

## 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

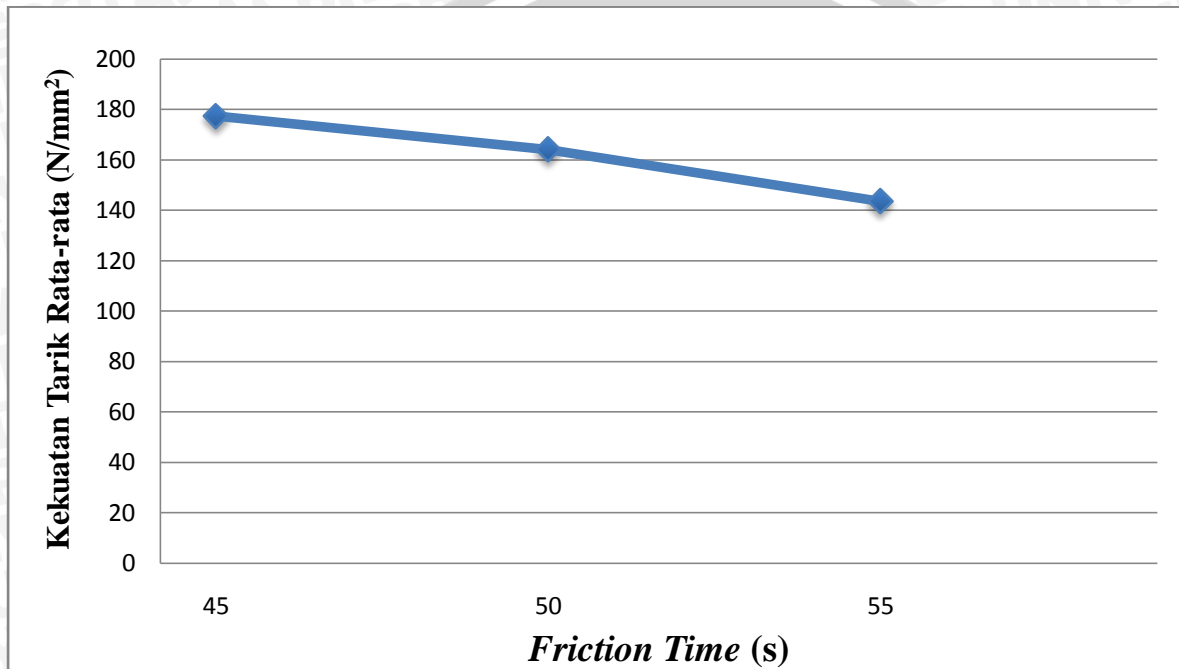
No	Sudut Chamfer	Friction Time	Pengulangan	Kekuatan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan Tarik Rata-rata (N/mm <sup>2</sup> )	
1	0°	45	1	172,644	177,302	
			2	177,234		
			3	182,029		
		50	1	179,239	164,083	
			2	159,198		
			3	153,813		
	55	1	1	84,331	143,589	
			2	165,266		
			3	181,169		
		2	1	184,138		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	1	1	170,548	180,025	
			2	194,513		
			3	175,015		
		2	1	172,766		173,613
			2	158,024		
			3	190,047		
55	1	1	154,584	148,756		
		2	126,551			
		3	165,135			
	45	1	165,872		163,173	
		2	179,982			
		3	143,667			
3	15°	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* $0^\circ$

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*  $0^\circ$ . Dari data pengujian tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.1

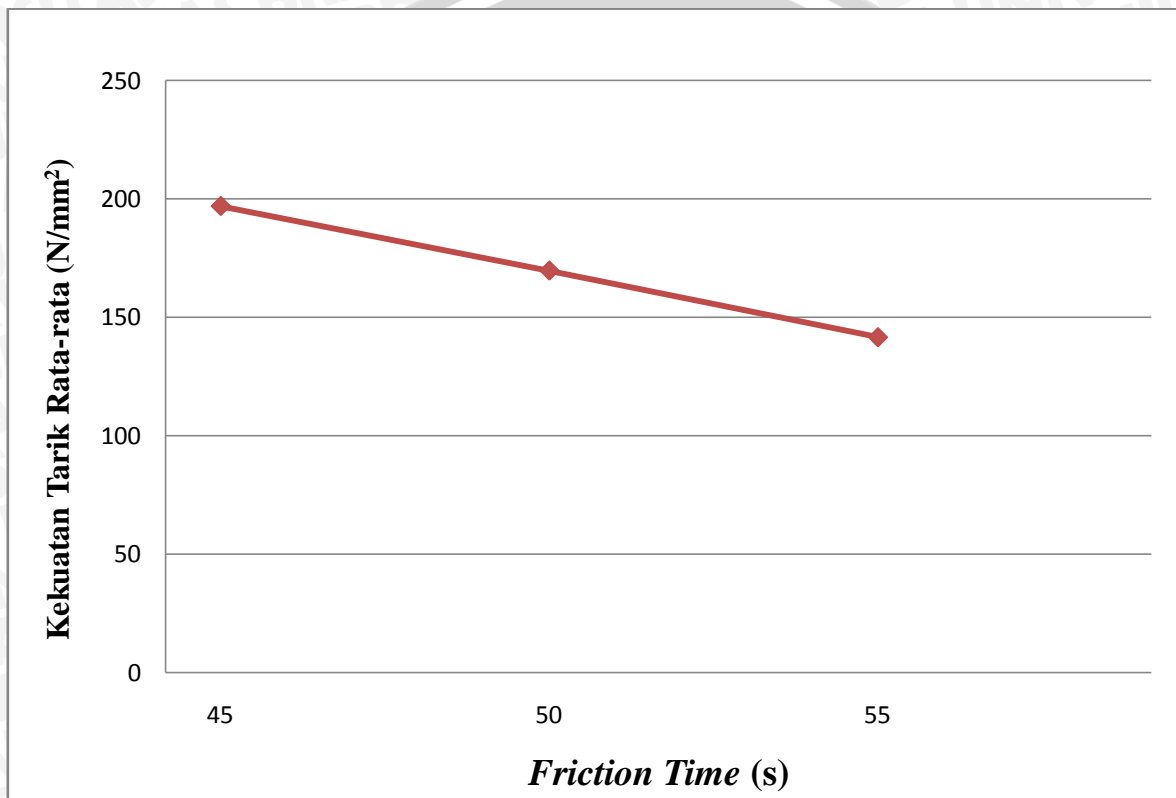


Gambar 4.1 Grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer*  $0^\circ$

Melalui analisa perhitungan data dapat disajikan grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer*  $0^\circ$ . Pada gambar 4.1 grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer*  $0^\circ$ , dapat diketahui kekuatan tarik tertinggi dan terendah pada spesimen dengan sudut *chamfer*  $0^\circ$ . 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°.

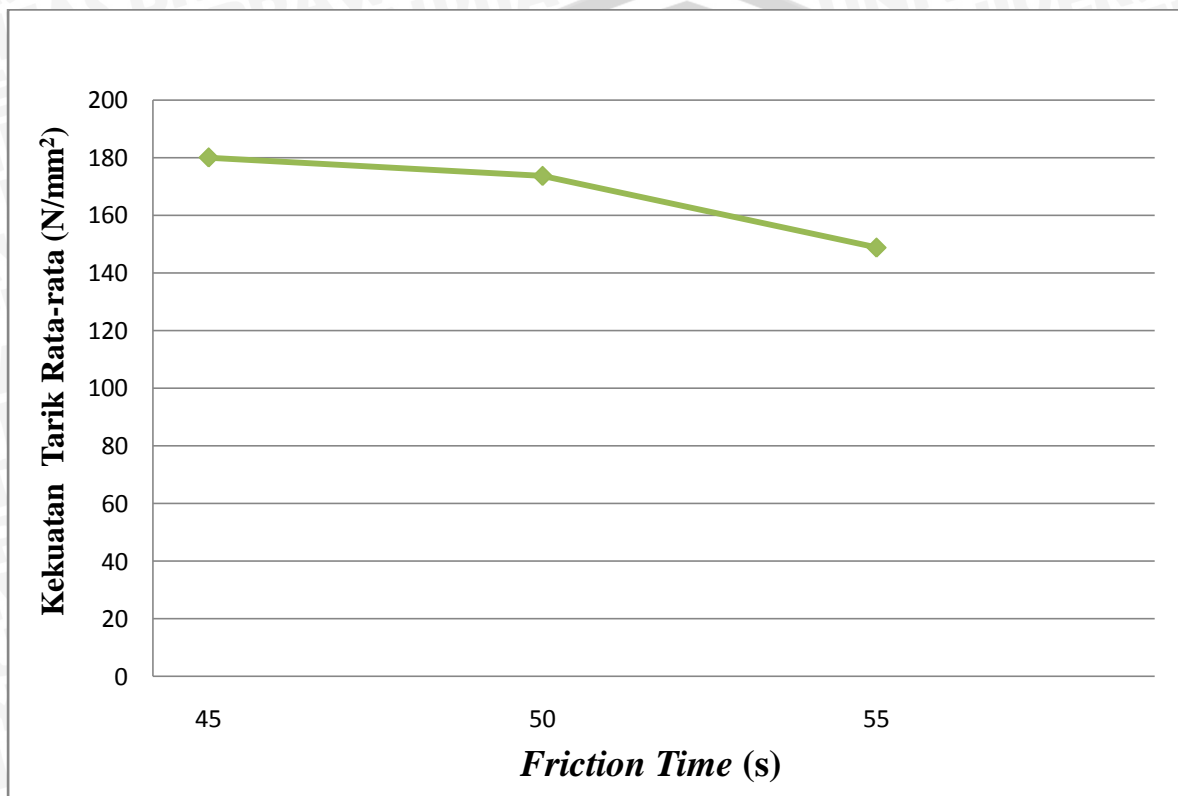


Gambar 4.2 Grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5°

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/mm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk kekuatan tarik rata-rata terendah pada *friction time* 55 detik sebesar 141,601 N/mm<sup>2</sup>. 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

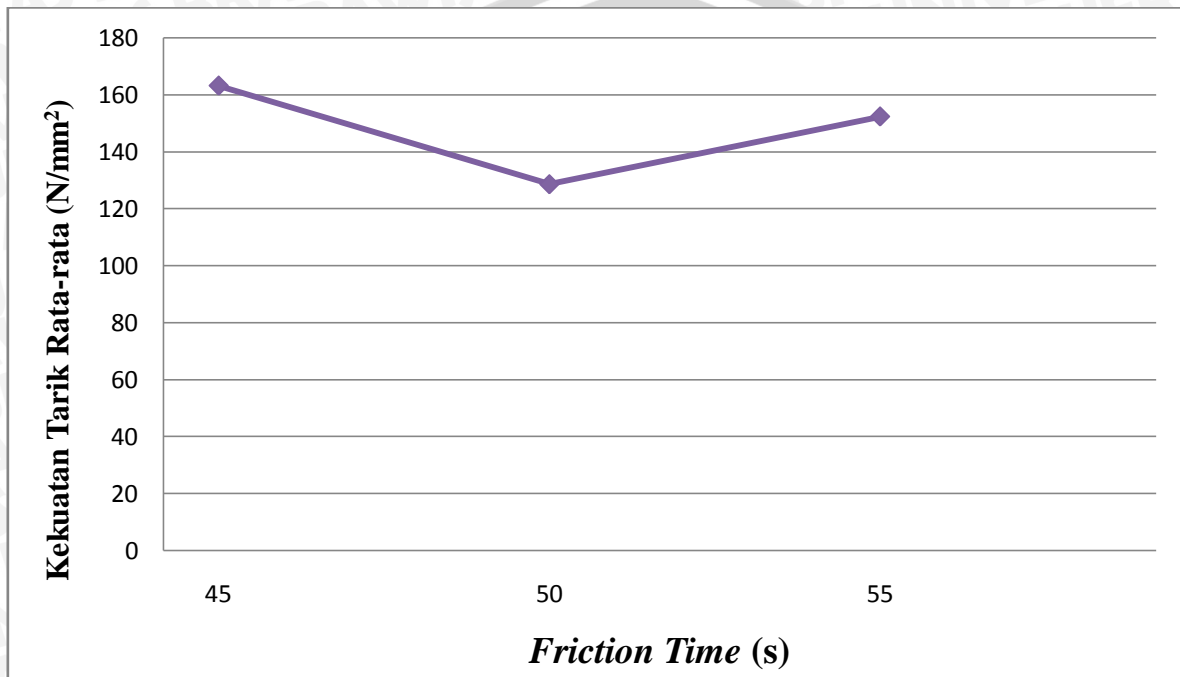


Gambar 4.3 Grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 15°

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/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen dengan *friction time* 55 detik dan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 148,757 N/mm<sup>2</sup>. 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°.

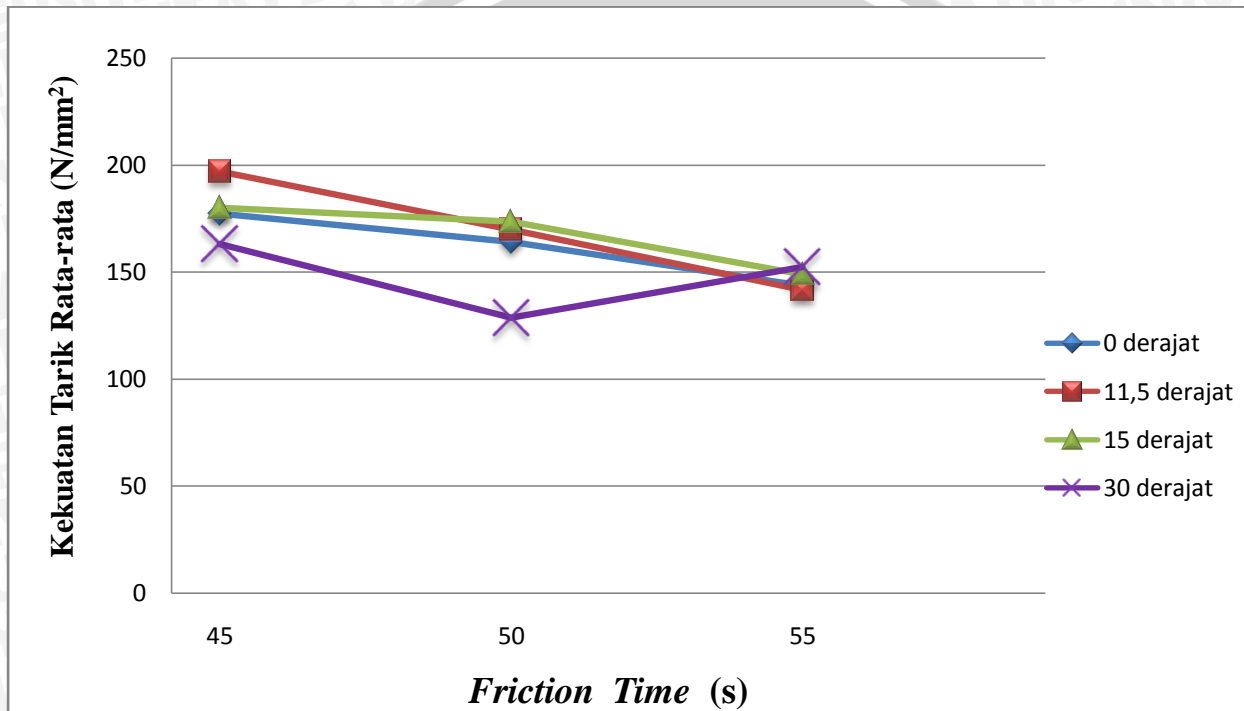


Gambar 4.4 Grafik hubungan variasi *friction time* terhadap kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 30°

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/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan tarik terendahnya terletak pada *friction time* 50 detik dengan nilai 128,602 N/mm<sup>2</sup>. 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.

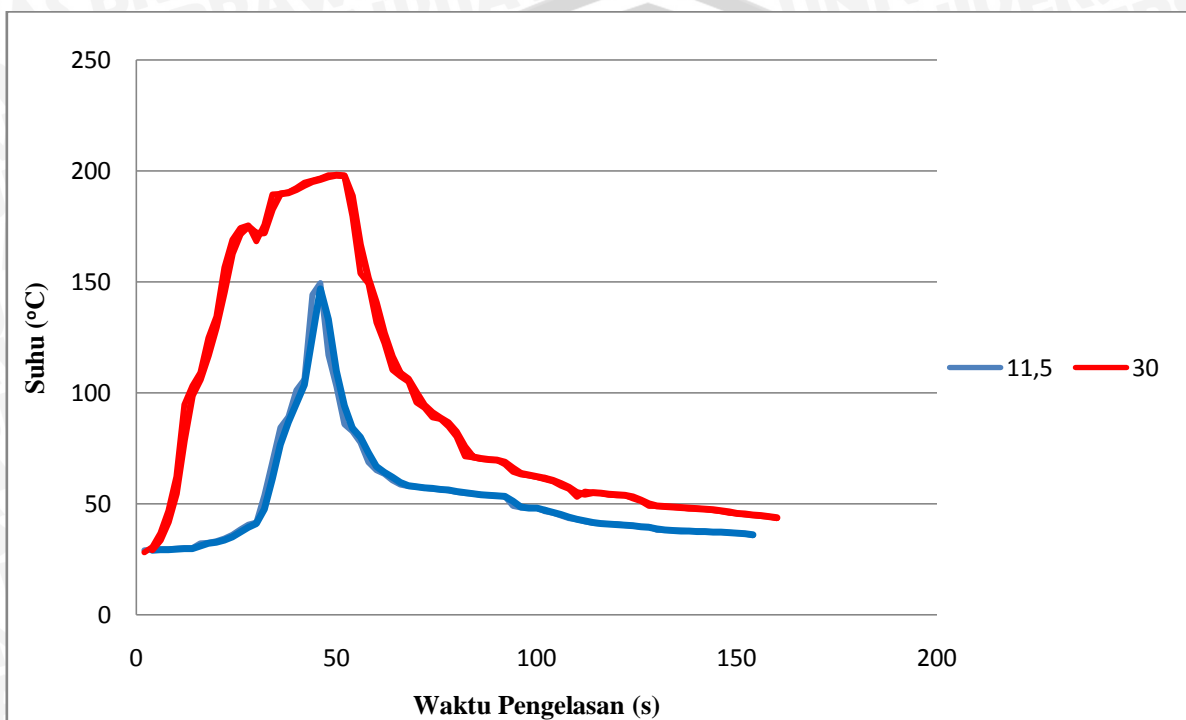


Gambar 4.5 Grafik hubungan *friction time* dan sudut *chamfer* terhadap kekuatan tarik pada sambungan las gesek

Grafik diatas adalah grafik hubungan *friction time* dan sudut *chamfer* terhadap kekuatan tarik sambungan las gesek dengan gaya tekan akhir 1000 N/mm<sup>2</sup>. 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/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk nilai tarik terendah terletak pada sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 45 detik dengan nilai 128,602 N/mm<sup>2</sup>. 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°



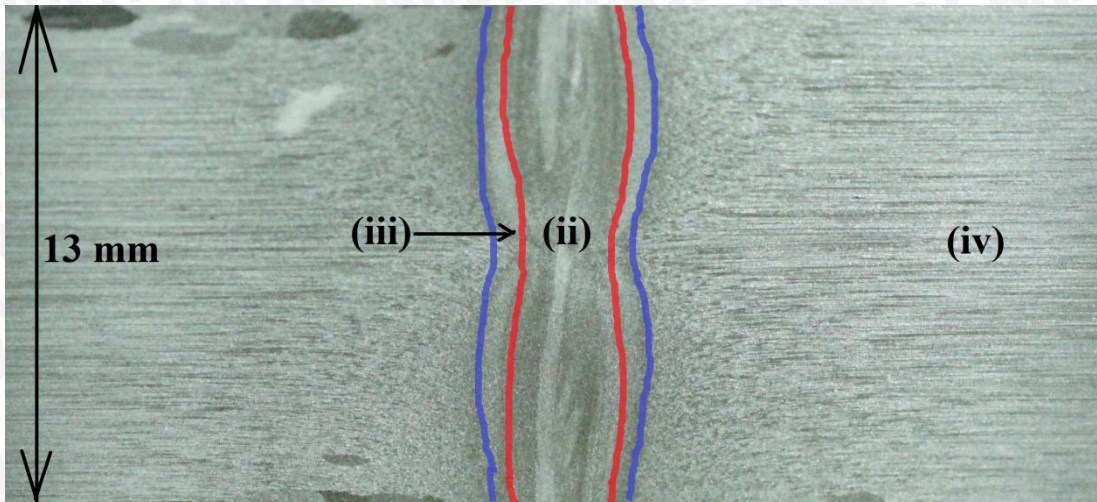
Gambar 4.6 Grafik perubahan suhu saat proses pengelasan gesek pada spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° dan 30°

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.

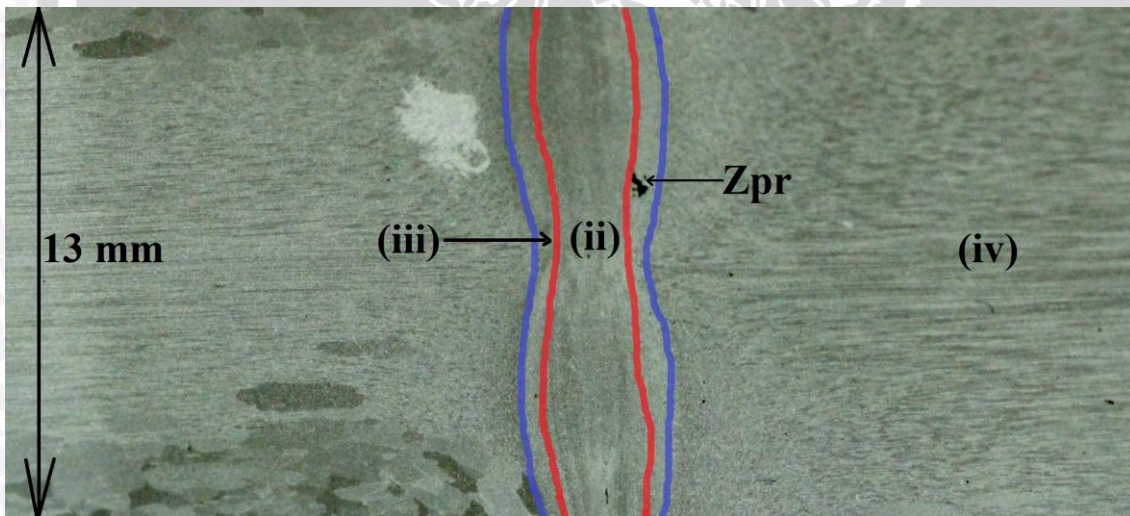
#### 4.2.5.2 Analisa Luasan pada Daerah Hasil Las

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*  $30^\circ$  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*  $30^\circ$  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*  $30^\circ$  dan *friction time* 50 detik



Tabel 4.2 Luasan daerah logam las

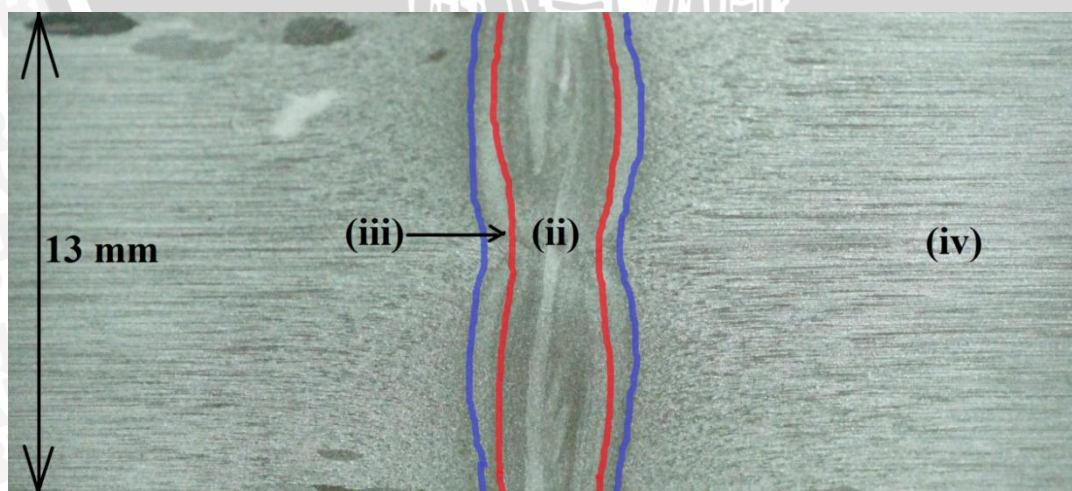
<i>Friction time</i> (s)	Sudut <i>Chamfer</i>	Luas daerah (mm <sup>2</sup> )		
		(iii)	(ii)	Zpr
45	11,5°	17,128	36,967	0
50	30°	18,564	27,009	0,072

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 mm<sup>2</sup>, luas (iii) sebesar 17,128 mm<sup>2</sup>, dan tidak ada porositas. Sedangkan untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 30° *friction time* 50 detik memiliki luasan daerah las (ii) sebesar 27,009 mm<sup>2</sup>, (iii) sebesar 18,564 mm<sup>2</sup>, dan Zpr sebesar 0,072 mm<sup>2</sup>.

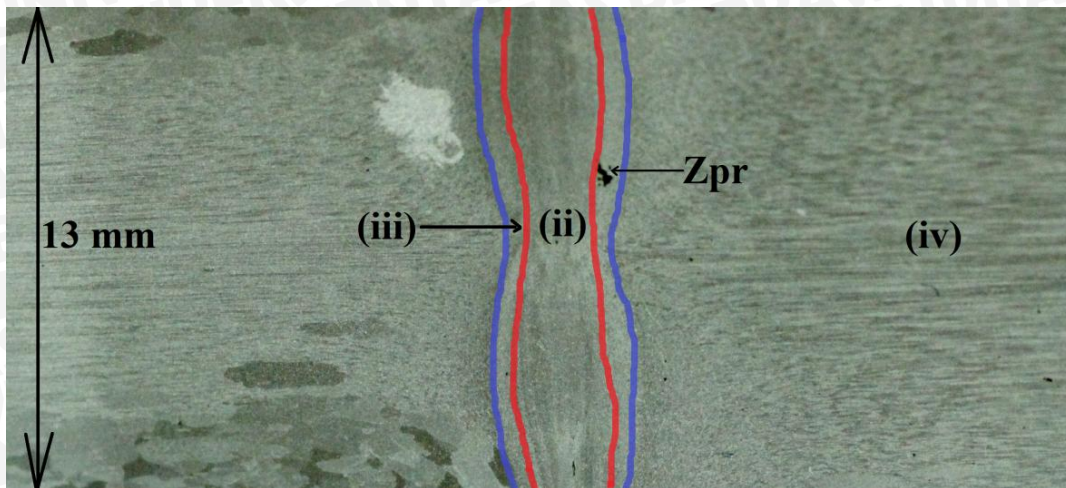
Pada spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° *friction time* 45 detik luas daerah (ii) lebih besar dari pada spesimen dengan sudut *chamfer* 30° *friction time* 50 detik. Kekuatan tariknya juga lebih tinggi spesimen dengan sudut *chamfer* 11,5° *friction time* 45 detik dari pada spesimen dengan sudut *chamfer* 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



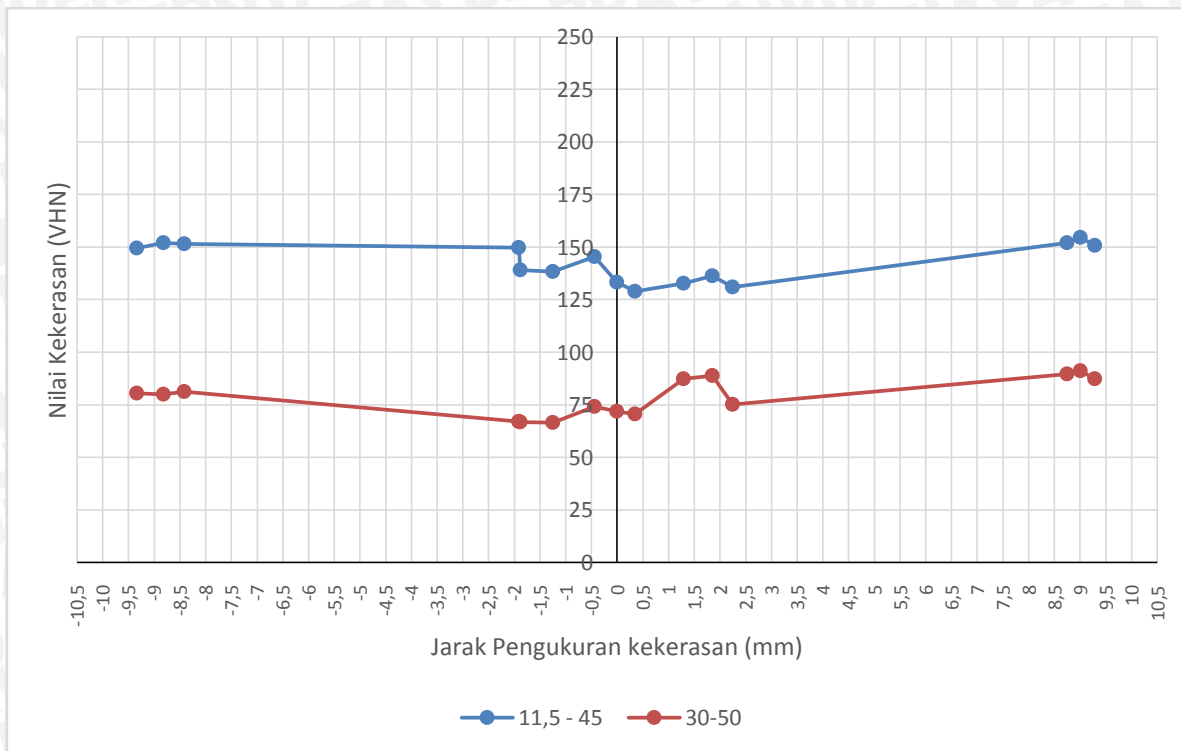
Gambar 4.10 Foto makrostruktur hasil las gesek spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *friction time* 50 detik

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.