

PENGARUH VARIASI PROSES PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK BAJA AISI 1018

**Ade Ilham¹⁾, Muhammad Faiz Fauzan Adzima²⁾, Oky Danu Heryanto³⁾, Farhan Ali Ferdinand⁴⁾,
Ilham Azmy⁵⁾***

^{1,3,5)} Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung

^{2,4)} Teknik Perancangan dan Konstruksi Mesin, Politeknik Negeri Bandung

*E-mail: ilham.azmy@polban.ac.id

ABSTRAK

Baja AISI 1018 merupakan baja karbon rendah yang banyak diaplikasikan secara luas dalam dunia industri. Namun demikian, baja AISI 1018 dengan prasyarat sifat mekanik dan ketahanan korosi yang baik adalah sebuah keharusan sehingga dapat diaplikasikan dalam kondisi pembebanan yang tertentu. Perlakuan panas memiliki peran yang dominan untuk mencapai kondisi sifat mekanik baja AISI 1018 sesuai yang diinginkan. Pada penelitian ini dilakukan eksperimen dengan memberikan perlakuan panas dalam berbagai variasi (quenching, annealing, dan normalizing) terhadap baja AISI 1018 untuk dapat mengubah struktur mikro dan meningkatkan sifat mekaniknya. Proses karakterisasi struktur mikro dan sifat mekanik baja AISI 1018 dilakukan dengan pengamatan metalografi, pengujian kekerasan, dan pengujian tarik. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa bahwa baja AISI 1018 hasil perlakuan panas quenching memperlihatkan transformasi struktur mikro yang berbeda dengan spesimen lainnya dan ditandai dengan kehadiran fasa martensit yang berefek pada peningkatan sifat mekanik yang signifikan yaitu nilai kekuatan tarik (2185 MPa) dan kekerasan (222,5 HV). Dengan demikian, baja AISI 1018 hasil perlakuan panas quenching dapat digunakan dalam kondisi pembebanan tertentu dan memiliki umur pakai (cycle time) yang lebih panjang.

Kata kunci : baja AISI 1018, perlakuan panas, struktur mikro, sifat mekanik

ABSTRACT

AISI 1018 steel recognized as low-carbon steel which extensively used in various industries. However, the requisite of good mechanical properties and corrosion resistance of AISI 1018 steel is a must which support to applied in particular load condition. Heat treatment plays dominant role to achieve the desired mechanical properties of AISI 1018. In this research, the experiment was carried out by applied various heat treatment (quenching, annealing, and normalizing) towards AISI 1018 steel to alter microstructure and enhance mechanical properties. The characterization process of microstructure and mechanical properties of AISI 1018 was accomplished by metallography observation, hardness test, and tensile test. From this research, it obtained that AISI 1018 steel of quenching heat treatment result showed different microstructure transformation with another samples which attributed by the presence of martensite phase and affects to significant enhancement of tensile strength (2185 MPa) and hardness (222,5 HV). Therefore, AISI 1018 steel steel of quenching heat treatment result capable to use in particular load condition and owns longer cycle time.

Keywords : AISI 1018 steel, heat treatment, microstructure, mechanical properties

1. PENDAHULUAN

Baja AISI 1018 merupakan golongan baja karbon rendah (*low carbon steel*) yang banyak digunakan dalam aplikasi dunia industri dan memiliki beberapa keunggulan sifat mekanik antara lain kemampuan untuk dilakukan permesinan (*machineability*), kekuatan yang tinggi, dan kemampuan untuk disambungkan (*weldability*)[1]. Namun demikian, baja AISI 1018 masih menyisakan kekurangan diantaranya sifat kekerasan dan keuletan yang rendah. Hal ini menjadi suatu keterbatasan yang menjadi permasalahan agar dapat dipecahkan untuk meningkatkan sifat mekanik baja AISI 1018 secara lebih baik. Salah satu metode rekayasa untuk mengubah sifat mekanik dan karakteristik baja adalah perlakuan panas (*heat treatment*). Proses perlakuan panas banyak digunakan dalam berbagai aplikasi rekayasa baja karena keuntungannya dapat mengubah sifat fisis maupun mekanik dan juga mikrostrukturnya. Beberapa sifat mekanik yang dapat dimodifikasi dengan proses perlakuan panas ini yaitu kekerasan (*hardness*), kekuatan impak (*impact strength*), kekuatan tarik (*tensile strength*), dan keuletan (*ductility*) dari baja[2]. Modifikasi sifat mekanik tersebut merupakan hasil dari kemampuan proses perlakuan panas untuk mengubah struktur mikro baja yang lebih variatif sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

Aplikasi beberapa proses perlakuan panas telah dilakukan untuk merekayasa baja dalam studi-studi sebelumnya. Mersilia dkk. (2016) melakukan studi mengenai pengaruh proses *heat treatment quenching* pada baja pegas daun AISI 6135 dengan media pendingin air garam dan oli sehingga memberikan efek signifikan terhadap peningkatan nilai kekerasan, kekuatan, dan transformasi fasa ferrit-martensit temper[3]. Di sisi lain, Mishra dkk. (2017) melakukan penelitian terkait peningkatan kekuatan dan keuletan baja AISI 1080 melalui proses perlakuan panas secara bertahap (*cyclic heat treatment*)[4]. Hasilnya menunjukkan semakin banyak tahapan perlakuan panas mengakibatkan naiknya nilai kekuatan dan keuletan baja AISI 1080. Sementara itu, Badaruddin dkk. (2019) juga mengaplikasikan proses perlakuan panas *annealing* pada baja AISI 4140 yang berefek pada peningkatan sifat

mekanik khususnya pada kenaikan energi plastis dan keuletannya[5].

Dengan memperhatikan beberapa keunggulan teknik rekayasa proses perlakuan panas tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan proses perlakuan panas pada baja AISI 1018. Variasi jenis perlakuan panas yang dilakukan akan melibatkan proses perlakuan panas *quenching*, *annealing*, dan *normalizing*. Ketiga jenis proses perlakuan panas ini diharapkan akan memberikan pengaruh terhadap perubahan struktur mikro dan sifat mekanik (kekerasan, kekuatan, keuletan) baja AISI 1018.

Dengan demikian, penelitian terkait proses perlakuan panas pada baja AISI 1018 ini akan meningkatkan beberapa keunggulan pada baja AISI 1018 sehingga akan lebih luas digunakan dalam aplikasi dunia industri. Selain itu, perubahan sifat mekanik baja AISI 1018 yang signifikan juga akan memberikan ketahanan dan umur pakai (*lifetime*) yang lebih baik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

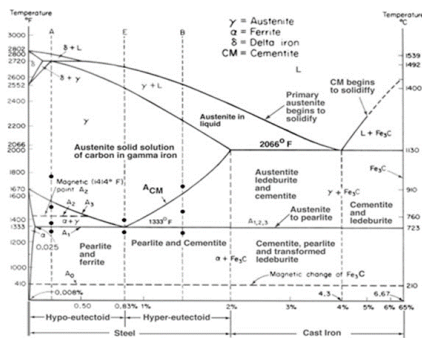
2.1 Baja AISI 1018

Baja AISI 1018 merupakan standarisasi penggolongan baja dari *American Iron and Steel Institute* (AISI) dan tergolong ke dalam baja karbon rendah (*low carbon steel*). Baja AISI 1018 memiliki spesifikasi kandungan komposisi kimia yang terdiri dari unsur karbon (0,14 - 0,20 %), ferro (98,81 - 99,26 %), mangan (0,60 - 0,90 %), fosfor ($\leq 0,040$ %), dan sulfur ($\leq 0,050$ %)[6]. Baja ini menawarkan sifat mampu mesin (*machineability*) dan mampu las (*weldability*) yang cukup baik dibandingkan dengan baja karbon rendah lainnya. Namun demikian, untuk menghasilkan karakteristik sifat mekanik (ketangguhan, kekuatan, keuletan) yang lebih baik maka diperlukan perlakuan yang diberikan pada baja AISI 1018 seperti melalui proses *forging*, *heat treatment*, *case hardening*, ataupun *carburizing*[6].

2.2 Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas (*heat treatment*) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan cara memanaskan spesimen pada elektrik *furnace* (tungku) pada temperatur yang ditentukan selama periode waktu tertentu yang kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara,

air, air garam, oli dan minyak yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Perlakuan panas adalah proses kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu[7].



Gambar 1. Diagram Fasa Fe-Fe₃C

Secara prinsip proses perlakuan panas untuk besi dan baja mengacu pada Gambar 1. Proses perlakuan panas bertujuan untuk mengubah sifat mekanik dari suatu material seperti sifat kekerasan, kekuatan keuletan, meningkatkan mampu mesin, hingga menghilangkan tegangan sisa. Lebih lanjut, perlakuan panas bukan hanya sebagai penolong sifat manufaktur, tetapi juga dapat meningkatkan performa material dengan meningkatnya kekuatan atau karakteristik tertentu dari material yang telah diproses laku panas. Adapun jenis-jenis dari proses perlakuan panas (*heat treatment*) yaitu *annealing*, *quenching*, dan *normalizing*. Jenis perlakuan panas tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik tertentu sesuai dengan kebutuhan.

2.3 Struktur Mikro

Struktur mikro merupakan struktur terkecil yang terdapat dalam suatu material yang keberadaannya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan suatu alat seperti mikroskop optik, mikroskop elektron, ataupun mikroskop sinar-X. Struktur mikro biasanya terdiri dari komponen fasa-fasa dari suatu material, sebagaimana pada material baja, fasa tersebut biasanya ditunjukkan dalam jenis fasa ferrit, austenit, *pearlite*, martensit, sementit (besi karbida) dan bainit[8]. Setiap fasa tersebut memiliki karakteristik tertentu yang menentukan sifat mekanik dari suatu material logam. Maka dari itu, struktur mikro sangat penting untuk

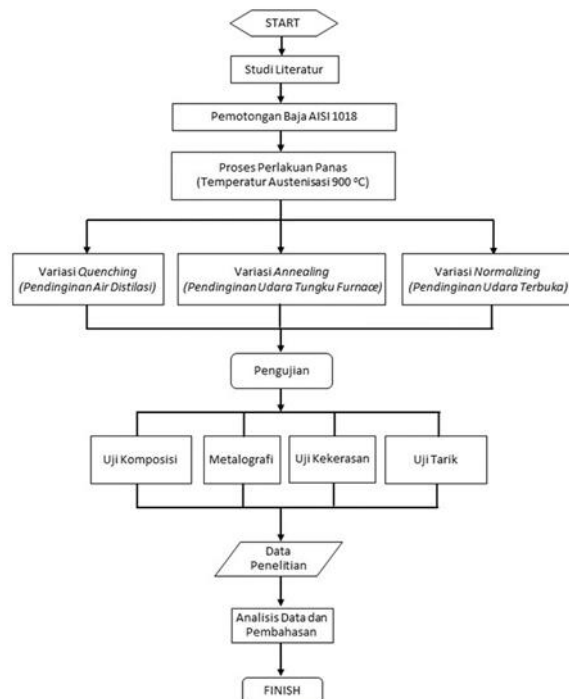
diamati agar teridentifikasi fasa-fasa pembentuk dari suatu material.

2.4 Sifat Mekanik

Sifat mekanik (*mechanical properties*) merupakan suatu parameter yang memperlihatkan ketahanan suatu material terhadap pembebanan mekanik (statik atau dinamik)[8]. Secara lebih spesifik, sifat mekanik dapat dikelompokkan ke dalam beberapa jenis seperti sifat kekuatan (*strength*), kekerasan (*hardness*), keuletan (*ductility*) dan ketangguhan (*toughness*).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan teknik eksperimen beberapa jenis perlakuan panas pada baja AISI 1018 dalam beberapa tahapan seperti proses preparasi spesimen, eksperimen perlakuan paans (*heat treatment*) dengan berbagai jenis variasi (*quenching*, *annealing*, dan *normalizing*), pengujian komposisi (*spectrometer*), pengamatan struktur mikro (*metalografi*), pengujian kekerasan, hingga pengujian tarik. Tahapan proses tersebut dilakukan sesuai prosedur yang terstandar untuk mendapatkan hasil penelitian yang dapat memiliki validitas yang baik. Adapun untuk diagram alir (*flowchart*) terkait tahapan metode penelitian ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Variasi Perlakuan Panas Baja AISI 1018

3.1 Preparasi Spesimen

Preparasi spesimen baja AISI 1018 dilakukan dengan memotong spesimen menggunakan mesin potong (*cutting machine*) dalam ukuran 20x15x8 mm untuk proses eksperimen dan karakterisasinya melalui berbagai pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini.

3.2 Proses Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Proses perlakuan panas dilakukan dalam beberapa jenis variasi yaitu melalui proses perlakuan panas *quenching*, *annealing*, dan *normalizing*. Perbedaan jenis perlakuan panas ini didasarkan pada proses pendinginan dengan media yang berbeda sehingga lajunya bervariasi. Pada tahap awal, 3 (tiga) buah spesimen baja AISI 1018 dipanaskan hingga mencapai temperatur austenisasi 900 °C dan ditahan dalam waktu 3 jam agar panas dapat terserap secara homogen ke dalam seluruh bagian spesimen. Setelah itu, dilakukan proses pendinginan dengan media pendingin yang berbeda yaitu menggunakan air distilasi (*quenching*), pendinginan di dalam tungku *furnace* (*annealing*), dan udara terbuka (*normalizing*). Perbedaan jenis perlakuan panas ini diharapkan dapat memberikan perubahan terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja AISI 1018.

3.3 Pengujian Komposisi (*Spectrometer*)

Pengujian komposisi dengan jenis *Optical Emission Spectrometer (OES)* dilakukan pada temperatur 25 °C untuk mengevaluasi kandungan komposisi kimia pada spesimen baja yang digunakan dalam penelitian sehingga dapat sesuai dengan standar baja AISI 1018. Mesin uji spektrometri yang berspesifikasi *Thermo Scientific ARL 3460* digunakan dalam pengujian komposisi ini.

3.4 Pengamatan Struktur Mikro (*Metalografi*)

Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan teknik metalografi sesuai dengan standar ASTM E3 untuk proses observasi fasa pembentuk di dalam struktur mikro baja AISI 1018 hasil proses perlakuan panas dengan jenis yang berbeda. Sebelum dilakukan proses observasi, spesimen baja AISI 1018 terlebih dahulu dipreparasi melalui proses mounting menggunakan bakelit dan selanjutnya diteruskan dengan proses grinding

menggunakan kertas amplas *grade* kasar 200 *mesh* hingga *grade* paling halus 2000 *mesh*. Setelah itu dilakukan proses polishing menggunakan pasta alumina dan proses etsa (*etching*) menggunakan larutan nital (3% HNO₃). Pada tahap akhir, spesimen diamati struktur mikronya menggunakan *Optical Microscope Olympus BM-51*.

3.5 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengevaluasi nilai kekerasan (*hardness*) dari spesimen baja AISI 1018 tanpa perlakuan dan hasil variasi proses perlakuan panas. Pengujian ini menggunakan metode Vickers dengan indenter intan (*diamond*) berbentuk piramida yang dindentasikan terhadap spesimen. Pengujian ini dilakukan menggunakan *Microhardness Testing Machine* Mitutoyo HM-122 dengan besaran nilai kekerasan dalam notasi *Hardness Vickers (HV)*.

3.6 Pengujian Tarik

Pengujian tarik (*tensile test*) dilakukan untuk mengetahui besaran nilai kekuatan tarik, kekuatan luluh (*yield strength*), dan persentase elongasi dari spesimen baja AISI 1018 tanpa perlakuan dan hasil perlakuan panas dengan berbagai variasi. Pengujian ini dilakukan dengan cara menarik spesimen uji hingga patah menggunakan alat *Universal Testing Machine* Tokyo Koki Seizosho yang berkapasitas 10 ton.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hasil Pengujian Komposisi (*Spectrometer*)

Pengujian *spectrometer* dilakukan untuk memastikan kesesuaian komposisi spesimen yang dipakai dalam penelitian ini dengan standar *low carbon steel* AISI 1018. Pengujian sangat penting dilakukan karena spesimen yang dipakai merupakan baja komersil yang dibeli secara langsung di pasaran dan belum diketahui komposisi kimianya secara pasti. Adapun data hasil pengujian *spectrometer* ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Uji Komposisi (*Spectrometer*)

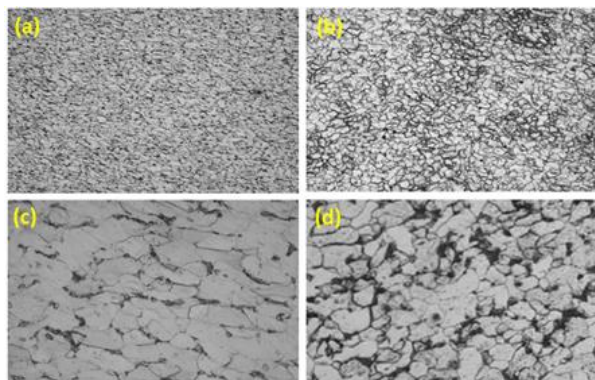
No	Unsur / <i>Element</i>	Nilai Kandungan (%)
1	Carbon (C)	0,189
2	Silicon (Si)	0,019

3	Sulfur (S)	0,014
4	Phosphorus (P)	0,024
5	Manganese (Mn)	0,439
6	Nickel (Ni)	0,02
7	Chromium (Cr)	0,01
8	Molybdenum (Mo)	0,016
9	Vanadium (V)	0,005
10	Copper (Cu)	0,009
11	Wolfram/Tungsten (W)	0,002
12	Titanium (Ti)	0,001
13	Tin (Sn)	0,004
14	Aluminium (Al)	0,002
15	Antimony (Sb)	0,001
26	Ferrous / Iron (Fe)	99,245

Dari data tersebut, dapat dilihat bahwa spesimen baja yang digunakan pada penelitian ini memiliki kandungan unsur kimia utama yang terdiri dari Ferrous (Fe) sebesar 99,245 % dan Karbon (C) sebesar 0,189 %. Dengan demikian, spesimen baja tersebut telah sesuai dengan spesifikasi *American Steel and Iron Institute* (AISI) 1018 yang digolongkan kedalam baja karbon rendah[8].

4.2 Analisis Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro yang telah dilakukan merupakan aplikasi dari teknik metalografi. Pengamatan struktur mikro ini dilakukan untuk mengobservasi fasa-fasa yang terbentuk dari spesimen baja tanpa perlakuan (*base material*) dan baja hasil perlakuan panas dari berbagai variasi. Pada Gambar 3 dapat dilihat struktur mikro dari baja tanpa perlakuan, baja hasil perlakuan panas *quenching*, baja hasil perlakuan panas *annealing*, dan baja hasil perlakuan paans *normalizing*.



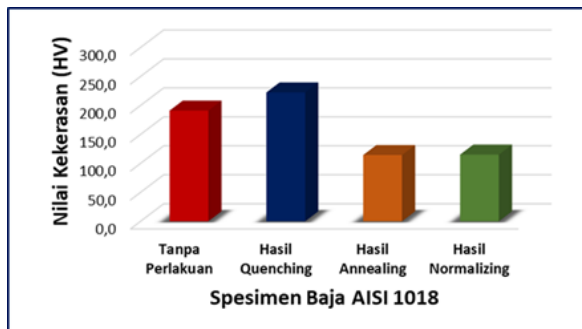
Gambar 3. Struktur Mikro Spesimen Baja AISI 1018; (a) Tanpa Perlakuan, (b) Hasil Proses *Quenching*, (c) Hasil Proses *Annealing*, (d) Hasil Proses *Normalizing*

Pada gambar 3(a) merupakan baja AISI 1018 tanpa perlakuan yang memperlihatkan struktur mikro dengan kombinasi fasa ferrit dan *pearlite*. Distribusi ferrit yang terlihat berbentuk butiran halus yang sehingga memiliki sifat mampu mesin (*machineability*) yang baik[6]. Namun demikian, baja tersebut masih memiliki sifat mekanik yang perlu untuk ditingkatkan. Selanjutnya, pada gambar 3(b) menunjukkan struktur mikro baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching* yang terdiri dari fasa martensit berbutir kasar (*coarse grains*). Fasa tersebut merupakan hasil transformasi austenit yang secara langsung menjadi martensit melalui pendinginan sangat cepat. Namun demikian, fasa austenit dalam persentase yang sangat sedikit (*residual*) masih ada karena jumlah karbon pada baja AISI 1018 masih relatif rendah (0,189 %) sehingga tidak bertransformasi seluruhnya[8]. Kehadiran fasa martensit akan berakibat pada peningkatan sifat kekerasan (*hardness*) dari baja karbon rendah AISI 1018 tersebut[9]. Pada gambar 3(c) memperlihatkan struktur mikro baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *annealing* yang didominasi oleh fasa ferrit dan *pearlite* yang halus. Fasa *pearlite* berbutir halus tersebut terjadi karena transformasi austenit menjadi ferrit dan *pearlite* dalam waktu yang sangat lama (pendinginan didalam tungku). Sementara itu, pada gambar 3(d) menunjukkan baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *normalizing* yang didominasi oleh fasa ferrit dan *pearlite* yang kasar. Kemunculan *pearlite* kasar biasanya sedikit meningkatkan kekerasan walaupun nilai kekuatan dan keuletannya tidak serta merta naik secara signifikan[10]. Hasil pengamatan struktur mikro yang meliputi fasa-fasa tersebut lebih lanjut akan dikonfirmasi dengan efeknya terhadap peningkatan sifat mekanik baja AISI 1018.

4.3 Analisis Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan (*hardness test*) dilakukan untuk melihat karakteristik sifat mekanik kekerasan dari spesimen baja AISI 1018 tanpa perlakuan dan hasil perlakuan panas dengan berbagai variasi. Sifat kekerasan sangat penting untuk dievaluasi untuk mengetahui sejauh mana ketahanan suatu material terhadap pembebanan

gesek maupun indentansi[11]. Pada gambar 4 ditunjukkan nilai kekerasan dari beberapa spesimen baja AISI 1018 tanpa perlakuan, hasil perlakuan panas *quenching*, *annealing*, dan *normalizing*.



Gambar 4. Nilai Kekerasan Spesimen Baja AISI 1018

Dari data tersebut diperoleh bahwa baja AISI 1018 tanpa perlakuan memiliki nilai kekerasan sebesar 191,1 HV. Sedangkan, nilai kekerasan baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching*, *annealing*, dan *normalizing* berturut-turut sebesar 222,5 HV; 114,5 HV; 115,2 HV. Nilai kekerasan baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching* memperlihatkan angka yang paling besar bila dibandingkan dengan spesimen baja AISI 1018 tanpa perlakuan dan hasil perlakuan panas *annealing* serta *normalizing*. Fakta ini terjadi karena spesimen baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching* mengandung fasa martensit yang lebih mendominasi bila dibandingkan dengan spesimen baja AISI 1018 hasil perlakuan panas dengan variasi lainnya. Fasa martensit merupakan partikel keras yang dapat meningkatkan nilai kekerasan baja karbon rendah seperti baja AISI 1018[12]. Dari perbandingan nilai kekerasan dari beberapa baja AISI 1018 tersebut, maka dapat dilihat bahwa baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *annealing* mempunyai nilai kekerasan terkecil (114,5 HV). Perbedaan nilai kekerasan tersebut sangat jauh dengan baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching* (222,5 HV), mengingat struktur baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *normalizing* hanya memiliki fasa ferrit dan *pearlite*, tidak ada fasa martensit.

4.4 Analisis Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik (*tensile test*) dilakukan untuk dapat menilai beberapa karakteristik mekanik seperti nilai kekuatan tarik dan kekuatan luluh (*yield strength*) dari spesimen baja AISI 1018

tanpa perlakuan dan hasil perlakuan panas dengan berbagai variasi. Kekuatan tarik sangat penting untuk diperhatikan, karena dapat berguna untuk melihat kondisi suatu material bila diaplikasikan pembebanan tarik[13]. Sementara itu, kekuatan luluh sangat menentukan dalam penentuan derajat deformasi elastis sehingga dapat mengukur elastisitas suatu material.

Hasil pengujian tarik yang telah dilakukan diperlihatkan dalam bentuk perbandingan nilai kekuatan tarik dan kekuatan luluh spesimen baja AISI 1018 tanpa perlakuan, hasil perlakuan panas *quenching*, *annealing*, dan *normalizing* seperti dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Kekuatan Tarik dan Kekuatan Luluh Spesimen Baja AISI 1018

Baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching* memperlihatkan nilai kekuatan tarik paling tinggi sebesar 2185 MPa, namun disisi lain kekuatan luluhnya hanya mencapai 1490 MPa. Di sisi lain, nilai kekuatan tarik spesimen baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *annealing* dan *normalizing* hanya sebesar 1210 dan 1250 MPa. Sedangkan, nilai kekuatan tarik baja AISI 1018 tanpa perlakuan hanya berkisar 1815 MPa. Perbedaan signifikan bila ditinjau mengenai nilai kekuatan tarik dan luluh baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching* bila dibandingkan dengan spesimen baja AISI 1018 tanpa perlakuan dan hasil perlakuan panas dengan variasi lainnya. Meskipun demikian, nilai kekuatan tarik dan luluh baja AISI 1018 tanpa perlakuan sedikit lebih tinggi dibandingkan baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *annealing* dan *normalizing*. Fenomena ini terjadi diakibatkan oleh ukuran dan batas butiran fasa *pearlite* yang berubah seiring perlakuan panas *annealing* dan *normalizing* pada baja AISI 1018. Perubahan fasa *pearlite* menjadi halus ataupun kasar mengakibatkan konsentrasi energi yang besar sehingga timbul dislokasi atom-

atom pada fasa baja AISI 1018 yang cenderung menurunkan kekuatan tarik dan kekuatan luluhnya[14]. Nilai kekuatan luluh yang baik juga ditunjukkan oleh baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching*. Kekuatan luluh ini erat kaitannya dengan peningkatan elastisitas suatu material. Dengan demikian, baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching* memiliki nilai kekuatan yang paling tinggi dan elastisitas yang cukup mumpuni.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching* memperlihatkan transformasi struktur mikro dan peningkatan sifat mekanik yang cukup signifikan. Transformasi struktur mikro dengan adanya fasa martensit berakibat pada peningkatan sifat mekanik khususnya nilai kekuatan dan kekerasan pada baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching*. Dengan begitu, baja AISI 1018 hasil perlakuan panas *quenching* tersebut dapat digunakan pada kondisi pembebanan tertentu serta memiliki umur pakai yang lebih panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Bandung yang telah memberikan dukungan dan fasilitas khususnya selama keberlangsungan penelitian ini di lingkup Laboratorium Bahan dan Metalurgi, Jurusan Teknik Mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. J. Pérez Mendoza, M. A. Doño Ruiz, N. López Perrusquia, and C. R. Torres San Miguel, "A Microstructure Obtained on AISI 1018 and AISI M2 Steel by Powder Paste Pack Boriding Process," *Microscopy and Microanalysis*, vol. 25, no. S2, pp. 2398-2399, 2019.
- [2] T. K. Nagaraja, "Investigation of effect of mechanical properties and Influence of Heat treatment on AISI 4140 steel," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1013, no. 1, 2021.
- [3] A. Mersilia, P. Karo Karo, and Y. I. Supriyatna, "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 Fisika*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [4] S. Mishra, A. Mishra, B. K. Show, and J. Maity, "Simultaneous enhancement of ductility and strength in AISI 1080 steel through a typical cyclic heat treatment," *Materials Science and Engineering: A*, vol. 688, pp. 262-271, 2017.
- [5] M. Badaruddin, Sugiyanto, H. Wardono, Andoko, C. J. Wang, and A. K. Rivai, "Improvement of low-cycle fatigue resistance in AISI 4140 steel by annealing treatment," *International Journal of Fatigue*, vol. 125, pp. 406-417, 2019.
- [6] A. Ibrahim, O. D. Adigun, and M. Bodude, "Microstructure and Mechanical Characterization of Austempered AISI 1018 Steel," *FUOYE Journal of Engineering and Technology*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [7] S. Singh, S. Samir, K. Kumar, and S. Thapa, "Effect of heat treatment processes on the mechanical properties of AISI 1045 steel," *Materials Today: Proceedings*, vol. 45, pp. 5097-5101, 2021.
- [8] K. D. Salman, "Microstructure and Mechanical Properties of Cold Rolled AISI 1018 Low Carbon Steel," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 551, no. 1, 2019.
- [9] P. Doni, "Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Perlakuan Panas Baja AISI 304 Terhadap Laju Korosi," *Teknika: Engineering and Sains Journal*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [10] A. Prayogi and Suhardiman, "Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah," *Jurnal Polimesin*, vol. 17, no. 2, pp. 83-90, 2019.
- [11] U. Rumendi, A. Muhammad, and D. H. Putro, "Analysis of the Effect of Temperature Differences on Surface Hardness and FeB Diffusion Process on DIN 34CrNiMo6 Steel Material Through the Boriding Process," *MOTIVECTION: Journal of Mechanical*,



- Electrical and Industrial Engineering*, vol. 2, no. 3, pp. 31-42, 2020.
- [12] M. Z. Hasan, A. A. Hussein, A. S. Hasan, and O. M. Ali, "Improvement of AISI 1018 Carbon Steel Gr 1018 mechanical properties by liquid carburizing in salt bath," *Materials Today: Proceedings*, vol. 20, pp. 512-516, 2020.
- [13] A. Rifaldi, A. U. Ryadin, and A. R. H. Hakim, "Pengaruh Suhu Preheating Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pelat Baja ASTM A36 Pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW)," *Sigma Teknika*, vol. 4, no. 1, pp. 81-90, 2021.
- [14] P. D. Rahman, Jasman, and N. Helmi, "Toughness Differentiation of Welded Low Carbon Steel By Using Baked Low Hydrogen Electrode (E7018) and Low Hydrogen Electrode Without Baking Process," *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 7-14, 2019.