

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR HEAT TREATMENT TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA SPROCKET BELAKANG HONDA TIGER 200 cc

M. Hibatullah Wafa Putratama¹, Ir. Hj. Unung Lesmanah, M.T.², Ismi Choirotin, S.T., M.Sc³

1*) Teknik Mesin, Universitas Islam Malang, Jalan MT.Haryono 193, Malang.

Email : wafaputratama20@gmail.com

2 Teknik Mesin Universitas Islam Malang, Jalan MT.Haryono 193, Malang.

Email : ununglesmanah@yahoo.com

3 Teknik Mesin Universitas Islam Malang, Jalan MT.Haryono 193, Malang.

Email : ismi.choirotin@unisma.ac.id

ABSTRAK

Kendaraan sepeda motor merupakan sarana transportasi yang populer di kalangan masyarakat. Jumlah pengguna sepeda motor di Indonesia kini semakin meningkat. Tingginya minat konsumen terhadap sepeda motor mendorong produsen untuk menjaga serta meningkatkan mutu produknya. Sebuah sepeda motor terdiri dari berbagai komponen yang saling terhubung, termasuk sproket (roda gigi), yang memiliki peran penting sebagai bagian integral dalam fungsionalitas kendaraan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak variasi temperatur perlakuan panas terhadap kekerasan serta struktur mikro pada *sprocket* motor tiger 200cc. Dalam penelitian digunakan variasi temperatur 850°C dan 900°C serta media pendingin yang digunakan adalah oli dan air. Didapat dari penelitian ini rata-rata nilai kekerasan dari variasi temperatur 850°C dan 900°C dengan media pendingin oli yaitu 3,683% dan 10,856%. dan media pendingin air yaitu 41,252% dan 14,364%. Terdapat hasil rata-rata nilai kekerasan tertinggi pada media pendingin air temperatur 850°C yaitu 41,252%. Hasil analisis strukturmikro menggunakan oli sebagai media pendingin menunjukkan bahwa terdapat kandungan ferrite sebesar 54,224% dan kandungan pearlite sebesar 45,776%. Ketika media pendingin yang digunakan adalah air, tercatat kandungan ferrite sebesar 51,788% dengan kandungan pearlite sebesar 48,212%. Sedangkan pada kondisi tanpa perlakuan panas, didapati kandungan ferrite sebesar 55,487% dan kandungan pearlite sebesar 44,513%. Pengujian strukturmikro juga membuktikan bahwa material yang mengalami perlakuan panas dengan pendingin air memiliki tingkat kekerasan paling tinggi, diikuti oleh penggunaan oli sebagai pendingin, sementara material tanpa perlakuan memiliki kekerasan paling rendah.

Kata Kunci : *Heat treatment, Sprocket Gear, Struktur mikro, Kekerasan.*

PENDAHULUAN

Sprocket merupakan bagian dari sepeda motor yang memiliki fungsi untuk mentransmisikan perputaran dari mesin keroda belakang melalui penggunaan rantai. Dalam konteks teknik otomotif, sprocket gear diklasifikasikan sebagai elemen penggerak tarik. Salah satu masalah umum yang sering dihadapi oleh sprocketgear adalah keausan yang berulang. Jenis keausan yang umum terjadi pada komponen sprocketgear adalah adhesi, yang melibatkan lekatnya permukaan material, dan keausan abrasi, yang terjadi akibat gesekan dan gesekan berulang. [1]

Dalam penggunaannya, sprocket gear mengalami berbagai beban luar, termasuk gaya gesekan, yang dapat menyebabkan deformasi atau perubahan bentuk. Salah satu cara yang bisa untuk meningkatkan ketahanan baja terhadap gesekan adalah dengan proses pengerasan. Pengerasan baja dapat dilakukan melalui perlakuan panas yang

dikenal dengan istilah heat treatment. Salah satu metode heat treatment yang dipakai untuk pengerasan logam adalah hardening. Proses hardening melibatkan pemanasan baja hingga mencapai suhu tertentu di atas titik kritisnya, diikuti oleh pendinginan yang cepat. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengubah struktur mikro dari baja sehingga menciptakan kekerasan yang tinggi dan sifat mekanis yang lebih baik. Dengan pengerasan ini, sprocket gear menjadi lebih tahan terhadap beban gesekan dan deformasi akibat beban luar. [2]

Selain melakukan pengukuran terhadap tingkat kekerasan, pengamatan struktur mikro juga merupakan bagian penting dari evaluasi sprocket tersebut. Pada pengamatan struktur mikro tanpa perlakuan, fasa ferrite mendominasi dan jarak antara fasa ferrite dan pearlite cenderung lebih luas. Di sisi lain, saat dilakukan pengamatan struktur mikro setelah perlakuan tertentu, terjadi perubahan signifikan pada fasa pearlite. Fasa pearlite yang sebelumnya berbentuk bulat menjadi

lebih besar dan berbentuk memanjang, dan komponen struktur pearlite menjadi lebih dominan. Pengamatan ini mengindikasikan bahwa perlakuan tertentu telah mempengaruhi struktur mikro dari sprocket tersebut. Perubahan ini memiliki dampak pada sifat mekanis dan ketahanan material, dan informasi ini penting dalam menilai kualitas dan performa sprocket gear. [3]

Salah satu tahap dalam heat treatment adalah quenching, yaitu metode pengerasan baja yang melibatkan pemanasan hingga mencapai titik austenit, diikuti oleh pendinginan cepat melalui air, oli, atau air garam. Hasilnya, fasa austenit berubah sebagian menjadi struktur martensit. [4]

Pengolahan termal yang sering disebut sebagai metode untuk meningkatkan kekerasan material, sebenarnya memiliki kemampuan untuk mengubah sifat-sifat yang memiliki manfaat atau relevansi khusus sesuai dengan keperluan pengguna. Contohnya termasuk memperbaiki kemudahan dalam proses pembentukan, mengembalikan elastisitas setelah proses deformasi plastis. Faktanya, pengolahan termal tidak hanya memodifikasi karakteristik bahan, melainkan juga memiliki potensi untuk meningkatkan performa bahan melalui peningkatan kekuatan atau sifat-sifat spesifik yang dihasilkan dari proses pemanasan yang telah dilakukan. [5]

Data uji dari sampel materials sprocket yang mengandung campuran timah dengan 4 pengujian pada berbagai bagian permukaan menunjukkan hasil nilai kekerasan sebesar 51,5, 55, 50, dan 53 kgf. Sedangkan sampel material sprocket tanpa campuran timah memiliki hasil nilai kekerasan sebesar 50, 51, 50, dan 50 kgf. Namun, ketika material gear sprocket dicampur dengan timah dalam perbandingan 2 Ons timah dan 10 Ons logam dasar gear sprocket, hasil pengujian menunjukkan kekerasan yang tidak konsisten, menghasilkan nilai yang tidak memadai. Sebagai kontras, material gear sprocket yang tidak mengalami campuran timah menunjukkan hasil uji yang baik pada setiap permukaannya, meskipun nilai kekerasannya sedikit lebih rendah dari hasil pengujian material yang mengalami perlakuan. [6]

Sprocket gear merupakan salah satu komponen sepeda motor yang memiliki masa pakai terbatas. Saat digunakan, sprocket gear secara terus-menerus berinteraksi dengan rantai, terutama sprocket gear bagian depan yang mengalami beban kerja lebih besar dibandingkan dengan sprocket gear bagian belakang. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa dalam hal penurunan nilai keausan, sprocket gear depan mengalami penurunan tertinggi pada spesimen dasar. Pada waktu pelapisan selama 60 menit, penurunan nilai keausan mencapai 0,00013289 gram/km atau sekitar 60,03%. [7]

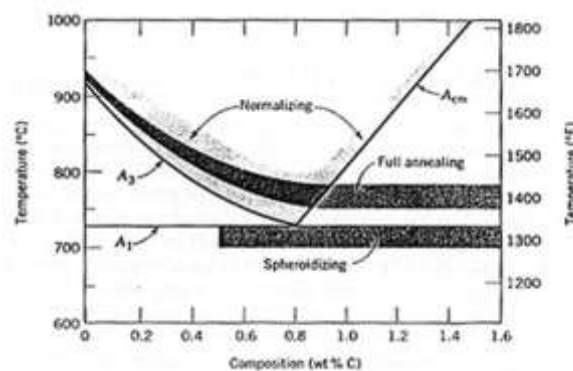
Sprocket, sebagai elemen dalam sepeda motor

yang diciptakan untuk mengalirkan pergerakan putar antara dua poros, seharusnya memiliki karakteristik tahan aus. Bagian dari komponen ini dihasilkan dalam berbagai tingkatan ketahanan aus, seperti rendah, sedang, dan tinggi. Di sisi lain, sprocket dengan kualitas rendah yang sering kali berupa tiruan diketahui memiliki cenderung keausan yang cepat. Namun, tantangan ini umumnya dapat diatasi dengan memperkuat kekerasan permukaan. Selain itu, proses karburasi diakui sebagai salah satu metode yang berguna dalam meningkatkan kekerasan permukaan sprocket yang secara langsung berinteraksi dengan rantai. [8]

Mikrostruktur adalah formasi yang terdiri dari butiran serta fase khusus, dan umumnya hanya terlihat dengan bantuan mikroskop. Perubahan mikrostruktur sering kali dipengaruhi oleh fluktuasi temperatur. Bahkan, kondisi suhu yang tinggi dapat menghasilkan perkembangan korosi yang lebih cepat. Dengan kata lain, bila temperatur naik, potensi untuk terjadinya korosi juga meningkat. Korosi ini memiliki dampak negatif terhadap kualitas logam dan dapat mengakibatkan kerusakan pada bahan logam. [9]

Struktur mikro mengacu pada pola terkecil yang terdapat dalam bahan, yang tidak dapat diamati secara langsung tetapi memerlukan alat observasi khusus seperti mikroskop cahaya, mikroskop sinar-X, mikroskop field emission, dan mikroskop elektron. [10]

Karakteristik struktur mikro dalam material logam tercermin dalam ukuran, bentuk, serta arah orientasi butirnya, jumlah fasa yang ada, proporsi dan cara distribusi mereka diatur. Struktur mikro pada paduan logam sangat bergantung pada berbagai faktor seperti unsur-unsur paduan yang terlibat, konsentrasi, dan perlakuan panas yang diaplikasikan. [11]

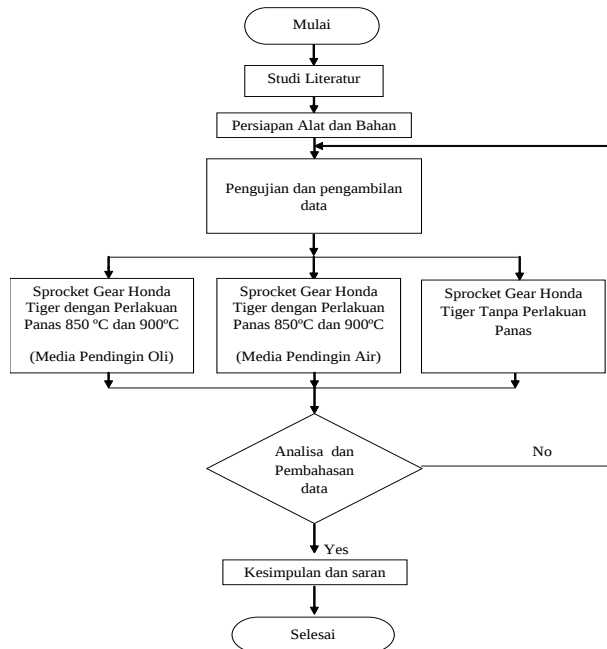


Gambar 1. Diagram Annealing Normalizing Hardening.[13]

METODE

Penelitian ini dilaksanakan melalui pengumpulan data yang dihasilkan dari eksekusi

proses pada benda kerja itu. Penelitian ini dilakukan secara praktis di lapangan dengan tujuan untuk mengevaluasi hasil dari perlakuan terhadap benda kerja. Pertanyaan utamanya adalah perbandingan yang lebih unggul antara tingkat kekerasan dan struktur mikro dalam material, berdasarkan variasi suhu perlakuan yakni 850°C dan 900°C, serta penggunaan berbagai jenis media pendingin seperti air dan oli.



Gambar 2. Diagram Alir

Prosedur Pengambilan Data Penelitian

1. Persiapkan sampel pengujian yang mengacu pada standart ASTM E 10.
2. Setting alat pengujian kekerasan dengan meletakkan spesimen pada alat uji agar Indentor Diamond cone dapat bersentuhan dengan sampel.
3. Catat nilai kekerasan yang muncul pada alat Rockwell Hardness.
4. Spesimen kemudian diambil dan diamati menggunakan mikroskop
5. Kemudian mencatat hasil dari pengamatan menggunakan mikroskop.

Material	Media Pendingin	Suhu	Kekerasan (HRA)			
	Perlakuan Panas		Titik Ke			Rata - Rata
			1	2	3	Σ
Sprocket Gear	Oli	850°C	56,2	57,2	56,2	56,3
		900°C	59,8	60,0	60,8	60,2
	Air	850°C	74,4	76,8	78,9	76,7
		900°C	61,8	62,0	62,5	62,1



Gambar 3. Pengujian Kekerasan Rockwell

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian variasi temperatur dan media pendingin terhadap kekerasan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekasaran

Perhitungan Peningkatan Kekerasan

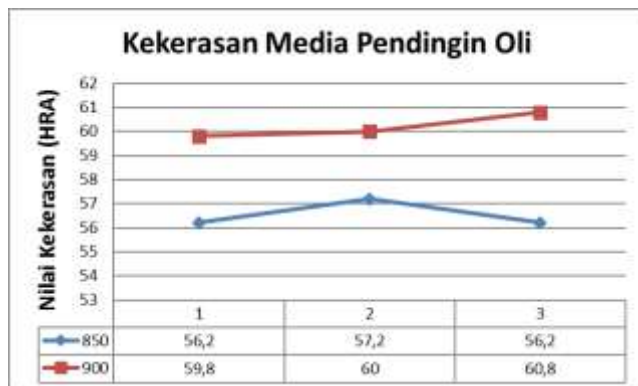
$$\begin{aligned}
 & \text{Kenaikan Kekerasan Oli } 850^{\circ}\text{C} \\
 &= \frac{\Sigma \text{ Kekerasan Oli } 850^{\circ}\text{C} - \Sigma \text{ Kekerasan TP}}{\Sigma \text{ Kekerasan TP}} \times 100\% \\
 &= \frac{56,3 - 54,3}{54,3} \times 100\% \\
 &= 3,683\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Kenaikan Kekerasan Oli } 900^{\circ}\text{C} \\
 &= \frac{\Sigma \text{ Kekerasan Oli } 900^{\circ}\text{C} - \Sigma \text{ Kekerasan TP}}{\Sigma \text{ Kekerasan TP}} \times 100\% \\
 &= \frac{60,2 - 54,3}{54,3} \times 100\% \\
 &= 10,856\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Kenaikan Kekerasan Air } 850^{\circ}\text{C} \\
 &= \frac{\Sigma \text{ Kekerasan Air } 850^{\circ}\text{C} - \Sigma \text{ Kekerasan TP}}{\Sigma \text{ Kekerasan TP}} \times 100\% \\
 &= \frac{76,7 - 54,3}{54,3} \times 100\% \\
 &= 41,252\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Kenaikan Kekerasan Air } 900^{\circ}\text{C} \\
 &= \frac{\Sigma \text{ Kekerasan Air } 900^{\circ}\text{C} - \Sigma \text{ Kekerasan TP}}{\Sigma \text{ Kekerasan TP}} \times 100\% \\
 &= \frac{62,1 - 54,3}{54,3} \times 100\% \\
 &= 14,364\%
 \end{aligned}$$

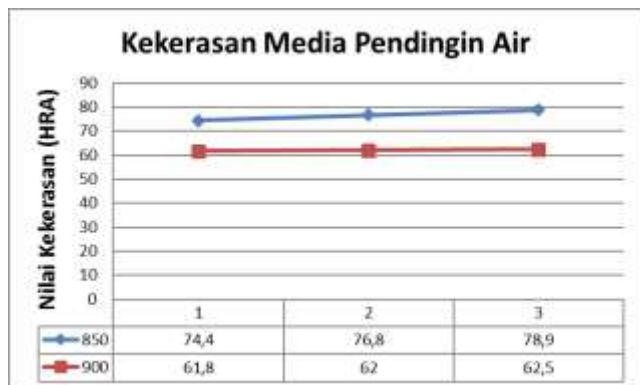
Grafik Hasil Pengujian Tanpa Perlakuan Panas, Temperatur 850°C dan 900°C dengan Media Pendingin Oli dan Air



Material		Titik Ke	Kekerasan (HRA)
Sprocket Gear	Tanpa Perlakuan Panas	1	54,2
		2	54,3
		3	54,5
	Rata – Rata		54,3

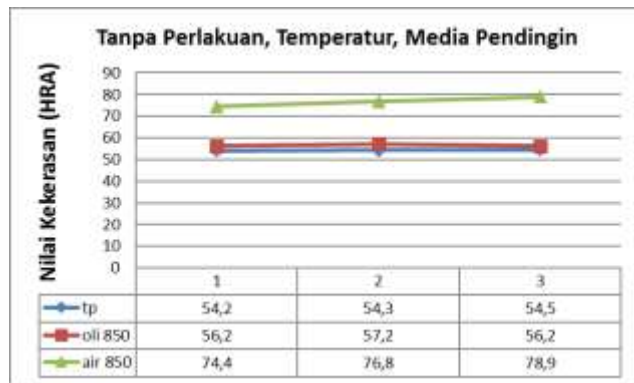
Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Temperatur 850°C dan 900°C dengan Media Pendingin Oli.

Ditinjau dari grafik di atas nilai kekerasan dengan temperatur 850°C dengan media pendingin oli didapatkan hasil rata - rata nilai kekerasan 56,3 HRA dan temperatur 900°C dengan media pendingin oli didapatkan hasil rata-rata nilai kekerasan 60,2 HRA. Grafik diatas menunjukkan nilai kekerasan material bisa berubah apabila terkena perlakuan panas diatas suhu 723°C. Grafik ditemperatur 900°C mengalami peningkatan hasil rata-rata nilai kekerasan dari temperatur 850°C karena semakin tinggi temperatur pemanasan maka akan semakin banyak mikrostruktur yang akan berubah menjadi austenite, dan ketika mengalami pendinginan cepat akan berubah menjadi struktur yang lebih keras.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Temperatur 850°C dan 900°C dengan Media Pendingin Air

Ditinjau dari grafik di atas temperatur 850°C dengan medianpendingin air didapatkan hasil rata-rata nilai kekerasan 76,7 HRA dan temperatur 900°C dengan media pendingin air didapatkan hasil rata - rata nilai kekerasan 62,1 HRA. Grafik disuhu 900°C mengalami penurunan rata-rata nilai kekerasan setelah dilakukan heat treatment dan penyebabnya adalah overheat atau proses pre heat treatment nya. Sementara grafik disuhu 850°C memliki nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan temperatur 900°C.

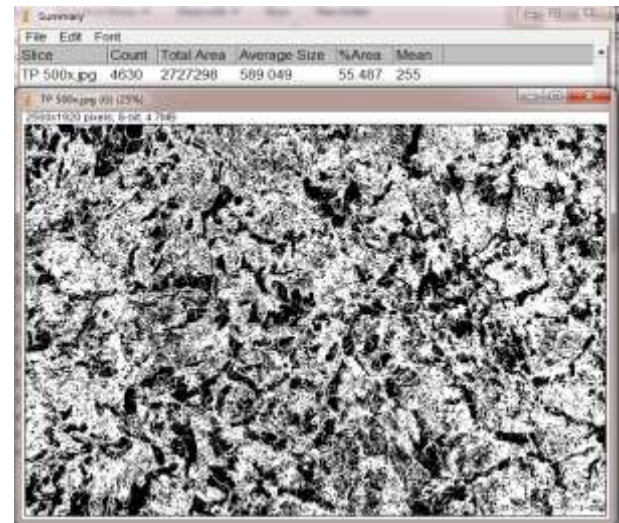


Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Tanpa Perlakuan Panas, Temperatur 850°C dengan Media Pendingin Oli dan Air

Ditinjau dari grafik diatas temperatur 850°C dengan media pendingin oli didapatkan hasil presentase rata-rata nilai kekerasan 3,683% dan temperatur 850°C dengan media pendingin air didapatkan hasil presentase rata-rata nilai kekerasan 41,252%. Dari grafik tersebut menunjukkan jika material dengan media pendingin air mengalami peningkatan presentase nilai kekerasan yang signifikan. Ini membuktikan bahwa material dengan media pendingin air lebih keras dibandingkan material dengan media pendingin oli dan material tanpa perlakuan panas.

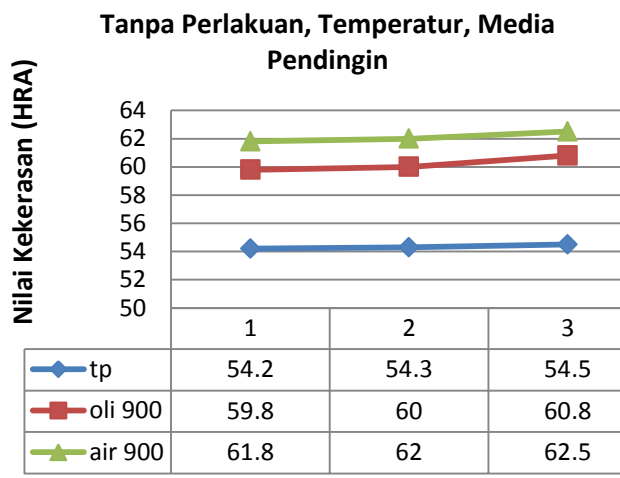
signifikan. Ini membuktikan bahwa material dengan media pendingin air lebih keras daripada material dengan media pendingin oli dan material tanpa perlakuan panas.

Analisis Fasa Struktur Mikro menggunakan Software Image J



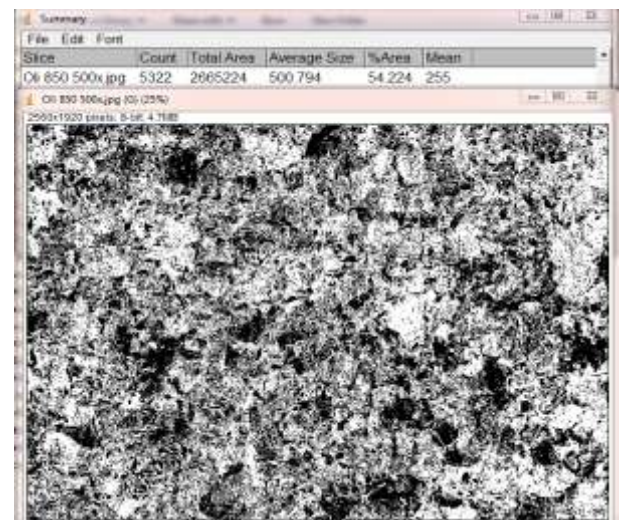
Gambar 8. Foto StrukturMikro Tanpa Perlakuan Panas

Dari hasil pengujian struktur mikro spesimen diatas kondisi awal tanpa perlakuan panas didapat struktur pearlite bentuk memanjang berwarna hitam dengan nilai 44,513 % dan ferrite berwarna putih yang mendominasi dengan nilai 55,487%.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Tanpa Perlakuan Panas, dengan Media Pendingin Oli dan Air Temperatur 900°C

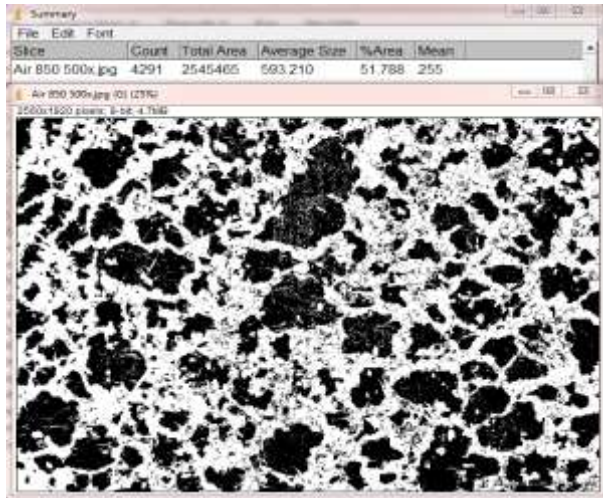
Ditinjau dari grafik diatas temperatur 900°C dengan media pendingin oli didapatkan hasil presentase rata-rata nilai kekerasan 10,856% dan temperatur 900°C dengan media pendingin air didapatkan hasil presentase rata-rata nilai kekerasan 14,364%. Dilihat dari grafik tersebut menunjukkan jika material dengan media pendingin air mengalami peningkatan presentase nilai kekerasan yang cukup



Gambar 9. Foto Struktur Mikro Media Pendingin Oli

Dari hasil pengujian struktur mikro spesimen diatas dengan menggunakan media pendingin oli didapat struktur fasa pearlite dengan nilai 45,776% yang berbentuk bulat agak lonjong dan rapat serta hampir di dominasi oleh fasa ferrite dengan nilai

54,224%.



Gambar 10. Foto Struktur Mikro Media Pendingin Air

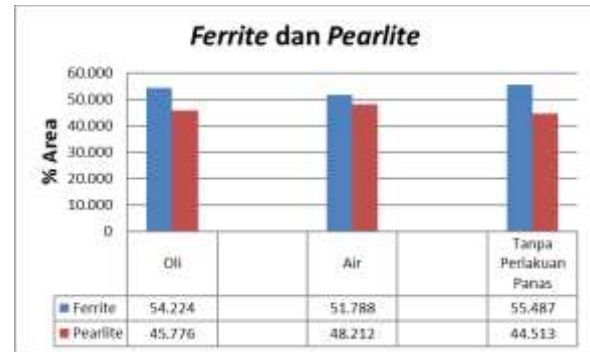
Dari hasil pengujian struktur mikro spesimen diatas dengan menggunakan media pendingin air didapat struktur fasa ferrite yang berbentuk bulat agak lonjong dan memanjang dengan nilai 51,788% serta didapat struktur fasa pearlite berwarna hitam yang mendominasi dengan nilai 48,212%. Pengamatan foto diatas posisi antara fasa ferrite dan pearlite lebih renggang.

Material	Media Pendingin	Count	Total Area	Average Size	% Area
Sprocket Gear	Oli	5322	2665224	500,794	54,224
	Air	4291	2545465	593,210	51,788
	TP	4630	2727298	589,049	55,487

Tabel 2. Tabel Foto Struktur Mikro

Material	Media Pendingin	Ferrite	Pearlite
Sprocket Gear	Oli	54,224	45,776
	Air	51,788	48,212
	TP	55,487	44,513

Tabel 3. Tabel Fasa Ferrite dan Pearlite



Gambar 11. Grafik Ferrite dan Pearlite

Grafik diatas menunjukkan presentase kandungan ferrite dari material tanpa perlakuan panas lebih mendominasi dengan nilai presentase 55,487% dibanding kandungan ferrite material dengan media pendingin oli dan air. Sementara dari presentase kandungan pearlite dari material dengan media pendingin air lebih mendominasi dengan nilai presentase 48,212% dibanding kandungan pearlite material dengan media pendingin oli dan material tanpa perlakuan panas. Sifat mikrostruktur ferrite lebih lunak dan ulet, sedangkan sifat yang ada di kandungan pearlite lebih kuat dan keras. Hasil uji mikrostruktur ini mendukung hasil eksperimen dimana kekerasan tetinggi diperoleh dari material dengan perlakuan panas dengan media pendingin air, diikuti oli dan tanpa perlakuan memiliki kekerasan paling rendah.

ANALISA DATA

Perhitungan Uji Hipotesis Kekerasan Menggunakan Analisis Varian Dua Arah

Kesimpulan :

- F hitung < f table $\alpha = 0,05$ (94,23 > 10,1) artinya H_0 ditolak bahwa ada perbedaan hasil variasi temperatur perlakuan panas terhadap kekerasan pada sprocket motor tiger 200cc.
- F hitung > f table $\alpha = 0,05$ (23,14 > 10,1) artinya H_0 ditolak bahwa ada perbedaan hasil variasi media pendingin terhadap kekerasan pada sprocket motor tiger 200cc.
- F hitung < f table $\alpha = 0,05$ (64,55 > 10,1) artinya H_0 di tolak bahwa ada sebuah interaksi antara variasi temperatur dan variasi media pendingin terhadap kekerasan pada sprocket motor tiger 200cc.

Perhitungan Uji Hipotesis Struktur Mikro Menggunakan Analisis Varian Dua Arah

Kesimpulan :

- F hitung < f table $\alpha = 0,05$ (89,884 > 6,94) artinya H_0 ditolak bahwa ada perbedaan hasil yang signifikan pada pengujian struktur mikro sprocket motor tiger 200cc.
- F hitung > f table $\alpha = 0,05$ (0,0078 < 6,94) artinya H_0 diterima bahwa tidak ada perbedaan

hasil yang signifikan pada pengujian struktur mikro sprocket motor tiger 200cc.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian analisis variasi temperatur heat treatment terhadap kekerasan dan struktur mikro pada sprocket belakang honda tiger 200cc, maka dapat disimpulkan :

1. Hasil rata-rata nilai kekerasan dari variasi temperatur 850°C dan 900°C dengan media pendingin oli yaitu 56,3 HRA dan 60,2 HRA dan media pendingin air yaitu 76,7 HRA dan 62,1 HRA. Terdapat hasil rata - rata nilai kekerasan tertinggi pada media pendingin air temperatur 850°C yaitu 76,7 HRA. Dan hasil presentase rata-rata nilai kekerasan dari material temperatur 850°C dengan media pendingin oli dan air sebesar 3,683% dan 41,252%. Sedangkan hasil presentase rata-rata nilai kekerasan dari material dengan temperatur 900°C media pendingin oli dan air sebesar 10,856% dan 14,364%. Terdapat hasil presentase rata-rata nilai kekerasan tertinggi pada material dengan media pendingin air temperatur 850°C sebesar 41,252%.
2. Hasil yang didapat dari pengujian struktur mikro dengan media pendingin oli didapatkan kandungan ferrite yaitu 54,224% dan kandungan pearlite yaitu 45,776%. Media pendingin air didapatkan kandungan ferrite yaitu 51,788% dan kandungan pearlite yaitu 48,212%. Tanpa perlakuan panas didapatkan kandungan ferrite yaitu 55,487% dan kandungan pearlite yaitu 44,513%. Hasil uji mikrostruktur ini diperoleh kekerasan tertinggi dari material dengan perlakuan panas dengan media pendingin air, diikuti oli dan tanpa perlakuan memiliki kekerasan paling rendah.

SARAN

Aspek-aspek yang memerlukan perhatian dalam pelaksanaan penelitian adalah :

1. Sebelum penelitian harus diperhatikan baik – baik mulai dari spesimen yang akan digunakan, jenis spesimen, spesifikasi, proses sebelum heat treatment dan sesudah heat treatment agar didapat hasil yang diinginkan dan hasil maksimal.
2. Menyiapkan bahan atau peralatan pengujian sebelum memulai penelitian bertujuan untuk mencapai hasil yang memuaskan dan mengurangi durasi waktu yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. C. Wahyudi, E. Nugroho, E. Budiyo, and M. F. Maktum, "Kaji Eksperimen Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan dan Media Pendingin pada Proses Quenching terhadap Perubahan Kekerasan Sprocket Gear Sepeda Motor Non Original," *Tek. Sains J. Ilmu Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 17–23, 2021, doi: 10.24967/teksis.v6i1.1232.
- [2] Y. Rizal and Ismardi, "Pengaruh perlakuan panas terhadap sifat kekerasan (hardness) pada roda gigi tarik sepeda motor honda," *J. Fak. Tek. Univ. Pasir Pengaraian*, pp. 139–144, 2015.
- [3] M. Ali, "Analisa Kekerasan Dan Strukturmikro Pada Proses Perlakuan Hardening Quenching Dengan Material Sprocket Gear Menggunakan Temperatur Dan Variasi ...," vol. 3, no. 2, 2020.
- [4] A. Wisnujati, P. Vokasi, and U. M. Yogyakarta, "Analisis perlakuan," vol. 8, no. 1, pp. 127–134, 2017.
- [5] V. B. Sardi, S. Jokosisworo, and H. Yudo, "Pengaruh Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Baja ST 46 terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, dan Uji Mikrografi," vol. 6, no. 1, pp. 142–149, 2018.
- [6] D. Kurnia, B. Widodo, M. Anhar, A. Halim, P. Mesin, and P. N. Ketapang, "Journal Of Applied Mechanical Engineering And Renewable Energy (Jamere) Uji Kekerasan Bahan Gear Sprocket Dengan Campuran Timah (Sn)," *J. Appl. Mech. Eng. Renew. Energy (Jamere) Uji Kekerasan Bahan Gear Sprocket Dengan Campuran Timah (Sn)*, vol. 1, no. 1, pp. 16–19, 2021.
- [7] E. A. M. Daulay, "Pengaruh Variasi Waktu Proses Hard Chrome Pada Sprocket Gear Depan Sepeda Motor Terhadap Nilai Kekerasan Dan Keausan," pp. 50–55, 2019.
- [8] F. P. Niron, A. D. Betan, A. Abdullah, and D. Hore, "Mechanical Properties of Imitation Sprocket Due to Treatment of Candlenut Shell Charcoal," vol. 208, no. Icist 2020, pp. 217–221, 2021.
- [9] A. Khalid, R. Cahyadi, and P. Kapioro, "Analisa Pengaruh Beda Temperatur Pada Mikrostruktur Baja Carbon St 42," *Politek. Negeri Banjarmasin, Banjarmaasin*, vol. 2, no. 2, 2014.
- [10] Deivandra, G. Bhakti, G. Dwi Haryadi, and Y. Umardani, "Analisis Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis Hasil Las Titik Dan Brazing Untuk Industri Rumahan," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2013.
- [11] A. Syahrani, Naharuddin, and M. Nur, "Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro pada Pengelasan Smaw Stainless Steel 312 dengan Variasi Arus Listrik," *J. Mek.*, vol. 9, no. 1, pp. 814–822, 2018.
- [12] Y. Handoyo, "Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis," *Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45C Terhadap Sifat Mek.*, vol. 3, no. 2, pp. 102–115, 2015.
- [13] D. Pradana, "Diagram Heat Treatment," pp. 4–13, 1999.
- [14] A. I. Sultoni and S. Surabaya, "Studi Uji Kekerasan Rockwell Superficial VS Micro Vickers," no. December 2017, 2020.