









BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

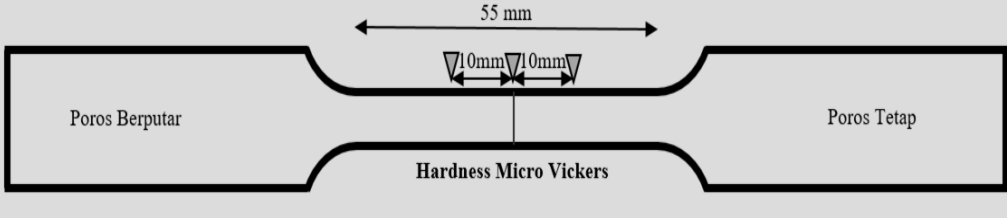
Tabel 4.1 Spesifikasi pengelasan gesek baja AISI 1045

No	Spesimen Pengelasan	Rpm	Durasi Pemanasan [s]	Durasi Pengelasan [s]	Tekanan Tempa [MPa]	Tekanan Gesek [MPa]
A		1200	30	40	100	50
B		1800	30	40	100	50
C		1200	30	40	100	50
D		1800	30	40	100	50









Tabel 4.2 Hasil Pembentukan Spesimen Baja AISI 1045

Spesimen	Pembentukan Spesimen	Heat Treatment
1200		Hardening [800°C] Penahanan [15 menit] Pendinginan [Udara]
1800		
1200		-----
1800		

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Pengujian Kekerasan Micro Vickers

			
No	Spesimen	Nilai Kekerasan (HV)	Keterangan Posisi
1	Rpm 1200 Heat Treatment 800°	199,6	HAZ KIRI
2		229,9	LAS
3		176,7	HAZ KANAN
4	Rpm 1800 Heat Treatment 800°	194,3	HAZ KIRI
5		233,2	LAS
6		176,2	HAZ KANAN
7	Rpm 1200 Non Treatment	261,1	HAZ KIRI
8		218,4	LAS
9		255,7	HAZ KANAN
10	Rpm 1800 Non Treatment	273,3	HAZ KIRI
11		197,3	LAS
12		261,3	HAZ KANAN

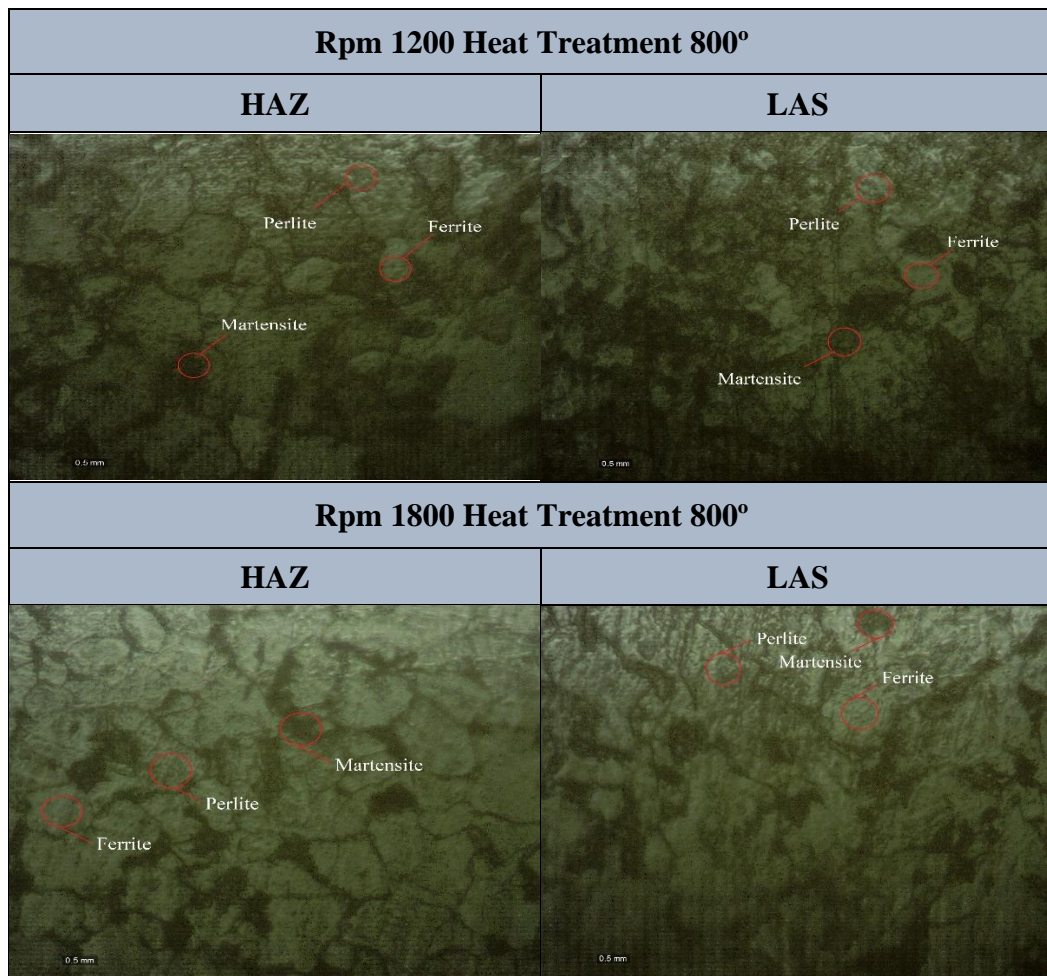
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tarik Baja AISI 1045

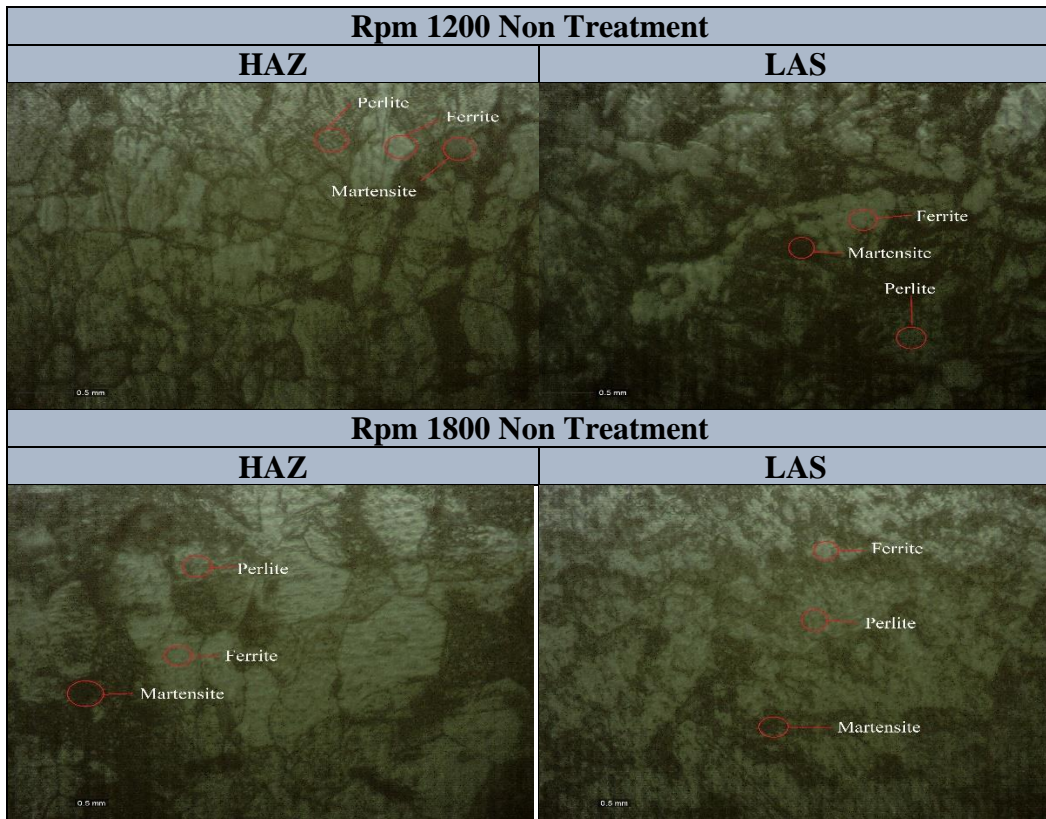
Spesimen	Spesimen Bagian Kiri	Spesimen Bagian Kanan
Rpm 1200 Heat Treatment 800°		
Rpm 1800 Heat Treatment 800°		
Rpm 1200 Non Treatment		
Rpm 1800 Non Treatment		

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Tarik Baja AISI 1045

Tabel Nilai Pengujian Tegangan Tarik							
Spesimen	L₀ (mm)	ΔL (mm)	P_y (kgf)	P_u (kgf)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)	Elongation [ε] %
Rpm 1200 Heat Treatment 800°	55,00	4,83	3198,3	3247,9	268,4	272,6	2,656
Rpm 1800 Heat Treatment 800°	55,00	6,80	2931,9	3238,1	246,1	271,8	3,740
Rpm 1200 Non Treatment	55,00	4,69	3666,9	3983,8	307,8	334,4	2,579
Rpm 1800 Non Treatment	55,00	4,32	2817,0	3727,9	236,4	312,9	2,376

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Struktur Mirco Optik





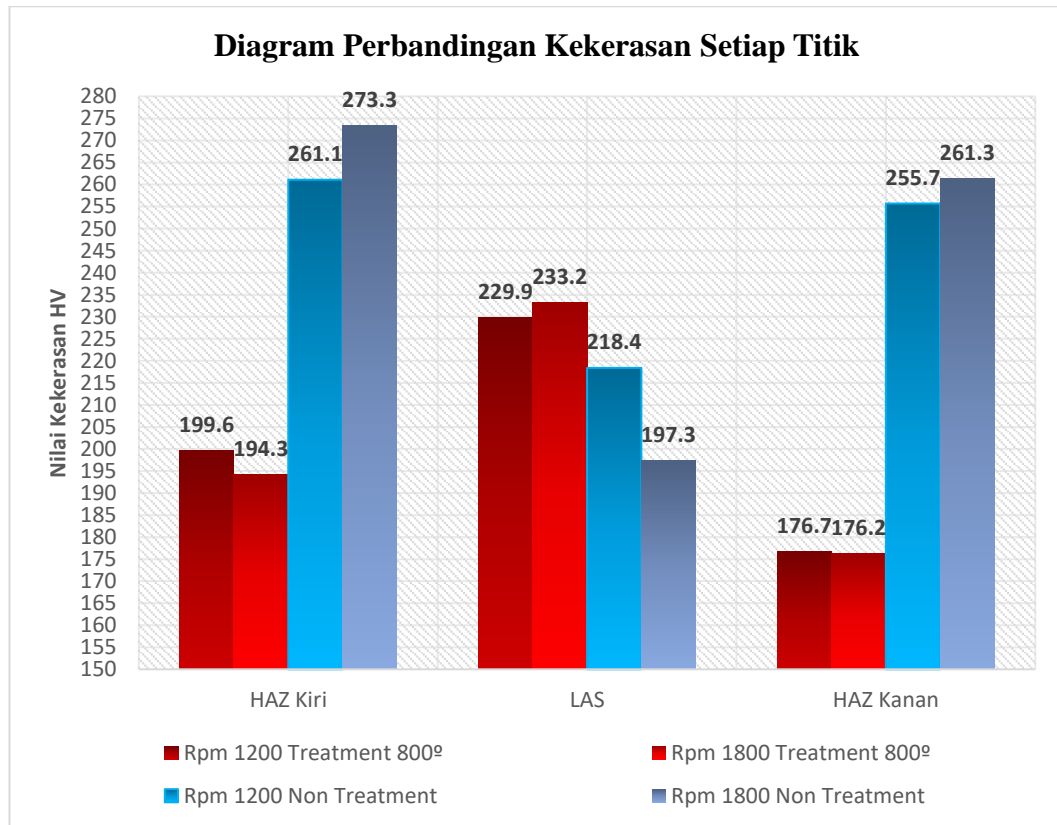
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Photo Micro SEM - EDAX

Spesimen	Sampel	x 200 μ m	X 500 μ m
Rpm 1200 Heat Treatment 800°			
Rpm 1800 Heat Treatment 800°			
Rpm 1200 Non Treatment			
Rpm 1800 Non Treatment			

4.2 Analisa dan Pembahasan

4.2.1 Analisis dan Pembahasan Data Pengujian Kekerasan

Dari data hasil pengujian kekerasan didapatkan nilai kekerasan yang bervariasi baik pada kekerasan daerah las, maupun kekerasan pada bagian HAZ. Adapun perbandingan dari nilai kekerasan dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 4.1 Diagram Perbandingan Kekerasan Pada Tiap Titik Spesimen

Pengujian kekerasan ini dilakukan pada 3 titik yang berbeda pada setiap specimen untuk mengetahui perbandingan kekerasan pada bagian las dan HAZ (*Heat Affected Zone*). Dari data gambar 4.1 diagram perbandingan uji kekerasan *mickro vickers*, diperoleh nilai kekerasan pada setiap daerah yang telah ditentukan. Nilai kekerasan pada titik sambungan las tertinggi 233,2 HV(B) dan nilai kekerasan terendah 197,3 HV(D). Pada specimen B dan D diberlakukan pengelasan gesek yang sama, dimana yang diawali dengan pemanasan specimen selama 30 detik, durasi pengelasan 40 detik dan mengatur kecepatan putaran spindle pada 1800 rpm. Perbedaan kekerasan pada titik sambungan pengelasan gesek ini dapat terjadi

karena pada spesimen B dilakukan *heat treatment* untuk menghilangkan tegangan sisa dan menyetarakan kekerasan yang ada pada specimen B, sedangkan pada specimen D tidak di berlakukan treatment. Pengujian kekerasan juga di lakukan pada bagian HAZ dari setiap spesimen, nilai kekerasan tertinggi bagian HAZ ada pada specimen D dengan nilai kekerasan 273,3 HV pada bagian kiri dan 261,3 HV pada bagian kanan, sementara kekerasan HAZ terendah ada pada specimen B dengan nilai kekerasan 194,3 HV pada bagian kiri dan 176,2 HV pada bagian kanan.

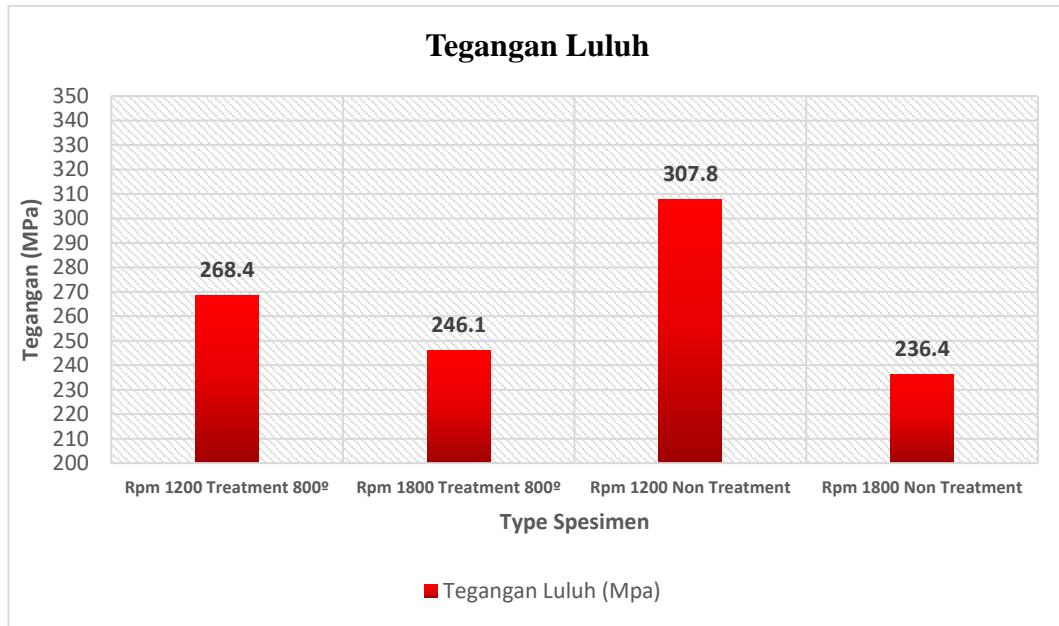
Pada specimen A dan C juga diberlakukan pengelasan gesek yang sama, dimana yang diawali dengan pemanasan spesimen selama 30 detik, durasi pengelasan 40 detik dan mengatur kecepatan putara

Kecepatan putaran *spindle* pada 1200 rpm. Dengan pemberlakuan *treatment* pada specimen A sedangkan pada specimen C tidak diberlakukan *treatment*, didapatkan nilai kekerasan pada daerah las 229,9 HV(A) dan 218,4 HV(C) dengan kekerasan daerah HAZ bagian kiri 199,6 HV dan bagian kanan 176,7 pada specimen A, kekerasan HAZ bagian kiri 261,1 HV dan bagian kanan 255,7 pada specimen C.

Dari pembahasan di atas dapat di lihat nilai kekerasan pada daerah sambungan las *specimen* A dan B dengan treatment lebih baik dari pada nilai kekerasan sambungan las specimen C dan D tanpa diberlakukan treatmen, namun pada bagian *HAZ* nilai kekerasan specimen C dan D jauh lebih tinggi di bandingkan specimen A dan B. Kesenjangan nilai kekerasan yang cukup besar dalam *specimen* C D pada daerah las dan *HAZ* dapat menyebabkan kegagalan kerja pada suatu komponen yang di karenakan perbedaan kekuatan dan kemampuan pada titik tertentu yang di miliki suatu komponen, sehingga pentingnya diberlakukan treatment pada komponen dapat membantu untuk menentukan batas maksimal.

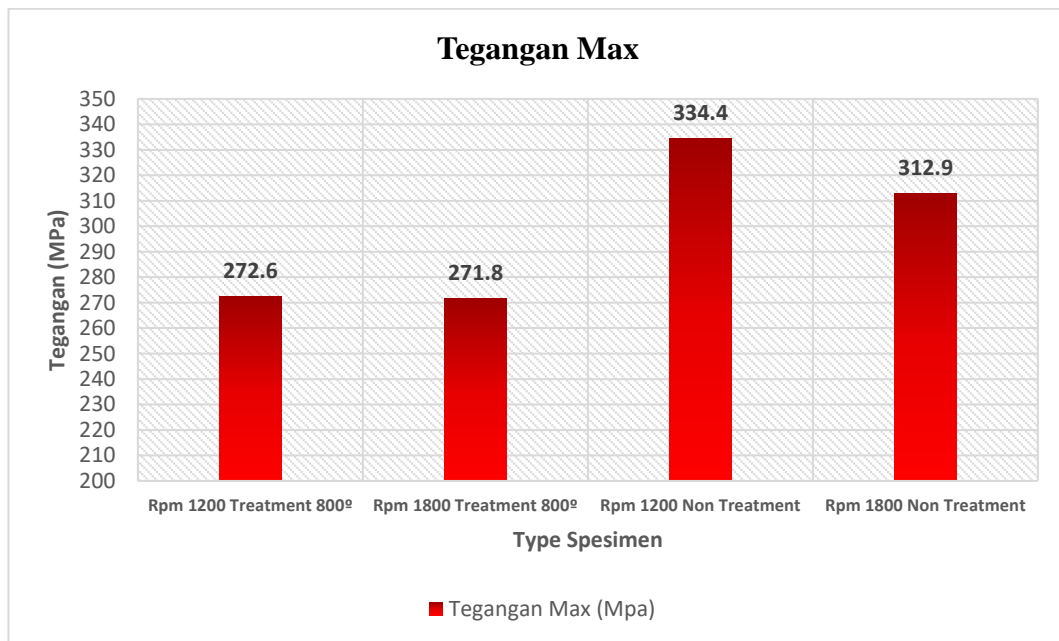
4.2.2 Analisis dan Pembahasan Data Pengujian Tarik

Setelah dilakukannya pengujian tarik (tensile test), didapatkan nilai hasil yang bervariasi dari setiap spesimen yang di uji. Data pengujian tarik disajikan dalam bentuk diagram batang berikut:



Gambar 4.2 Diagram Perbandingan Tegangan Luluh

Dari pengujian tarik tegangan luluh ditunjukkan gambar 4.2 diagram perbandingan tegangan luluh diatas didapatkan nilai tegangan luluh tertinggi terdapat pada spesimen C σ_y 307,8 Mpa, tegangan luluh terendah terdapat pada spesimen D σ_y 236,4 Mpa.



Gambar 4.3 Diagram Perbandingan Tegangan Maximum

Dari hasil gambar 4.3 diagram perbandingan tegangan maksimum diatas didapatkan nilai tegangan maksimum tertinggi terdapat pada spesimen C σ_u 334,4

Mpa, tegangan maksimum terendah terdapat pada spesimen A σ_u 272,6 Mpa dan B σ_u 271,8 Mpa. Pada pengujian tarik ini didapatkan hasil bahwa spesimen dengan pemberlakuan treatment memiliki kemampuan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan spesimen tanpa treatment, namun letak perpatahan pada spesimen A dan B dengan treatment berada pada daerah HAZ sementara perpatahan pada spesimen C dan D tanpa treatment terjadi pada sambungan lasan, di buktikan pada gambar 4.4 letak perpatahan spesimen pengujian tarik.



Gambar 4.4 Letak Perpatahan Spesimen Uji Tarik

Pada gambar 4.4 membuktikan bahwa pengaruh heat treatment dapat memperkuat sambungan las agar tidak terjadi kegagalan kerja pada sambungan antar baja yang di satukan, namun untuk memperbaiki kekerasan agar lebih baik tanpa mengubah kandungan pada logam base dapat diaplikasikan media quenching dengan kecepatan pendinginan yang lebih cepat seperti air, oli dan larutan lain. Pada treatment yang saya lakukan ini menggunakan quenching media udara.

4.2.3 Pembahasan Pengujian Struktur Mikro

Tabel 4.8 Pengujian Struktur Dengan Mikro Optik

Tabel Pengujian Struktur Mikro Optik 500x Esta Nital			
Rpm 1200 Heat Treatment 800°C	Rpm 1800 Heat Treatment 800°C	Rpm 1200 Non Treatment	Rpm 1800 Non Treatment

Struktur mikro baja AISI1045 yang dikarakterisasi dengan menggunakan mikroskop optik ditunjukkan pada 4 gambar yang terdapat di dalam Tabel 4.8 Pengujian struktur dengan mikro optik, dengan pembesaran 200x. Pada gambar (a) dan (b) merupakan struktur mikro dari specimen pengelasan dengan kecepatan putaran 1200 dan 1800 rpm yang telah dilakukan proses heat treatment atau pemanasan kembali pada temperatur 800 °C yang memiliki struktur perlite dengan fasa ferrite yang terdistribusi pada matriksnya. Matrik yang ulet dengan sebaran partikel yang keras akan menghasilkan suatu logam yang tangguh. Fasa ferit merupakan fasa matrik dengan sifat lunak dan ulet. Fasa martensite yang terbentuk memiliki sifat keras.

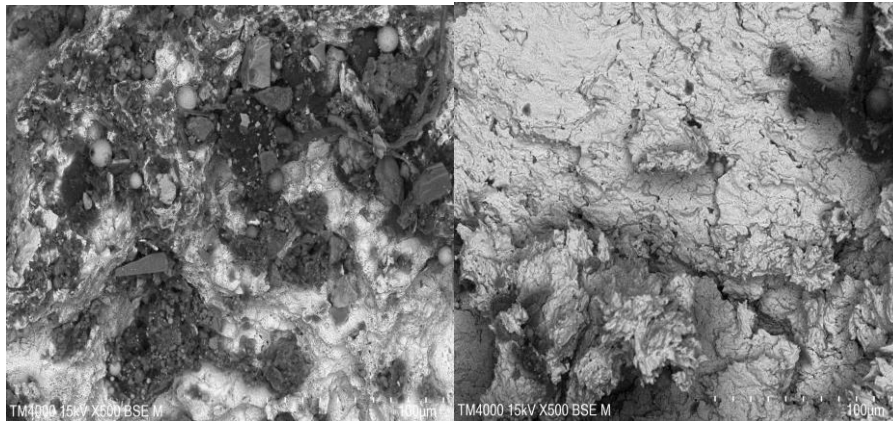
Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Joko Waluyo,2009). Dimana pada permukaan spesimen yang di ujinya terdapat fasa martensit yang berwarna gelap yang terbentuk karena laju pendinginan yang sangat cepat. Dalam matrik martensit terdapat fasa ferit tetapi jumlahnya sedikit berwarna putih kusam, sifat dari martensit ini sangat keras yang menyebabkan kekerasan pada material meningkat. Terbentuknya fasa martensit disebabkan karena adanya difusi karbon.

Terjadinya pemanasan ulang dengan media pendinginan udara yang memiliki laju pendinginan yang rendah menyebabkan karbon memiliki cukup waktu untuk berdifusi secara lebih lama dan menempuh jarak yang lebih jauh sehingga terbentuk butiran perlite yang kasar. Pada gambar (c) merupakan struktur mikro dari specimen pengelasan dengan kecepatan putaran 1200 rpm dapat dilihat bahwa struktur mikro dari material tanpa perlakuan panas terdiri atas struktur terbentuk fasa martensit akibat dari terlambatnya unsur karbon bertransformasi yang membentuk fasa martensit yang berbentuk seperti serpihan yang membuat sifat material lebih keras. Pada gambar (d) memiliki struktur yang terdiri dari ferit dan perlit pada daerah sambungan las, akan tetapi butiran perlit dengan variasi kecepatan putaran 1800 rpm menyebabkan gesek yang di timbulkan lebih besar hal ini akan menghasilkan butiran perlit yang lebih banyak dan memiliki warna yang lebih gelap sehingga akan meningkatkan nilai kekerasan dikarenakan sifat perlit yang keras dan kuat. Dengan durasi pengelasan yang singkat tanpa adanya pemanasan kembali menyebabkan transformasi yang begitu singkat. Pendinginan

yang relative cepat ini menyebabkan atom-atom karbon tidak memiliki cukup waktu untuk berdifusi secara lebih luas atau jauh maka terbentuklah perlit halus.

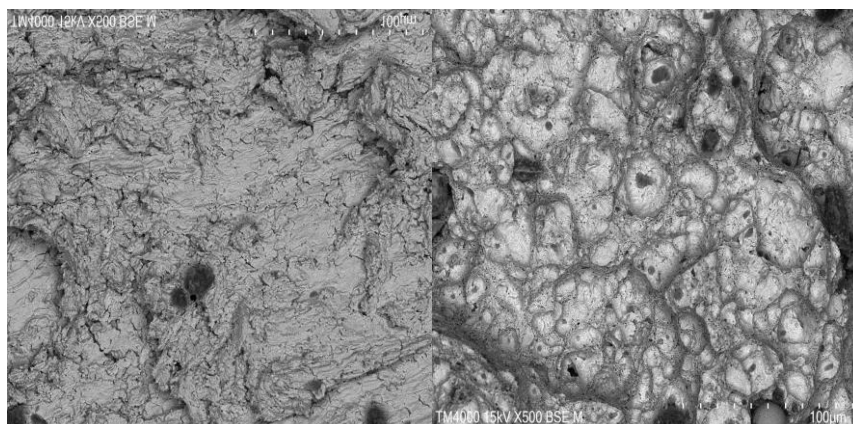
4.2.4 Pembahasan Struktur Mikro Dengan SEM-EDAX

Untuk membuktikan hasil pengujian mekanik lebih lanjut, maka dilakukan karakterisasi struktur mikro dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk melihat bagian patahan dari spesimen dan pembuktian sifat keras atau ulet dari sampel baja.



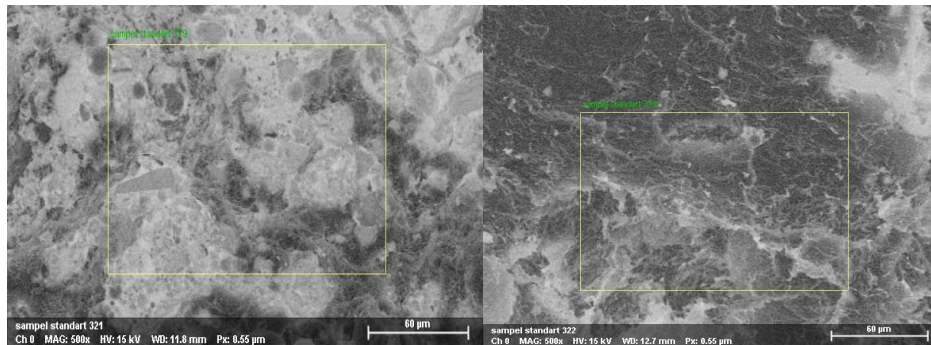
Gambar 4.5 Analisa SEM μm 100 Dengan Pembesaran 500x Spesimen 1200 rpm dan 1800rpm dengan Heat Treatment 800°C

Pada Gambar 4.5 terlihat jelas struktur perpatahan material 1200 rpm dan 1800 rpm treatment 800°C dengan perbesaran 500x membentuk struktur patahan berupa dimple dan kontur tidak merata yang menandakan patahan yang terjadi adalah patah ulet dengan penjaralan perpatahan secara intergranular.

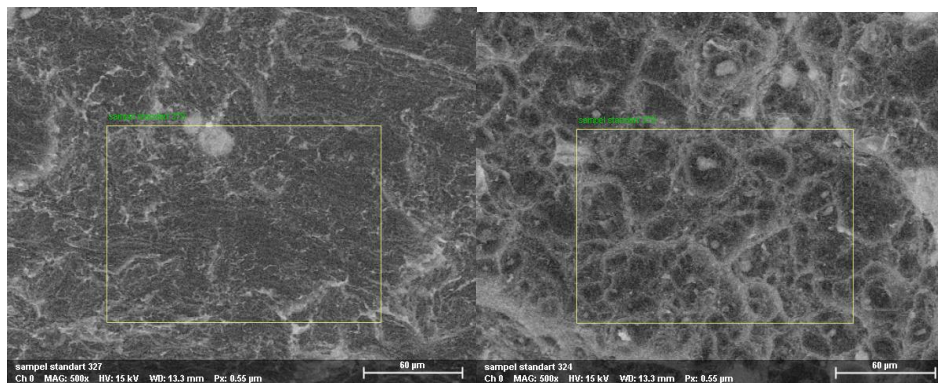


Gambar 4.6 Analisa SEM μm 100 Dengan Pembesaran 500x Spesimen 1200 rpm dan 1800 rpm Non Treatment

Pada Gambar 4.6 terlihat jelas struktur perpatahan material 1200 rpm dan 1800 rpm tanpa treatment dengan perbesaran 500x membentuk struktur patahan berupa patah getas karena memiliki kontur patahan yang rata dan memiliki struktur butir yang halus.



Gambar 4.7 Spektrum EDS μ 60 Dengan Pembesaran 500x Spesimen 1200 rpm dan 1800 rpm dengan Heat Treatment 800°C



Tabel 4.8 Spektrum EDS μ 60 Dengan Pembesaran 500x Spesimen 1200 rpm dan 1800 rpm Non Treatment

Selain itu juga dilakukan pengujian Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) untuk melihat komposisi unsur yang terbentuk, pada Gambar 4.7 dan gambar 4.8 menunjukkan spektrum hasil pengujian EDAX yang dapat dilihat pada table berikut dengan data hasil jumlah intensitas komposisi unsur yang beragam saat terdeteksi oleh pancaran gelombang elektron.

Tabel 4.9 Spektrum Rpm 1200 Treatment 800°

sampel standart 379

Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
Fe	26	12636	58.18	51.16	22.17	1.83	3.15
C	6	2477	25.60	22.51	45.36	4.64	18.14
O	8	3648	18.20	16.00	24.21	3.05	16.76
Si	14	2613	4.71	4.14	3.57	0.26	5.47
Al	13	1019	2.15	1.89	1.70	0.16	7.50
		Sum	113.73	100.00	100.00		

Tabel 4.10 Spektrum Rpm 1800 Treatment 800°

sampel standart 379

Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
Fe	26	15609	86.96	74.03	56.95	3.00	3.10
C	6	715	20.91	19.46	29.80	2.75	25.19
O	8	873	4.32	3.74	8.86	1.04	24.12
F	9	517	1.75	1.51	3.01	0.51	29.03
Si	14	456	0.86	0.75	1.00	0.09	10.15
Cr	24	195	0.59	0.51	0.37	0.07	12.52
		Sum	115.39	100.00	100.00		

Tabel 4.11 Spektrum Rpm 1200 Non Treatment

sampel standart 379

Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
Fe	26	16508	104.16	88.47	65.10	3.21	3.09
C	6	556	8.79	7.47	25.56	2.40	27.25
O	8	615	3.01	2.56	6.57	0.81	26.96
F	9	353	1.13	0.96	2.08	0.38	33.51
Si	14	251	0.53	0.45	0.65	0.07	13.51
I	53	31	0.11	0.09	0.03	0.05	42.22
		Sum	117.73	100.00	100.00		

Tabel 4.12 Spektrum Rpm 1800 Non Treatment

sampel standart 379

Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
Fe	26	17277	85.83	83.55	54.21	2.65	3.08
C	6	1065	12.77	12.43	37.50	2.87	22.45
O	8	781	3.28	3.20	7.24	0.82	25.07
Si	14	395	0.84	0.82	1.05	0.09	10.54
		Sum	102.73	100.00	100.00		

Pada perbandingan table spektrum spesimen di atas dapat dilihat jumlah kandungan unsur pada setiap patahan, unsur Fe pada specimen dengan perlakuan panas lebih rendah dari pada unsur Fe pada specimen tanpa perlakuan panas, hal ini berbanding terbalik dengan kadar karbon C yang lebih tinggi pada specimen dengan perlakuan panas dan lebih rendah pada specimen tanpa perlakuan panas. Hal ini dapat terjadi karena adanya perlakuan panas ulang pada specimen dengan laju pendinginan yang lambat mengakibatkan unsur atom karbon C memiliki cukup waktu untuk untuk berdifusi secara lebih lama dan menempuh jarak yang lebih jauh sehingga penyebaran unsur karbon lebih merata.

Pada table spektrum pengujian 1200 rpm dan 1800 rpm dengan treatment, didapatkan unsur yang tidak valid terbaca pada gelombang electron pada proses pengujian EDAX, yaitu unsur kandungan Al pada specimen 1200 dengan perlakuan panas dan unsur kandungan Cr pada specimen 1800 dengan perlakuan panas. Hal ini dapat terjadi karena adanya kesalahan prosedur pengujian atau juga bisa terjadi karena specimen yang di uji terdapat kotoran.