

ANALISIS *QUENCHING TEMPERING* PISAU PENEPUNG (*LATER GEAR*) MENGUNAKAN PEMANAS INDUKSI

Gunadi Wijoyo, Muhammad Dzulfikar dan Muhammad Fahri Kusaeni*

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

E-mail : Fahrikusen80@gmail.com

Abstrak

Pisau penepung (later gear) merupakan salah satu komponen mesin disk mill. Later gear merupakan sebuah komponen yang berfungsi sebagai pisau penggiling di dalam mesin tersebut, pisau penepung ini menepung arang batok kelapa untuk itu pisau mudah aus dan untuk meminimalkan terjadinya keausan di lakukan proses metode pemanasan induksi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dan menganalisis pengujian dampak, pengujian kekerasan Vickers, Rockwell dan pengujian struktur mikro pada Baja AISI 1020, dan di lakukan proses austenisasi sampai suhu 900°C di celup oli, di tempat pada suhu 200°C, 400°C. Pengujian ketangguhan dampak terendah didapatkan pada raw material sebesar 0,011 J/mm². Dan hasil pengujian ketangguhan dampak tertinggi di dapatkan pada austenisasi 900°C tempering 400°C sebesar 0,014 J/mm. Pengujian Vickers nilai kekerasan terendah didapatkan pada raw material sebesar 0,011 J/mm². Dan hasil pengujian ketangguhan dampak tertinggi di dapatkan pada austenisasi 900°C tempering 400°C sebesar 0,014 J/mm. Dan austenisasi 900°C tempering 200°C memiliki ketangguhan yang sama 0,014 J/mm. Pengujian Rockwell austenisasi 900°C terjadi kenaikan mendapatkan hasil 453 VHN. austenisasi pada suhu 900°C tempering 200°C menjadi menurun mendapatkan hasil 415 VHN dan austenisasi dengan suhu 900°C tempering 400°C mendapatkan hasil 337 VHN dengan di lakukannya tempering bias menurunkan kekerasan. Hasil pengamatan foto mikro terdapat fasa ferrite, pearlite dan martensit pada proses quenching dan tempering hal ini membuktikan bahwa dengan proses tersebut dapat meningkatkan ketahanan aus dan quenching membuat material menjadi keras akan tetapi material yang sudah di lakukan proses quenching dengan suhu austenite akan memiliki kekerasan dan getas.

Kata kunci: AISI 1020, gear later, quenching, tempering.

PENDAHULUAN

Later gear (oblate gear) adalah salah satu komponen mesin penepung (*disk mill*) yang berfungsi sebagai pisau untuk menghancurkan bahan baku dengan dimensi tertentu yang bekerja pada rotasi piringan melalui celah-celah "*pinion gear*" dan "*big gear wheel*". Rotasi tersebut menyebabkan material yang masuk akan saling bergesek dan bertumbukan membentur dengan oblate gear tersebut dan gigi-gigi yang lain dalam ruang silinder bodi sehingga material tersebut akan pecah tersayat menjadi partikel-partikel kecil atau serbuk (Modul Mesin Giling Tepung - model FFC). Profil gigi later (*oblate gear*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, penggunaan logam sebagai bahan utama operasional atau sebagai bahan baku produksi industri semakin tinggi. Baja

karbon banyak digunakan terutama untuk membuat alat-alat dan mesin penepung (*disk mill*).



Gambar 1. *later gear* pisau penepung

Usaha menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas pada baja (Fariadhie, 2012). Baja dapat diberi perlakuan panas untuk meningkatkan ketangguhan dan keuletan sehingga tahan terhadap abrasi dan

kejutan beban yang dapat menimbulkan *deformasi* pada bagian tersebut

Proses perlakuan panas meliputi pemanasan baja pada suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu dan didinginkan pada media tertentu. Perlakuan panas juga berfungsi untuk menurunkan kekerasan, seperti *annealing*, *normalizing* (Purwanto, 2011). Tujuan tersebut akan tercapai jika memperhatikan faktor yang mempengaruhinya seperti suhu pemanasan dan media pendingin yang digunakan (Djafrie, 1985). *Later gear* sebagai komponen dalam disk mill, didesain untuk menghancurkan produk lebih lunak, misalnya beras, jagung, singkong dll. Namun kasus yang terjadi ini bahwa *later gear* ini dialihkan fungsinya untuk menggiling batok arang batok kelapa sebagai bahan utama dalam pembuatan briket tempurung kelapa.

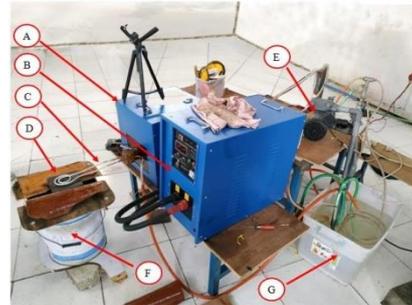
Upaya peningkatan kekerasan baja dan material logam dapat dilakukan dengan berbagai metode. *Quenching* dan *tempering* merupakan beberapa metode yang dapat digunakan untuk mencapai hal tersebut. Media quenching sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan yang dihasilkan. Peningkatan kekerasan baja amutit dapat dilakukan dengan quenching menggunakan media pendingin dromus (Karmin & Muchtar Ginting, 2016), selain itu air garam dan air tersirkulasi (Nugroho dan Haryadi, 2005) juga dapat digunakan untuk median *quenching* (Mersilia dan Karo, 2017). Namun oli masih menjadi media quenching yang paling baik untuk peningkatan kekerasan.

Karakteristik *later gear* yang tidak hanya membutuhkan tingkat kekerasan saja, perlu dilakukan heat treatment setelah proses quenching. Dalam penelitian ini *later gear* bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan kekerasan pisau penepung (*later gear*) setelah diperlakukan panas dengan menggunakan mesin induksi yang dianalisis berdasarkan pengujian dirumus struktur mikro dan uji kekerasan.

METODOLOGI

Mesin induksi digunakan untuk perlakuan pemanasan pada spesimen, agar

spesimen mencapai suhu yang diinginkan. Alat pemanas induksi ditunjukkan pada gambar 2.

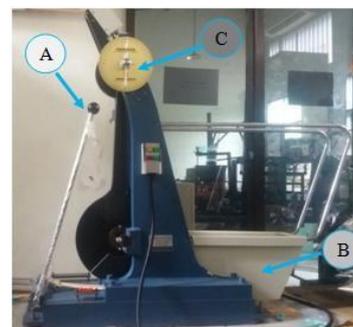


Gambar 2. Mesin Induksi

- 1) *Inverter*,
- 2) *Step down transformator*
- 3) Koil Induksi,
- 4) Meja *Quenching*,
- 5) Pompa Air,
- 6) *Chamber Quenching Oil* dan
- 7) *Chamber Air Sirkulasi*

Alat Uji Impak

Alat uji impak adalah alat yang digunakan untuk menguji ketangguhan pada spesimen. Metodologi ini memakai metode Charpy yang dilaksanakan di dalam laboratorium teknik mesin Fakultas Teknik Unimus Semarang. Alat uji impak ini ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Alat uji impak

- 1) Tuas penahan laju pendulung,
- 2) Tempat hasil proses spesimen impak,
- 3) *Dial Gauge*.

Alat Uji Kekerasan Vickers

Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan pada material, mesin tersebut milik laboratorium teknik mesin fakultas teknik Unimus Semarang. Alat uji kekerasan *Vickers* ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Alat uji *Vickers*

Beberapa bahan yang digunakan dalam eksperimen penelitian antara lain yaitu buku cadang pisau penepung (*Later gear*) baja AISI 1020. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah suku cadang *oblate gear* mesin penepung dari pasaran berjenis baja karbon dengan profil siku berdimensi panjang 75 mm, lebar 28 mm, dan tebal 8 mm. Profil bahan yang digunakan tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Dimensi *later gear*

HASIL DAN PEMBAHASAN

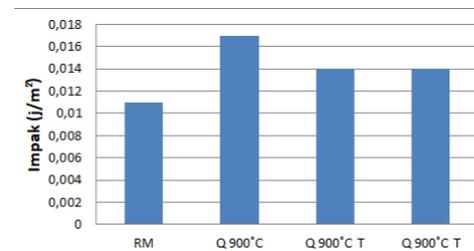
Diperlihatkan pada Tabel 1 mengenai penelitian pendapatan data melalui pengujian impact menggunakan material pisau penepung (*later gear*) baja AISI 1020 dengan proses austenisasi sampai temperatur 900°C dengan menggunakan pemanas

induksi di celup oli dan di *tempering* dengan suhu 200°C dan 400°C.

Tabel 1 Hasil Pengujian Impact AISI 1020

jenis perlakuan panas		sudut °	energi terserap (Joule)	Nilai Impact (J/mm ²)
<i>Quenching</i> (° C)	<i>Tempering</i> (° C)			
-	-	135	8,855	0,011
900	-	134	10,924	0,017
900	200	134	10,924	0,014
900	400	133	13,042	0,014

Dari hasil pengujian impact menggunakan pisau penepung Baja AISI 1020 yang sudah di lakukan proses austenisasi pada suhu 900°C dengan menggunakan pemanas induksi dan di *tempering* dengan suhu 200°C dan 400°C. Dapat di lihat grafik di bawah ini melalui gambar 6.



Gambar 6. Hasil uji Impact

Seperti yang di perlihatkan pada gambar 6 nilai ketangguhan impact nilai terendah ada pada sampel raw material diperoleh dengan hasil 0,011 J/mm², karena spesimen ini tidak di lakukan pengujian *quenching*, *tempering*. Untuk ketangguhan impact austenisasi pada suhu 900°C memiliki nilai ketangguhan impact 0,017 J/mm², Nilai ketangguhan impact ini naik di dibandingkan dengan Raw Material. Karena sudah di austenisasi pada suhu 900°C. Austenisasi pada suhu 900°C dan *tempering* 200°C memiliki nilai ketangguhan impact 0,014 J/mm², dan ada pada *quenching* 900°C *tempering* 400°C mendapatkan hasil 0,014 J/mm² ketangguhan impact ini sama dengan *tempering* 200°C. disebabkan di austenisasi suhu 900°C membentuk material yang keras dan di lakukan *tempering* dengan suhu 400°C untuk mengurangi stress yang timbul selama *quenching* dan juga menambah sifat terpenting bagi benda yang sudah di keraskan, yaitu keuletan strukturnya. Jadi

untuk mengurangi getas atau menghilangkan kegetasan tergantung suhu *tempering* yang di gunakan.

Hasil Pengujian Vickers

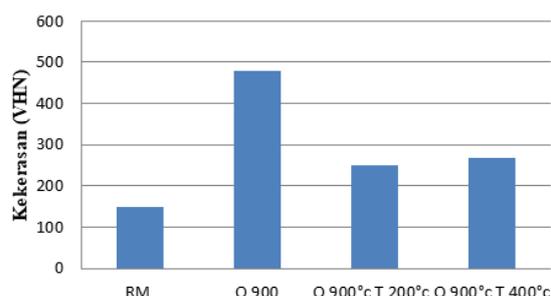
Diperlihatkan pada Tabel 2 mengenai penelitian pendapatan data melalui pengujian *Vickers* menggunakan material pisau penepung baja AISI 1020 dengan proses austenisasi pada suhu 900°C dengan menggunakan pemanas induksi lalu di celup oli dan di *tempering* dengan suhu 200°C dan 400°C .

Tabel 2. Pengujian kekerasan Baja AISI 1020.

Jenis perlakuan panas	Nilai kekerasan (HV)	Nilai kekerasan rata-rata (HV)
raw material (tanpa perlakuan)	144,7	149,4
	157,4	
	146,2	
quenching 900 °C	203,9	476,9
	228,0	
	372,5	
quenching 900 °C tempering 200 °C	216,5	250,4
	405,6	
	329,1	
quenching 900 °C tempering 400 °C	455,3	268,1
	479,1	
	505,3	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian *Vickers* menggunakan pisau penepung Baja AISI 1020 yang sudah di lakukan proses austenisasi pada suhu 900°C dengan menggunakan pemanas induksi dan di *tempering* dengan suhu 200°C dan 400°C. Dapat di lihat grafik di bawah ini melalui gambar 7.



Gambar 7. Pengujian Vickers

Nilai kekerasan *Vickers* tertinggi di dapatkan pada sampel austenisasi pada suhu 900°C di dapatkan nilai 479,9 VHN. Nilai kekerasan *Vickers* terendah di dapatkan pada sampel Raw Material di dapatkan nilai 142,3 VHN. Dari hasil pada gambar 6 kekerasan tertinggi di dapatkan pada suhu 900°C dan dikarenakan sudah melalui proses *quenching* mencapai suhu austenisasi. Setelah di lakukan *quenching* nilai kekerasan menjadi naik karena proses pemanasan logam sampai dengan suhu austenisasi, ditahan beberapa waktu agar austenite dapat lebih homogen, kemudian didinginkan secara cepat sehingga akan membentuk struktur martensit yang memiliki kekerasan yang lebih tinggi bila di bandingkan dengan struktur ferrite dan pearlite, fungsi dari *quenching* ini adalah meningkatkan kekerasan. Setelah di lakukan *quenching* dengan suhu 900°C dan *tempering* pada suhu 200°C nilai kekerasan menjadi menurun dikarenakan dengan di lakukannya *tempering* untuk mengerasakan dengan cara martensit yang getas menjadi bainit dan ferrite. Setelah di lakukan *quenching* dengan suhu 900°C dan *tempering* pada suhu 400°C nilai kekerasannya menjadi naik dikarenakan suhu *tempering* yang di gunakan 400°C, jadi untuk mengurangi getas atau menghilangkan kegetasan tergantung suhu *tempering* yang di gunakan.

Pengujian Rockwell

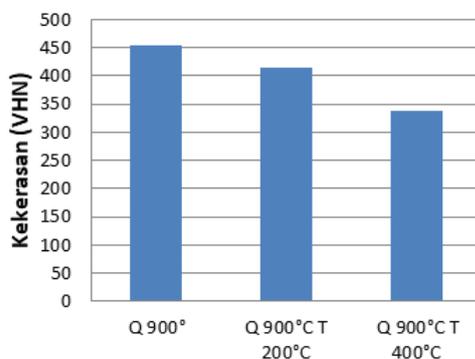
Diperlihatkan pada Tabel 3 mengenai penelitian pendapatan data melalui pengujian *Rockwell* menggunakan material pisau penepung (*later gear*) baja AISI 1020 dengan proses austenisasi pada suhu 900°C dengan menggunakan pemanas induksi lalu di celup oli dan di *tempering* dengan suhu 200°C dan 400°C.

Dari hasil pengujian *Rockwell* menggunakan pisau penepung (*later gear*) Baja AISI 1020 yang sudah di lakukan proses austenisasi pada suhu 900°C dengan menggunakan pemanas induksi dan di *tempering* dengan suhu 200°C dan 400°C. Seperti pada gambar 8.

Tabel 3. pengujian Rockwell BAJA AISI 1020

Jenis perlakuan panas	Nilai kekerasan (HV)	Nilai kekerasan rata-rata (HV)
<i>quenching</i> 900 °C	470	453
	470	
	419	
<i>quenching</i> 900 °C <i>tempering</i> 200 °C	428	415
	435	
	382	
<i>quenching</i> 900 °C <i>tempering</i> 400 °C	337	337
	337	
	337	

Nilai kekerasan *Rockwell* tertinggi di dapatkan pada sampel austenisasi pada suhu 900°C di dapatkan nilai 457 VHN. Dari hasil pada gambar IV.3 kekerasan tertinggi di dapatkan pada suhu 900°C dan dikarenakan sudah melalui proses *quenching* mencapai suhu austenisasi.

**Gambar 8. pengujian Rockwell**

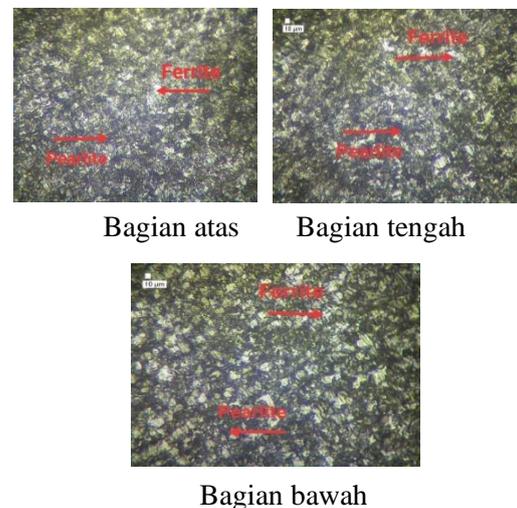
Setelah di lakukan *quenching* nilai kekerasan menjadi naik karena proses pemanasan logam sampai dengan suhu austenisasi, ditahan beberapa waktu agar austenite dapat lebih homogen, kemudian didinginkan secara cepat sehingga akan membentuk struktur martensit yang memiliki kekerasan yang lebih tinggi bila di bandingkan dengan struktur ferrite dan pearlite, fungsi dari *quenching* ini adalah meningkatkan kekerasan. Setelah di lakukan *quenching* dengan suhu 900°C dan *tempering* pada suhu 200°C nilai kekerasan menjadi menurun dikarenakan dengan di lakukannya *tempering* untuk mengerasakan dengan cara martensit yang getas menjadi

bainit dan ferrite. Setelah di lakukan *quenching* dengan suhu 900°C dan *tempering* pada suhu 400°C nilai kekerasannya menjadi menurun dikarenakan suhu *tempering* yang di gunakan 400°C, jadi untuk mengurangi getas atau menghilangkan kegetasan tergantung suhu *tempering* yang di gunakan.

Hasil penelitian dan pengamatan struktur mikro pada pisau penepung material yang digunakan baja AISI 1020 menunjukkan adanya fasa *ferrite*, *pearlite* dan martensit. Fasa *ferrite* berwarna putih dan terang, *pearlite* berbentuk butiran kecil berwarna hitam, dan *martensit* berbentuk jarum berwarna gelap. Hasil pengamatan struktur mikro ditunjukkan pada gambar 11.

Hasil Pengujian Struktur Mikro

Struktur mikro tanpa perlakuan pada pisau *penepung* material yang digunakan baja AISI 1020.

**Gambar 9. Foto struktur mikro raw material**

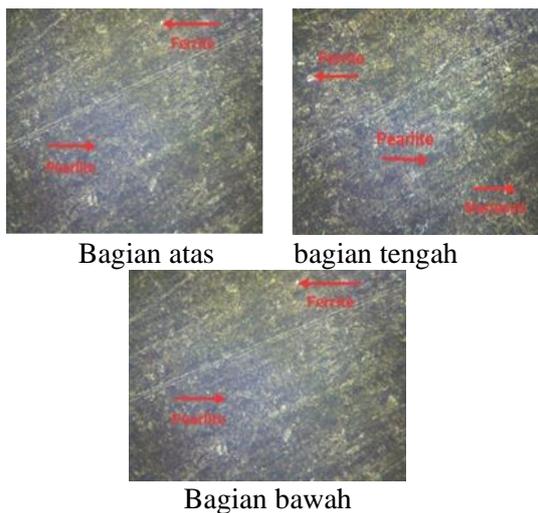
- Sisi bagian atas
- Sisi bagian tengah
- Sisi bagian bawah.

Berdasarkan hasil pengujian pada gambar 9, struktur mikro dengan pembesaran 200 kali. Hasil penelitian menunjukkan terdapat fasa *ferrite* dan *pearlite*. *ferrite* hanya bisa diperoleh jika di dalam kandungan karbon dalam baja rendah. *Ferrite* merupakan fasa dengan kekuatan rendah namun memiliki keuletan yang

tinggi. Sedangkan *Pearlite* terbentuk dari campuran fasa *ferrite* dan sementit yang merupakan hasil transformasi dari fasa *austenite*. Fasa *pearlite* terbentuk karena proses pendinginan lambat dari daerah *austenite*. Dari gambar di atas untuk fasa *martensit* belum terlihat.

Struktur mikro quenching 900°C

Hasil pengamatan pada Struktur mikro pada pisau penepung (*Later Gear*) material yang digunakan baja AISI 1020. Melalui proses *quenching* 900°C.



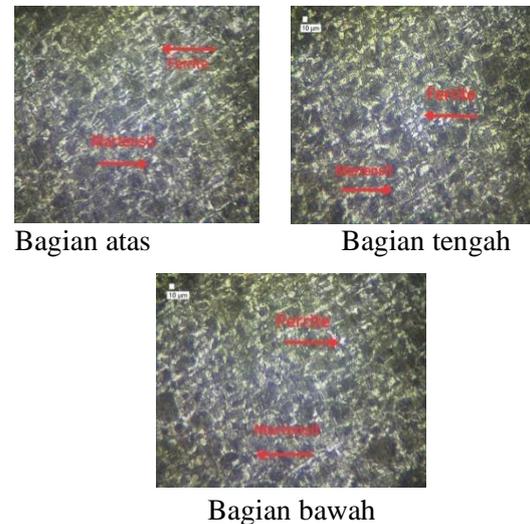
Gambar 10. Struktur Mikro Austenisasi (*quenching* 900 °C)

Berdasarkan gambar 10 menunjukkan terdapat fasa *ferrite*, *pearlite* dan *martensit* setelah dilakukan austenisasi 900°C dengan media pendingin oli. *Ferrite* tampak berwarna putih dan terang, *pearlite* berbentuk butiran kecil berwarna hitam dan fasa *martensit* berbentuk runcing seperti jarum berwarna gelap. *Ferrite* hanya bisa diperoleh jika kandungan karbon dalam baja rendah. *Ferrite* merupakan fasa dengan kekuatan rendah namun memiliki keuletan yang tinggi. Fasa *pearlite* terbentuk karena proses pendinginan lambat dari daerah *austenite* dan fasa *Martensit* berbentuk meruncing seperti jarum dan berwarna gelap, hal ini menunjukkan terjadinya proses pendinginan yang sangat cepat. *Martensit* merupakan fasa yang memiliki kekerasan dan kegetasan yang tinggi.

Austenisasi 900°C celup oli dan Tempering 200°C

Hasil Pengujian Struktur Mikro

Hasil pengamatan pada Struktur mikro pada pisau penepung (*Later Gear*) material yang digunakan baja AISI 1020. Melalui proses *quenching* 900°C, *tempering* 200°C. Di tunjukkan pada gambar 13.



Gambar 11. Foto Struktur Mikro Austenisasi 900 °C dan *tempering* 200 °C

Berdasarkan hasil pengujian pada gambar 11 foto mikro diambil dengan pembesaran 200x dan lokasi pengambilan struktur mikro dari sisi bagian atas, bagian tengah dan bagian bawah spesimen. Hasil penelitian menunjukkan terdapat fasa *ferrite* dan *martensit* setelah dilakukan *quenching* 900°C dan *tempering* 200°C. Fasa *ferrite* tampak berwarna putih dan terang. *Ferrite* hanya bisa diperoleh jika kandungan karbon dalam baja rendah. *Ferrite* merupakan fasa dengan kekuatan rendah namun memiliki keuletan yang tinggi. fasa *martensit* berbentuk runcing seperti jarum berwarna gelap. *Martensit* berbentuk meruncing seperti jarum dan berwarna gelap, hal ini menunjukkan terjadinya proses pendinginan yang sangat cepat. *Martensit* merupakan fasa yang memiliki kekerasan dan kegetasan yang tinggi. Struktur *ferrite* dan *martensit* yang diketahui masih cukup banyak dan dominan, hal ini dikarenakan pemanasan yang terjadi mencapai fasa *austenite*.

Hasil Pengujian Struktur Mikro *Quenching* 900°C dan *Tempering* 400°C seperti pada gambar 12. Hasil pengamatan pada Struktur mikro pada pisau penepung (*Later Gear*) material yang digunakan baja AISI 1020. Melalui proses *quenching* 900°C, *tempering* 400°C.



Bagian atas

Bagian tengah.



Bagian Bawah

Gambar 12. Foto Struktur Mikro Austenisasi 900 °C dan *tempering* 400 °C

Berdasarkan Hasil penelitian menunjukkan terdapat fasa martensit dan *ferrite* dilakukan austenisasi 900°C, *tempering* 400°C. Fasa *martensit* berbentuk runcing seperti jarum berwarna gelap, hal ini menunjukkan terjadinya proses pendinginan yang sangat cepat. *Martensit* merupakan fasa yang memiliki kekerasan dan kegetasan yang tinggi.

Ferrite merupakan fasa dengan kekuatan rendah namun memiliki keuletan yang tinggi. Struktur *ferrite* dan martensit yang masih cukup banyak dan dominan, hal ini dikarenakan pemanasan yang terjadi mencapai fasa *austenite*. Terlihatnya struktur *ferrite* dikarenakan dilakukan proses *tempering*, karena proses *tempering* dilakukan untuk mengerasakan dengan cara menggubah martensit yang getas menjadi *ferrite*.

PENUTUP

Kesimpulan

Proses austenisasi dengan suhu 900°C media pendingin oli dan *tempering* 400°C dapat menaikkan ketangguhan impak *later gear*. Proses austenisasi 900°C *tempering* 400°C juga dapat menaikkan tingkat kekerasan *later gear*, serta proses austenisasi 900°C celup oli dan *tempering* 200°C, 400°C meningkatkan ketahanan aus dan membuat material menjadi keras dan ulet.

DAFTAR PUSTAKA

- Djafrie, S. (1985) "Ilmu Dan Teknologi Bahan, Erlangga." Jakarta.
- Fariadhie, J. (2012) "Pengaruh *Tempering* dengan *Quenching* Media Pendingin Oli Mesran SAE 40 terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60," *Jurnal Politeknosains*.
- Karmin & Muchtar Ginting (2016) "Analysis of Increasing Hardness of Amutite Steel using Dromus Cooling Media," *Austenit*, 4(April), hal. 1–7.
- Mersilia, A. dan Karo, P. K. (2017) "Pengaruh heat treatment dengan variasi media *quenching* air garam dan oli terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan baja pegas daun aisi 6135," *Jurnal Teori dan Aplikasi ... Tersedia* pada: <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/article/view/1334>.
- Nugroho, S. dan Haryadi, G. D. (2005) "Pengaruh Media *Quenching* Air Tersirkulasi (Circulated Water) Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Pada Baja AISI 1045," *Jurnal. ROTASI. academia.edu. Tersedia* pada: <https://www.academia.edu/download/51461419/11703010.pdf>.
- Purwanto, H. (2011) "Analisa *Quenching* Pada Baja Karbon Rendah Dengan Media Solar," *Momentum*, 7(1), hal. 36–40.