dilihat bahwa kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen dengan *friction time* 45 detik dan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 180,025 N/mm², sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen dengan *friction time* 55 detik dan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 148,757 N/mm². Ini menunjukkan bahwa *friction time* sangat mempengaruhi kekuatan tarik dari sambungan las gesek. Sehingga *friction time* harus seminimal mungkin untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik tinggi pada sambungan las gesek tinggi.

4.2.4 Hubungan Variasi *Friction Time* terhadap Kekuatan Tarik pada Spesimen dengan Sudut *Chamfer* 30°

Data hasil kekuatan pengujian tarik dengan variasi *friction time* pada sudut *chamfer* 30°, dapat dilihat di tabel 4.1 dan pada gambar 4.4 bisa kita ketahui bentuk grafik hubungan *friction time* terhadap kekuatan tarik pada sudut *chamfer* 30°.

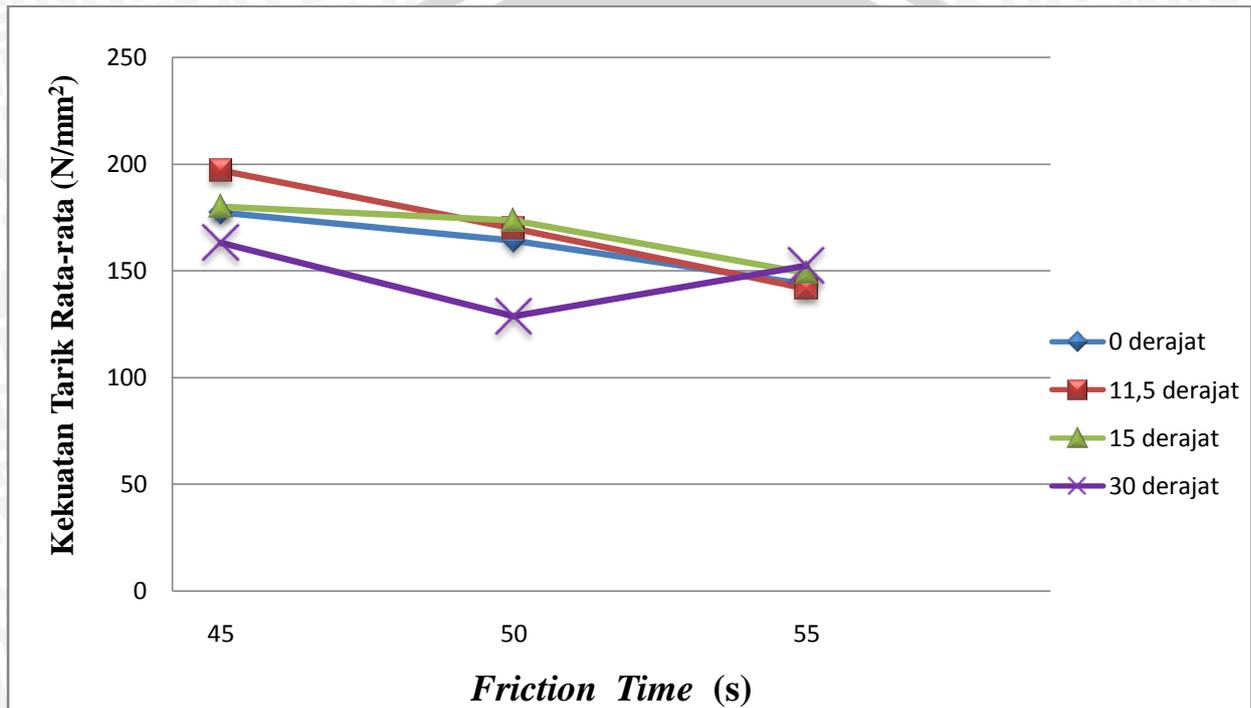


Gambar 4.4 Grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 30°

Pada gambar 4.4 grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 30°. kekuatan tarik tertinggi terletak pada *friction time* 45 detik dengan nilai 163,174 N/mm², sedangkan kekuatan tarik terendahnya terletak pada *friction time* 50 detik dengan nilai 128,602 N/mm². Dari gambar 4.4 diketahui bahwa spesimen dengan *friction time* 50 detik mempunyai kekuatan tarik rata-rata paling rendah, berbeda dengan data lainnya dengan sudut *chamfer* yang berbeda. Ini dikarenakan pada spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 mempunyai porositas seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8

4.2.5 Hubungan *Friction Time* dan Sudut *Chamfer* terhadap Kekuatan Tarik pada Sambungan Las Gesek

Dari hasil data pengujian kekuatan tarik dengan variasi *friction time* 45", 50", 55" dan variasi sudut *chamfer* 0°, 11,5°, 15°, 30° dapat diketahui kekuatan tarik rata-rata tertinggi dan kekuatan tarik rata-rata terendah. Bisa dilihat pada gambar 4.5 grafik hubungan *friction time* dan sudut *chamfer* terhadap kekuatan tarik sambungan las gesek.

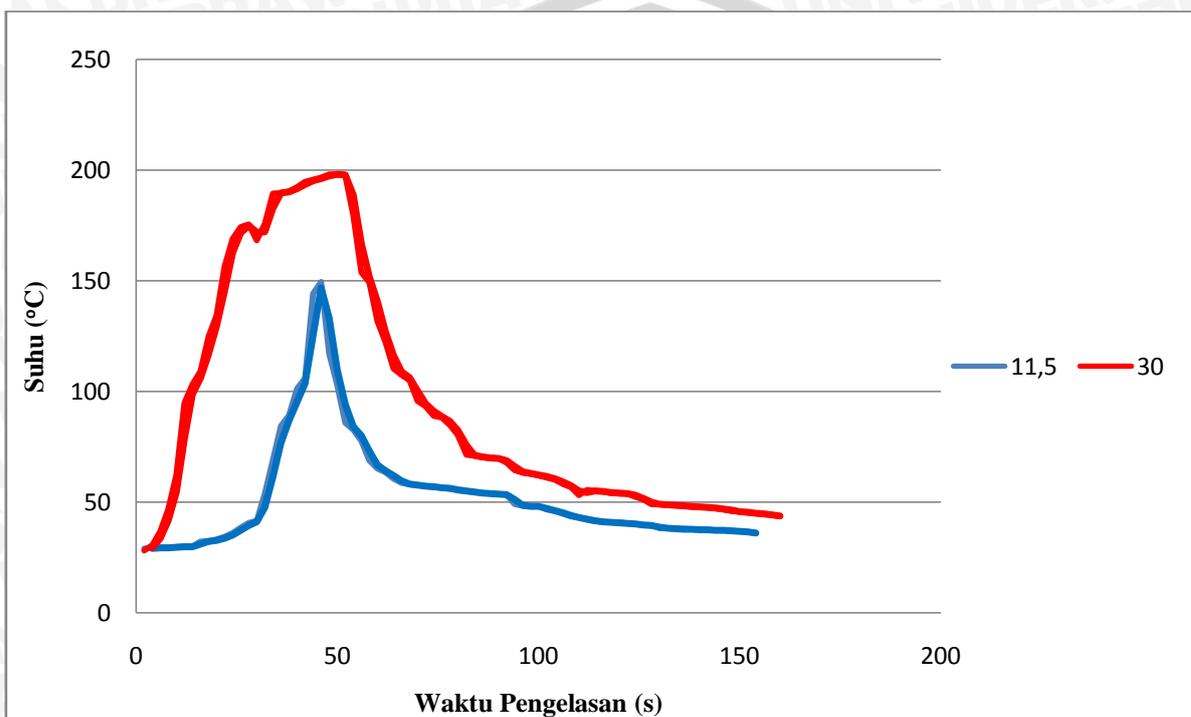


Gambar 4.5 Grafik hubungan *friction time* dan sudut *chamfer* terhadap kekuatan tarik pada sambungan las gesek

Grafik diatas adalah grafik hubungan *friction time* dan sudut *chamfer* terhadap kekuatan tarik sambungan las gesek dengan gaya tekan akhir 1000 N/mm². Dari grafik tersebut bisa diketahui nilai kekuatan tarik tertinggi dan terendah secara keseluruhan. Untuk nilai tarik tertinggi terletak pada sudut *chamfer* 11,5° dan *friction time* 45 detik dengan nilai 197,031 N/mm², sedangkan untuk nilai tarik terendah terletak pada sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 45 detik dengan nilai 128,602 N/mm². Dari sini dapat disimpulkan bahwa sudut *chamfer* dan *friction time* dapat mempengaruhi kekuatan tarik dari sambungan las gesek.

4.2.5.1 Analisa Perubahan Suhu Saat Proses Pengelasan

Dalam proses pengelasan gesek menghasilkan panas akibat dari gesekan. Panas yang dihasilkan beragam dari setiap variasi sudut *chamfer*. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6 grafik distribusi panas saat proses pengelasan gesek pada spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° dan 30°



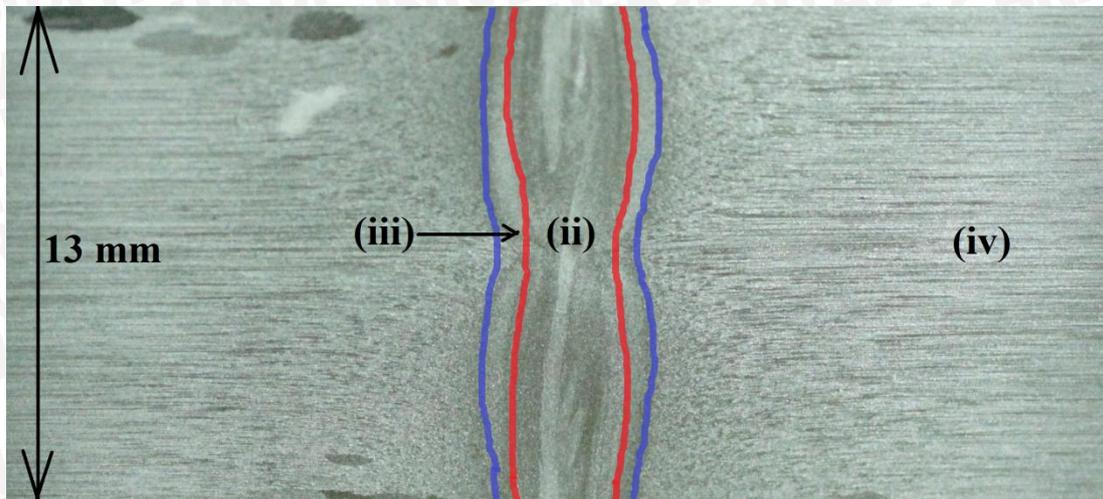
Gambar 4.6 Grafik perubahan suhu saat proses pengelasan gesek pada spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° dan 30°

Pada gambar 11 diketahui suhu maksimum yang dicapai saat proses pengelasan gesek untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° dan *friction time* 45 detik yaitu sebesar 149,4 °C. Sedangkan untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 detik yaitu sebesar 198,1°C. Jika dihubungkan dengan kekuatan tariknya, spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° dan *friction time* 45 detik kekuatan tariknya lebih besar dibandingkan spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 detik. Hal ini membuktikan bahwa sudut *chamfer* memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik dari sambungan las gesek.

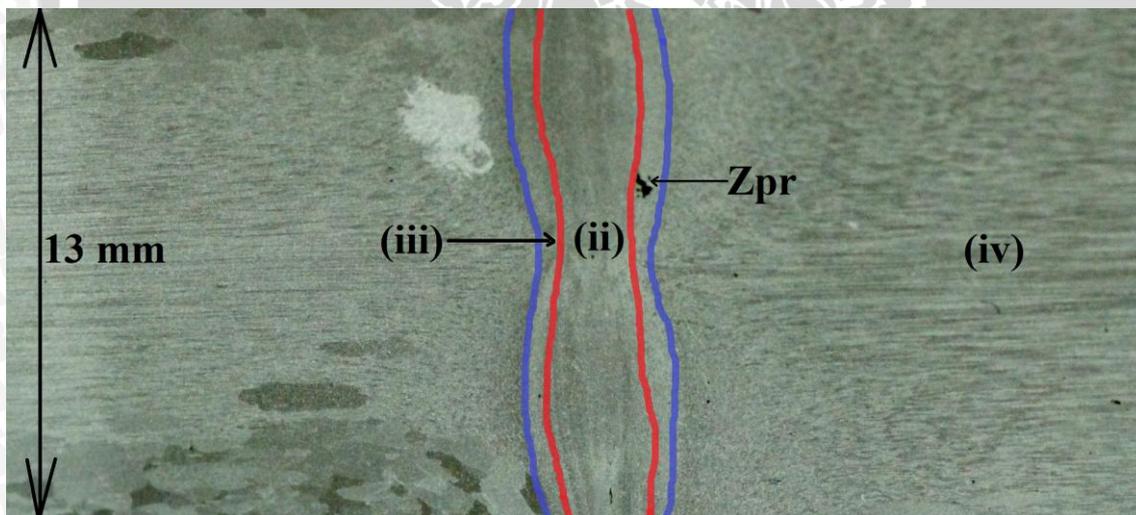
4.2.5.2 Analisa Luasan pada Daerah Hasil Las

Dari hasil foto makrostruktur dapat diketahui luasan daerah (ii) *fully plasticised zone*, (iii) *partly deformed zone*, (iv) *undeformed zone* dan Zpr (*porosity zone*). Seperti nampak pada gambar 4.7 dan gambar 4.8. Untuk kekuatan tarik tertinggi pada spesimen dengan

sudut *chamfer* $11,5^\circ$ dan *friction time* 45 detik. Sedangkan untuk kekuatan tarik terendah pada spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 detik



Gambar 4.7 Foto makrostruktur hasil las gesek spesimen dengan sudut *chamfer* $11,5^\circ$ dan *friction time* 45 detik



Gambar 4.8 Foto makrostruktur hasil las gesek spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 detik

Dari hasil foto makrostruktur dapat diketahui luasan daerah (ii), (iii), dan Zpr. Seperti pada gambar 4.7 dan gambar 4.8. Untuk kekuatan tarik tertinggi pada spesimen dengan sudut *chamfer* $11,5^\circ$ dan *friction time* 45 detik. Sedangkan untuk kekuatan tarik terendah pada spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 detik

Tabel 4.2 Luasan daerah logam las

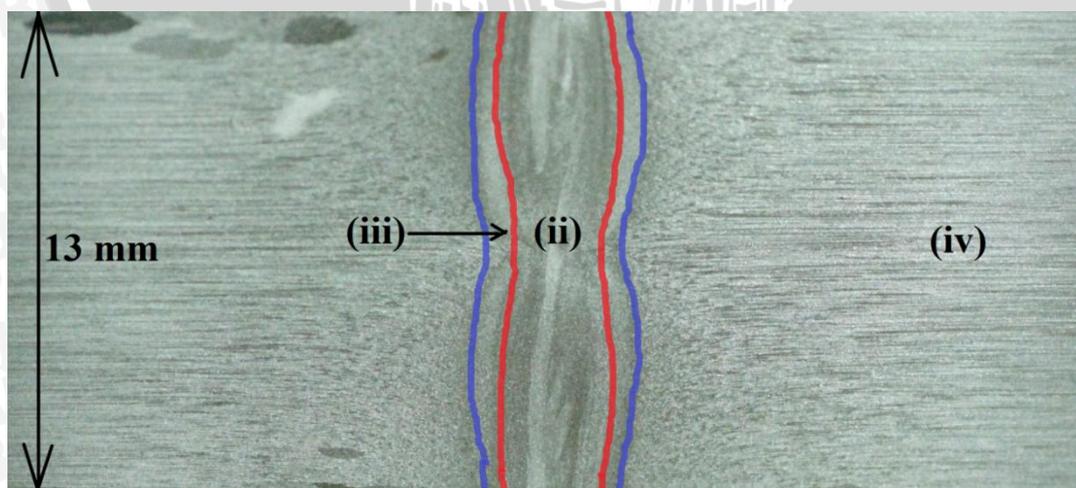
<i>Friction time</i> (s)	Sudut <i>Chamfer</i>	Luas daerah (mm ²)		
		(iii)	(ii)	Zpr
45	11,5°	17,128	36,967	0
50	30°	18,564	27,009	0,072

Pada tabel 4.2 bisa diketahui luasan daerah logam las spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° *friction time* 45 detik mempunyai daerah luasan (ii) sebesar 36,967 mm², luas (iii) sebesar 17,128 mm², dan tidak ada porositas. Sedangkan untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 30° *friction time* 50 detik memiliki luasan daerah las (ii) sebesar 27,009 mm², (iii) sebesar 18,564 mm², dan Zpr sebesar 0,072 mm².

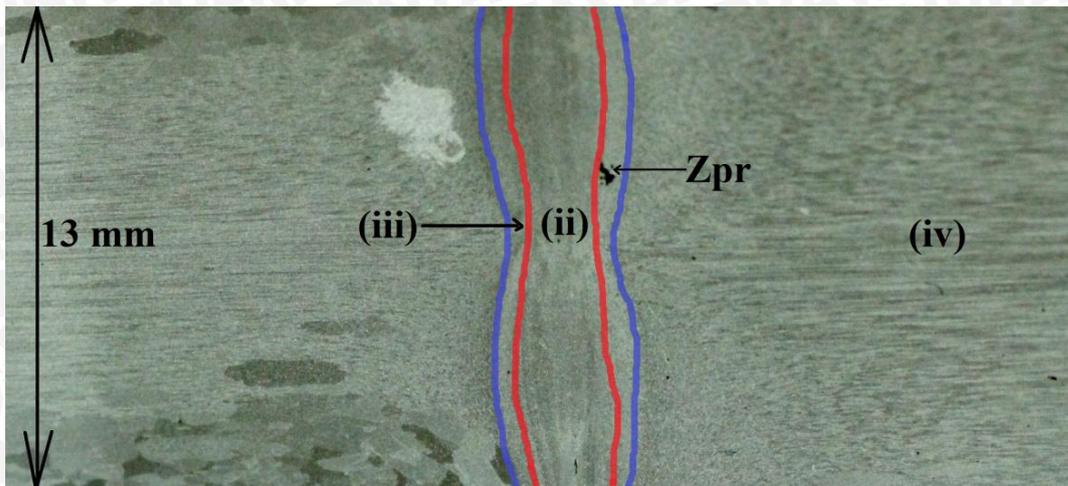
Pada spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° *friction time* 45 detik luas daerah (ii) lebih besar dari pada spesimen dengan sudut *chamfer* 30° *friction time* 50 detik. Kekuatan tariknya juga lebih tinggi spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° *friction time* 45 detik dari pada spesimen dengan sudut *chamfer* 30° *friction time* 50 detik. Hal ini membuktikan bahwa luas daerah (ii) juga mempengaruhi kekuatan tarik dari sambungan las gesek. Dan pada spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° *friction time* 45 detik, tidak memiliki porositas pada sambungan las gesek. Sehingga kekuatan tariknya juga semakin tinggi.

4.2.5.3 Analisa Kekerasan pada Daerah Hasil Las

Dari setiap daerah las gesek juga memiliki kekerasan yang berbeda-beda. Pada tabel 4.3 dapat diketahui data kekerasan pada setiap daerah las.



Gambar 4.9 Foto makrosrtuktur hasil las gesek spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° dan *friction time* 45 detik



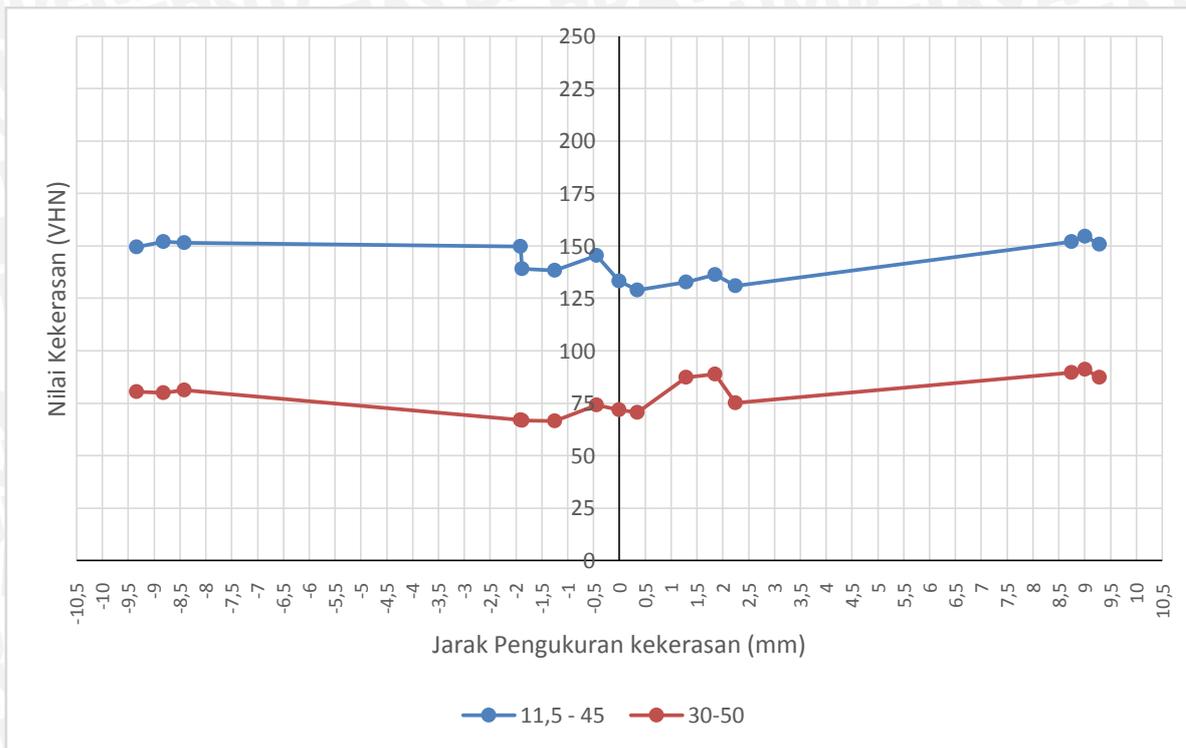
Gambar 4.10 Foto makrostruktur hasil las gesek spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 detik

Tabel 4.3 Nilai kekerasan pada sambungan las

<i>Friction time</i>	Sudut <i>Chamfer</i>	Daerah Kekerasan Rata-rata(VHN)		
		(iii)	(ii)	(iv)
45	11,5°	137,9	135,9	151,8
50	30°	87,2	72,16	84,94

Dari tabel 4.3 dapat di ketahui spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° dengan *friction time* 45 detik mempunyai kekerasan pada daerah (iii) sebesar 137,9 VHN, pada daerah (ii) sebesar 135,9 VHN, dan pada daerah (iv) sebesar 151,8 VHN. Sedangkan untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dengan *friction time* 50 detik mempunyai kekerasan pada daerah (iii) sebesar 87,2 VHN, pada daerah (ii) sebesar 72,16 VHN, dan pada daerah (iv) sebesar 84,94 VHN.

Hal ini membuktikan bahwa spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° dan *friction time* 45 detik memiliki kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 detik. Dan ini menyebabkan spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° dan *friction time* 45 detik memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 detik. Dari data kekerasan tersebut bisa diketahui persebaran kekerasannya pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik persebaran titik kekerasan spesimen kekuatan tarik rata-rata tertinggi dan terendah

Dari gambar 4.11 bisa diketahui bahwa daerah hasil sambungan las gesek pada spesimen dengan *friction time* 45 detik dan sudut *chamfer* 11,5° mempunyai nilai kekerasan lebih besar pada daerah-daerah hasil las gesek. Dibandingkan dengan spesimen dengan *friction time* 50 detik dan sudut *chamfer* 30° mempunyai nilai kekerasan lebih rendah pada daerah-daerah hasil las gesek.