

Analisa Pengaruh Heat Treatment dan Variasi Kecepatan Putaran Pada Pengelasan Gesek Baja AISI 1045 Terhadap Kekuatan Tarik Struktur Mikro dan Kekerasan.

M. A. B. Rizky Dwi Putra¹, G. Adityo Pohan²
Teknik Mesin SI, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia
Email: muhammadagusbuqi@gmail.com

ABSTRACT

Kemajuan Teknologi di era globalisasi 4.0 yang sangat pesat di segala aspek ilmu pengetahuan, khususnya dalam ilmu metalurgi material. Namun hingga saat ini, dalam suatu pekerjaan berat yang membutuhkan bantuan alat berat masih sering di temukan kegagalan kerja baik yang di sebabkan oleh tingkat keamanan maupun dari segi material. Hal ini biasa terjadi sebab gagalnya sambungan las dan penggunaan material yang tidak tepat atau sifat yang di butuhkan dalam suatu kerja tidak memenuhi kriteria dan perlunya perlakuan khusus untuk mencapai sifat yang dibutuhkan. Perlakuan pada material khususnya perlakuan panas sering diabaikan dan dianggap menghambat kinerja karena harus melalui beberapa proses yang cukup rumit. Hal ini yang mendorong peneliti untuk mengambil judul (Analisa Pengaruh Heat Treatment dan Variasi Kecepatan Putaran Pada Pengelasan Gesek Baja AISI1045 / S45C Terhadap Uji Tarik Struktur Mikro dan Kekerasan)

Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai kekerasan pada daerah sambungan las specimen dengan treatment 800°C lebih baik yaitu 233,2 HV dari pada nilai kekerasan pada daerah sambungan las specimen tanpa diberlakukan perlakuan panas yaitu 197,3 HV, pada bagian HAZ nilai kekerasan specimen tanpa perlakuan panas lebih tinggi yaitu 273,3 HV dibandingkan nilai kekerasan specimen dengan perlakuan perlakuan panas yaitu 199,6 HV. Didapatkan kesenjangan nilai kekerasan yang cukup besar pada bagian-bagian tertentu dari specimen tanpa perlakuan panas, hal ini mempengaruhi nilai kekuatan tarik dan sifat yang dimiliki specimen. Dimana pada specimen tanpa perlakuan memiliki struktur mikro patah getas pada daerah las dengan perpatahan tidak disertai dengan pertambahan panjang dengan nilai tegangan luluh 307,8 Mpa dengan tegangan maksimum 334,4 Mpa. Pada specimen dengan perlakuan panas didapatkan nilai tegangan luluh 268,4 Mpa dan nilai tegangan maksimum 272,6 Mpa patah pada bagian HAZ dengan struktur perpatahan patah ulet yang disertai dengan pertambahan panjang sebelum perpatahan.

Keywords Friction Welding, Heat Treatment, Nilai Kekerasan, Tegangan dan Regangan, Baja AISI1045, Struktur Mikro, Mikro SEM-EDS, Mikroskop Optik.

INTRODUCTION

Di dunia kerja khususnya dalam bidang pertambangan sangat membutuhkan bantuan alat berat sebagai penunjang pertambangan baik dalam hal eksplorasi maupun transportasi, komponen alat berat memiliki material dan sifat yang khusus agar dapat memenuhi keperluan kinerja yang dibutuhkan. Di dalam proses menambang sering kali ditemukan kegagalan fungsi dan kerja dari suatu alat yang di sebabkan adanya kesalahan prosedur pemakaian dan human error, Kegagalan fungsi kerja yang sering ditemukan di dalam dunia pertambangan yakni patahnya komponen penghubung yang bisa saja disebabkan karena masa pakai, overload dan patah sambungan pengelasan pada sebuah poros. Penyambungan poros biasa di lakukan dengan teknik pengelasan gesek, namun sering di temukan patah pada sambungan las tersebut, hal ini dapat terjadi karena adanya panas yang dihasilkan proses pengelasan tidak terdifusi merata pada seluruh bagian, sehingga terbentuklah tiga daerah yaitu base, haz dan las. Untuk menyetarakan struktur dan sifat yang dimiliki material dapat menggunakan cara pemberlakuan panas sebagai proses akhir.

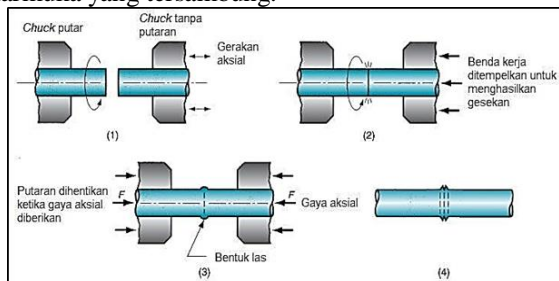


Gambar 1. Contoh Komponen Head Suspension Hasil Friction Welding

DISCUSSION

- Friction Welding

Pengelasan gesek adalah proses pengelasan keadaan padat atau tanpa logam pengisi. Metode ini bergantung pada konversi energi mekanik ke energi termal untuk membentuk pengelasan, tanpa aplikasi dari sumber panas lain. Panas untuk pengelasan dihasilkan oleh gerakan relatif dari dua antarmuka yang tersambung.

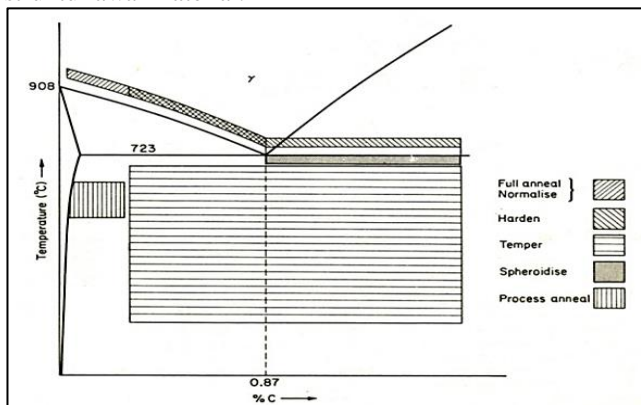


Gambar 2. Tahap welding

1).Tahap pemanasan Dan pemutaran 2).Tahap pembangkitan panas akibat Gesekan 3).Tahap akhir penekanan lanjut. 4)Hasil Pengelasan Gesek. (Groover, 2010).

- Heat Treatment

Perlakuan panas atau heat treatment adalah kombinasi operasi pemanasan pada logam di bawah temperatur lebur logam tersebut dan pendinginan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat dengan waktu tertentu. (Callister, 2014). Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh sifat yang diinginkan dengan merubah struktur mikro. Struktur yang terjadi pada akhir suatu proses perlakuan panas, selain ditentukan oleh komposisi kimia dari material dan proses laku panas yang dialami juga ditentukan oleh struktur awal material.



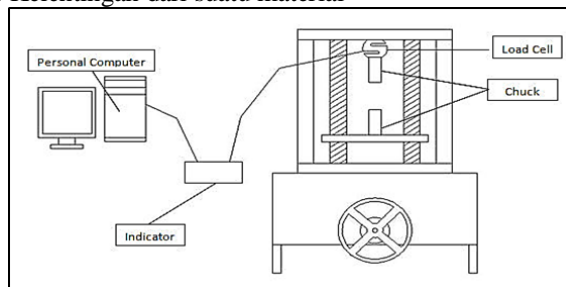
Gambar 2.5 Diagram Daerah Pemanasan Proses Perlakuan Panas(Sumber: John, 1983).

- Pengujian Tarik

Kekuatan tarik adalah salah satu sifat mekanik yang sangat penting dan dominan dalam suatu perancangan konstruksi dan proses manufaktur. Setiap material atau bahan memiliki sifat (kekerasan, kelenturan, dan lain lain) yang berbeda-beda. Untuk dapat mengetahui sifat mekanik dari suatu material maka diperlukan suatu pengujian, salah satu pengujian yang paling sering dilakukan yaitu uji tarik (tensile test). Pengujian ini memiliki fungsi untuk mengetahui tingkat kekuatan suatu material dan untuk mengenali karakteristik pada material tersebut.

Nilai kekuatan dan elastisitas dari material uji dapat dilihat dari kurva hasil uji tarik. Selain kekuatan dan elastisitas, sifat lain yang dapat diketahui adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan luluh dari material.
2. Keuletan dari material.
3. Kelentingan dari suatu material

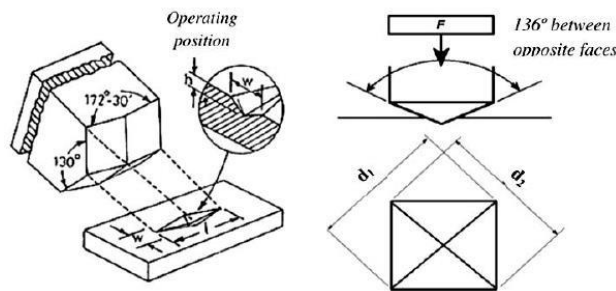


Gambar 3.Skema peralatan dalam uji tarik

Dari gambar 3 dapat dilihat beberapa komponen utama yang terdapat pada mesin uji tarik. Komponen utama tersebut terdiri dari alat pencatat gaya (load cell), alat pencatat pertama material panjang spesimen (extensometer), batang penarik (moving crosshead), dan spesimen. Load cell digunakan untuk mencatat besarnya pembebanan (F) yang dialami oleh spesimen, sedangkan extensometer digunakan untuk mencatat besarnya pertambahan panjang (ΔL) yang terjadi pada spesimen. Hubungan antara gaya (F) terhadap pertambahan panjang (ΔL) inilah yang nantinya akan dikonversikan ke dalam kurva tegangan (σ) terhadap regangan teknik (ϵ).

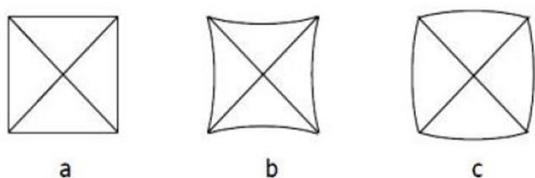
- Pengujian Kekerasan

Pada dasarnya hardness test dilakukan dengan menekan sebuah indenter yang lebih keras sifatnya dari bahan uji dengan beban dan jangka waktu tertentu (10-15 detik), bekas tapak tekan pada permukaan benda uji diukur untuk menentukan nilai kekerasan dengan cara gaya tekan dibagi luas tapak tekan.



Gambar 4. Skema Pengujian Kekerasan

Lekukan yang benar terbuat dari penumbuk piramida intan harus berbentuk bujur sangkar. Akan tetapi, penyimpangan yang telah dijelaskan untuk uji brinell sering juga terdapat pada penumbuk piramida gambar 2.10.a lekukan bantal jarum pada gambar 2.10.b adalah akibat terjadinya penurunan logam disekitar permukaan piramida yang datar. Keadaan demikian terdapat pada logam-logam yang dilunakan dan mengakibatkan pengukuran panjang diagonal yang berlebihan. Lekukan berbentuk tong pada gambar 2.10.c mengalami proses pengerjaan dingin. Bentuk demikian diakibatkan oleh penimbunan ke atas logam-logam disekitar permukaan penumbuk. Ukuran diagonal pada kondisi demikian akan menghasilkan luas permukaan kontak yang kecil, sehingga menimbulkan kesalahan angka kekerasan yang besar ada koreksi empiris untuk menanggulangi pengaruh hal di atas.



Gambar 5. Tipe-Tipe Lekukan Piramida Intan (Dengel,1996).

Keterangan:

- (a) Lekukan yang sempurna
 - (b) Lekukan bantal jarum (pinchusion) yang disebabkan oleh penurunan
 - (c) Lekukan berbentuk tong yang disebabkan oleh penimbunan ke atas.
- Pada penelitian ini alat uji yang digunakan adalah alat uji kekerasan micro Vickers.

- Pengujian Struktur Mikro Optik

Struktur mikro adalah suatu bentuk susunan struktur yang terbentuk pada material logam dan ukurannya sangat kecil dan tidak beraturan, bentuknya berbeda-beda tergantung pada unsur dan proses yang dialami pada saat pembentukannya. Gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Dimana perbesaran foto diperoleh dari perkalian lensa obyektif dan okuler. Lensa obyektif yang dipakai 10x, dan lensa okuler 10x sehingga perbesaran 100x. jarak 10 strip pada foto untuk perbesaran 100x adalah 100. (ASM Handbook Vol 3, 1992).

- Pengujian Struktur Mikro SEM-EDS

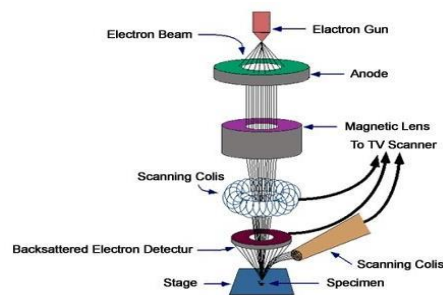
SEM (Scanning Electron Microscope)

Scanning electron microscope (SEM) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari sampel yang dianalisis. SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi dari pada optical microscope (OM). Hal ini disebabkan panjang gelombang de Broglie yang memiliki elektron lebih pendek daripada gelombang OM. Karena semakin kecil panjang gelombang yang digunakan maka semakin tinggi resolusi mikroskop. SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada OM. Resolusi yang mampu dihasilkan OM hanya 200 nm, sedangkan resolusi yang dapat dihasilkan SEM mencapai 0.1 – 0.2 nm.

EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)

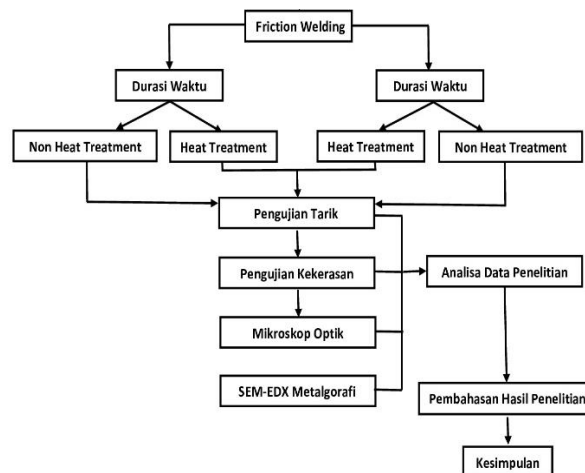
Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS atau EDX atau EDAX) adalah salah satu teknik analisis untuk menganalisis unsur atau karakteristik kimia dari spesimen. Karakterisasi ini bergantung pada penelitian dari interaksi beberapa eksitasi sinar X dengan spesimen. Kemampuan untuk mengkarakterisasi sejalan dengan sebagian besar prinsip dasar yang menyatakan bahwa setiap elemen memiliki struktur atom yang unik, dan merupakan ciri khas dari struktur atom suatu unsur, sehingga memungkinkan sinar X untuk mengidentifikasinya.

Ada beberapa sinyal yang penting yang dihasilkan oleh SEM. Dari pantulan inelastis didapatkan sinyal elektron sekunder dan karakteristik sinar X, sedangkan dari pantulan elastis didapatkan sinyal backscattered electron.



Gambar 6. Prinsip Kerja SEM-EDS

METHOD



ANALISA DAN PEMBAHASAN

- Spesifikasi Pengelasan Spesimen

Tabel 1. Spesifikasi Pengelasan

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

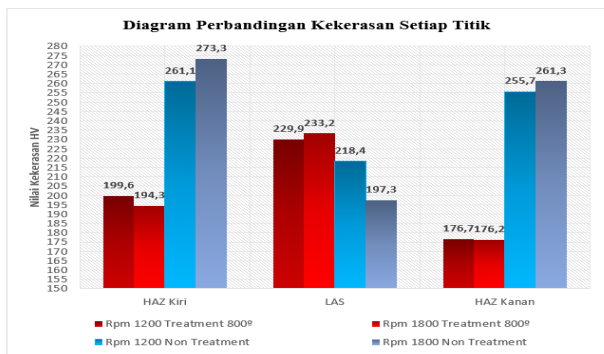
- Heat Treatment

Tabel 2. Heat Treatment Spesimen

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

Untuk mengetahui perbedaan baik dari struktur, sifat dan kemampuan yang dimiliki. Spesimen di perlakuan panas dan tanpa perlakuan panas pada masing masing 1 spesimen dengan rpm 1200 dan rpm 1800.

- Pengujian Kekerasan



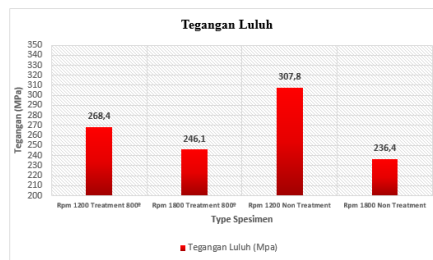
Gambar 7. Diagram Kekerasan Metode Micro Vickers

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 specimen 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 specimen, 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.

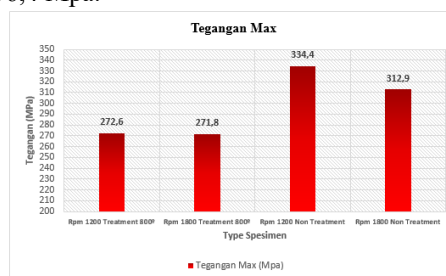
Putaran spindle pada 1200 rpm. Dengan pemberlakuan treatment pada specimen A sedangkan pada specimen C tidak diberlakukan treatment, didapatkan nilai kekerasan pada daerah las 229,9 HV(A) dan 218,4 HV(C) dengan kekerasan daerah HAZ bagian kiri 199,6 HV dan bagian kanan 176,7 pada specimen A, kekerasan 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 kempuan pada titik tertentu yang di miliki suatu komponen, sehingga pentingnya diberlakukan treatment pada komponen dapat membantu untuk menentukan batas maksimal.

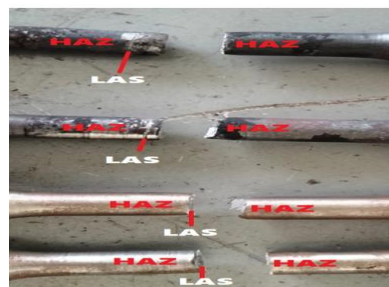
Setelah dilakukannya pengujian tarik (tensile test), didapatkan nilai hasil yang bervariasi dari setiap specimen yang di uji. Data pengujian tarik disajikan dalam bentuk diagram batang berikut:



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



Dari hasil gambar diagram perbandingan tegangan maksimum diatas didapatkan nilai tegangan maksimum tertinggi terdapat pada specimen C σ_u 334,4 Mpa, tegangan maksimum terendah terdapat pada specimen A σ_u 272,6 Mpa dan B σ_u 271,8 Mpa. Pada pengujian tarik ini didapatkan hasil bahwa specimen dengan pemberlakuan treatment memiliki kemampuan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan specimen tanpa treatment, namun letak perpatahan pada specimen A dan B dengan treatment berada pada daerah HAZ sementara perpatahan specimen C dan D tanpa treatment terjadi pada sambungan lasan, di buktikan pada gambar 8 letak perpatahan specimen pengujian tarik.



Gambar 8. Letak Perpatahan Spesimen Uji Tarik

Pada gambar 8 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.

- Pengujian Tarik

- Pengujian Struktur Mikro (Mikroskop Optik)

Tabel 3. Pengujian Struktur Mikro (Mikroskop Optik)

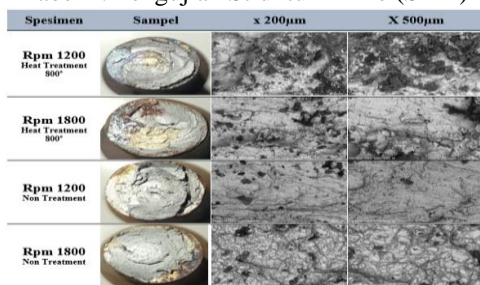


Struktur mikro baja AISI1045 yang dikarakterisasi dengan menggunakan mikroskop optik ditunjukkan pada 4 gambar yang terdapat di dalam Tabel 4.8 Pengujian struktur dengan mikroskop optik, dengan pembesaran 200x. Pada gambar (a) dan (b) merupakan struktur mikro dari specimen pengelasan dengan kecepatan 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. 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.

- Pengujian Struktur Mikro (SEM-EDS)

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.

Tabel 4. Pengujian Struktur Mikro (SEM)



Pada Tabel 4 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 penjarangan perpatahan secara intergranular. 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.

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.

Spektrum Spesimen rpm 1200 dengan 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		

Spektrum Spesimen rpm 1800 dengan 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		

Spektrum Spesimen 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		

Spektrum Spesimen 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 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.

CONCLUSION

Dari pembahasan diatas penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh perlakuan panas dan kecepatan putaran spindel terhadap struktur mikro dan kekuatan mekanik pada pengelasan gesek baja AISI1045. Hal ini dapat di buktikan dengan adanya perbedaan kekerasan yang merata pada specimen dengan perlakuan heat treatment dan tanpa perlakuan, pada specimen dengan perlakuan panas kekerasan pada bagian las lebih baik yaitu 233 HV (b) di bandingkan kekerasan pada bagian HAZ yaitu 176.3 HV(b). Hal ini berbanding terbalik dengan specimen tanpa perlakuan panas yang memiliki kekerasan pada bagian las 197.3 HV(d), dengan kekerasan pada bagian HAZ 273.3 HV(d).

Kecepatan putaran spindle pada proses pengelasan juga memiliki pengaruh yang besar pada kualitas kerekatan sambungan pengelasan. Dari hasil pengujian tarik di atas didapatkan perbandingan tegangan luluh yang dimiliki sambungan pengelasan pada rpm 1200 lebih optimal dari pada pengelasan pada rpm 1800, dengan nilai tertinggi yaitu 307,8 Mpa pada spesimen (c) dengan kecepatan 1200 rpm tanpa perlakuan panas dan nilai tegangan luluh terenda 236.4 MPa ada pada spesimen (d) dengan kecepatan putaran spindel 1800 rpm. Adapun perlakuan panas yang dilakukan untuk menghilangkan tegangan sisa dan memperbaiki sifat yang dimiliki spesimen sangat berpengaruh pada kekuatan, ketangguhan dan struktur pada bagian las dan HAZ.

Pada pengujian kekuatan tarik, tinggi dan rendah nilai kekerasan pada masing-masing bagian yang dimiliki spesimen juga bisa dibuktikan dengan letak dimana perpatahan pada spesimen itu terjadi yaitu pada titik kekerasan rendah. Pada spesimen pengujian dengan heat treatment, perpatahan terjadi pada bagian HAZ dari specimen. Hal ini juga terjadi pada spesimen tanpa perlakuan panas, perpatahan tersebut terjadi pada bagian las dimana pada bagian yang patah tersebut memiliki kekerasan yang rendah. Dari penjabaran tersebut dapat di tarik kesimpulan perlakuan panas dapat memperkuat sambungan pengelasan gesek baja AISI1045.

REVERENCES

Azis, M. A., & Drastiawati, N. S. (2019). *Analisis Kekerasan Permukaan Dan Struktur Mikro Baja SS400 Pada Metode Pack Carburizing Menggunakan Media Arang Tongkol Jagung*

Dengan Variasi Temperatur Pemanasan. Jurnal Teknik Mesin, 7(3).

- Bahaudin, M. Z., Bidin, N., & Bakhtiar, H. (2017). *Laser surface roughening on copper analyzed using SEM-EDX*. Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences, 13(4), 705-707.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials science and engineering: an introduction* (Vol. 9, pp. 96-98). New York: wiley.
- Darmidi, hamid. (2011). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung. Alfabeta
- Dengel, D., & Behncke, H. H. (1996). *Quality control hardness testing of hard surface layers. Praktische Metallographie*(Germany), 33(4), 188-97.
- Hochanadel, P. W., Elmer, J. W., Burgardt, P., & Kautz, D. D. (2011). *Electron Beam Welding*. ASM Handbook, 6, 514-521.
- Groover, M. P. (2010). *Fundamentals of modern manufacturing: Part 2*. Handbook, A. S. M. (1993). *Welding, brazing and soldering*. ASM international, 6, 1187.
- Handbook ASM, (1992). *Alloy Phase Diagrams*. Vol 3. United State America. ASM International, Materials Park.
- Handbook ASM, (2004). *Metallography and Microstructures*. Vol 9. ASM Handbook Commite, United State.
- Hung, T. P., Shi, H. E., & Kuang, J. H. (2018). *Temperature modeling of AISI 1045 steel during surface hardening processes*. Materials, 11(10), 1815.
- Ibrahim and Syuti. M, (2015), *Effect of Heat Treatment on Hardness and Microstructures of AISI 104*. Switzerland. Trans Tech Publications.
- John, V. (1983). *Introduction to engineering materials*. Springer.
- Payana, D., Widiyarta, I. M., & Sucipta, M. (2018). *Kekerasan Baja Karbon Sedang dengan Variasi Suhu Permukaan Material*. Jurnal Mettek: Jurnal Ilmiah Nasional dalam Bidang Ilmu Teknik Mesin, 4(2), 43-48.
- Purnomo, (2018). *Pengaruh Variasi Putaran Gesek Terhadap Kualitas Sambungan Pada Pengelasan Gesek Continous Drive Welding Bahan Pipa Kuningan dan Tembaga*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Pramono. A, (2011). *Karakteristik Struktur Mikro Hasil Proses Hardening Baja AISI 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Spocket Rantai*. Teknika; Jurnal Sains dan Teknologi.
- Pollack, S., Chris Wang, C. R., & Kappes, M. M. (1991). *The Journal of chemical physics*. On the optical response of Na20 and its relation to computational prediction, 94(4), 2496-2501.

- Rachman, M. R. A., & Sakti, A. M. (2020). *Analisa Perbedaan Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Baja S45C Dengan Perlakuan Quenching dan Tempering Pada Media Udara, Air, Dan Oli Untuk Aplikasi Poros Motor Roda Tiga*. Jurnal Teknik Mesin, 8(2), 89-94.
- Robbina Alan, (2012). *Perbandingan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Akibat Variasi Katalis Pada Proses Carburizing Baja S45C*. Universitas Negeri Semarang.
- Wicaksono, B. F., & Purboputro, I. P. I. (2021). *Pengaruh Quenching dan Tempering pada Baja Karbon sedang Aisi 1045 terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Santosa & Nugraheni. T, (2020). *Comparison of depth of cure sonic-activated bulk-fill composite, low viscosity, and high viscosity in different thickness*. Journal of Conservative Dentistry: JCD.
- Satrio, Herbirowo & Bintang, Adjiantoro. (2016). *Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanik Baja Nikel Laterit*. Widyariset. Vol. 2 No. 2 Hlm. 153 – 160.
- Sanyoto, B. L., Husodo, N., Setyawati, S. B., & Mursid, M. (2012). *Penerapan teknologi las gesek (friction welding) dalam proses penyambungan dua buah pipa logam baja karbon rendah*. Jurnal Energi Dan Manufaktur, 5(1).
- Subagiyo, S., Asrori, A., & Agustriyana, L. (2018). *Analisis Kekerasan Baja S45c Hasil Hardening Dengan Variasi Media Pendingin*. INFO-TEKNIK, 19(1), 43-54.
- Tafran and Hendradinata, (2021), *The Effect of Quenching Media on the Hardness of AISI 1045 Steel*, Atlantis Press.
- Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2008). *Teknik Pengelasan Logam*, edisi VII PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yusuf A, (2016). *Metode Penelitian : Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan*. Jakarta. Prenadamedia Group.
- Yustiasih Purwaningrum, S. T. (2021). *Pengaruh Temperatur Post Weld Heat Treatment (Pwht) Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Sambungan Las Mig Baja Aisi 1000 SS*.
- Yurianto, Y., Soenoko, R., & Soeprapto, W. (2018). *Optimasi Parameter Quenching dan Tempering pada HRP Steel Lokal sebagai Baja Armor Nasional*. Jurnal Rekayasa Mesin, 9(2), 143-148.