

Pengaruh Variasi Temperatur *Quenching* dan Media Pendingin terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045

Gunawan Dwi Haryadi¹, Angelius Fredy Utomo², I Made Wicaksana Ekaputra^{2*}

¹Teknik Mesin, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275

²Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma

Kampus III, Paingan, Maguwoharjo, Sleman Yogyakarta 55281

*E-mail: made@usd.ac.id

Diterima: 27-05-2021; Direvisi: 26-07-2021; Dipublikasi: 27-08-2021

Abstrak

Baja AISI 1045 merupakan baja yang memiliki kadar karbon sebesar 0,45%. Baja jenis ini banyak digunakan pada komponen kendaraan sepeda motor seperti: roda gigi, poros, dan bantalan. Pada penerapannya, baja sering mengalami keausan akibat dari gesekan dan tekanan. Untuk menjaga agar umur baja lebih tahan lama terhadap gesekan maka perlu dilakukan perlakuan panas *quenching*. Perlakuan panas *quenching* ini sangat berperan penting dalam upaya meningkatkan sifat mekanik yang terdapat pada baja AISI 1045. Perlakuan panas *quenching* yang digunakan pada penelitian ini yaitu 800°C, 850°C, dan 900°C *holding time* selama 25 menit dengan menggunakan media pendingin air dan oli SAE 20W-50. Hasil beberapa data pengujian selanjutnya diolah dan dibandingkan tingkat kekerasan pada setiap variasi temperatur. Data yang diperoleh dari pengujian kekerasan *Vickers (HV)* sangat bervariasi. Pada baja AISI 1045 tanpa perlakuan (*raw material*) didapat nilai rata-rata kekerasan sebesar 202,78 *HV*. Selanjutnya nilai rata-rata kekerasan dengan media pendingin air pada temperatur 800°C sebesar 398,48 *HV*, 850°C sebesar 457,02 *HV*, dan 900°C sebesar 496,42 *HV*. Berikutnya, nilai rata-rata kekerasan dengan media pendingin oli SAE 20W-50 pada temperatur 800°C sebesar 252,87 *HV*, 850°C sebesar 402,55 *HV*, dan 900°C sebesar 476,92 *HV*. Nilai kekerasan optimal pada baja AISI 1045 terdapat pada suhu 900°C dengan media pendingin jenis air sedangkan nilai kekerasan paling rendah terdapat pada baja tanpa perlakuan (*raw material*).

Kata kunci: *Baja AISI 1045; kekerasan; media pendingin; quenching; temperatur*

Abstract

AISI 1045 is widely used in motorcycle components such as: gears, axles, and bearings. During its application, the components experiences wear as a result of friction and pressure. The quenching method may be chosen for improving its mechanical properties. In this study, the AISI 1045 was investigated namely 800°C, 850°C, and 900°C holding time for 25 minutes using water and oil cooling media SAE 20W-50. Then, the results of the test data are processed and compared the level of hardness at each temperature variation. The data obtained from the Vickers hardness test (HV) varies widely. In AISI 1045 steel without treatment (raw material), the average value of hardness is 202,78 HV. Then, the average value of hardness with water cooling media at a temperature of 800°C is 398,48 HV, 850°C is 457,02 HV, and 900°C is 496,42 HV. Then, the average value of hardness with oil cooling media SAE 20W-50 at a temperature of 800°C is 252,87 HV, 850°C is 402,55 HV, and 900°C is 476,92 HV. The optimal hardness value on AISI 1045 steel is at a temperature of 900°C with water-type cooling media, while the lowest hardness value is in steel without treatment (raw material).

Keywords: *AISI 1045 steel; cooling media; hardness; quenching; temperature*

1. Pendahuluan

Baja AISI 1045 adalah baja karbon yang memiliki komposisi kandungan 0,42-0,50% C, 0,50-0,80% Mn, 0,035% S, 0,17-0,37% Si, 0,25% Ni, 0,25% Cr, 0,035% P dan termasuk golongan baja karbon menengah (*medium carbon steel*) [1]. Baja karbon menengah jenis ini banyak digunakan sebagai komponen automotif misalnya untuk pembuatan roda gigi, poros, dan bantalan pada kendaraan bermotor [2]. Baja AISI 1045 sering disebut sebagai baja karbon dikarenakan sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10xx berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE (*Society*

of *Automotive Engineers*) pada angka 10 pertama merupakan kode yang menunjukkan *plain carbon*, selanjutnya pada kode xx setelah angka 10 menunjukkan komposisi kadar karbon pada baja AISI 1045 [2].

Pada penerapannya, baja tersebut harus memiliki sifat ketahanan aus yang baik dikarenakan sesuai dengan fungsinya harus mampu menahan keausan akibat dari gesekan dan beban tekanan [2-3]. Ketahanan aus dapat didefinisikan sebagai ketahanan suatu material terhadap pengurangan dimensi akibat dari suatu gesekan antara permukaan tertentu [2-3]. Salah satu usaha agar umur baja lebih tahan lama terhadap gesekan atau tekanan adalah melalui proses perlakuan panas (*heat treatment*).

Quenching adalah salah satu proses perlakuan panas melalui proses pendinginan cepat. Pada baja, proses *quenching* mengakibatkan adanya percepatan pendinginan dari temperatur austenisasi menjadi fase *bainite* dan/atau *martensite* untuk mencapai tingkat kekuatan dan kekerasan tertentu [2-4]. Proses *quenching* dapat menyebabkan nilai kekerasan menjadi meningkat seiring bertambahnya jumlah *martensite* [4]. Pada komponen sepeda motor yang menggunakan baja AISI 1045 proses perlakuan *quenching* menjadi salah satu cara yang dapat diterapkan untuk meningkatkan ketahanan aus dan kekerasan secara sederhana. Namun, nilai yang optimum perlu dilakukan berdasarkan parameter proses perlakuan panas yang tepat.

Pada penelitian ini, pengaruh variasi temperatur *quenching* dan media pendingin pada baja AISI 1045 diinvestigasi. Pengujian kekerasan *Vickers* dilakukan untuk mengetahui perubahan nilai kekerasan yang terjadi pada paduan baja tersebut. Proses *quenching* diawali dengan memanaskan baja pada suhu *austenite*, yaitu 800°C, 850°C, 900°C kemudian ditahan selama 25 menit, selanjutnya didinginkan dengan menggunakan media pendingin jenis air dan oli SAE 20W-50.

2. Metode Penelitian

2.1 Pengujian Kekerasan

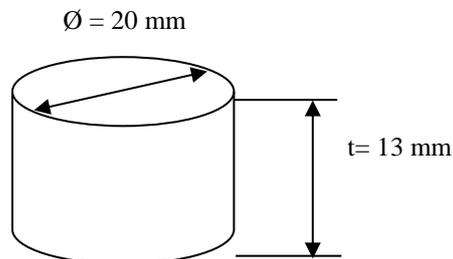
Komposisi kimia untuk baja AISI 1045 disajikan pada Tabel 1. Pengujian kekerasan yang dilakukan adalah uji kekerasan *Vickers* dengan model DHV-50D. Alat ini dilengkapi dengan sistem program, digital, dan mikroskop *metallurgy*. Pada pengujian menggunakan beban penekanan sebesar 10 kg, waktu penekanan 10 (s). Spesimen yang digunakan berbentuk silinder berjumlah tujuh buah. Dimensi spesimen uji kekerasan *Vickers* dapat dilihat pada Gambar 1. Alat uji kekerasan *Vickers* dan lekukan kekerasan *Vickers* dapat dilihat pada Gambar 2. Perhitungan hasil pengujian *Vickers* dapat menggunakan persamaan 1.

2.2 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan menggunakan *optical microscopy* dengan lensa okuler objektif M40x0,45 dengan total pembesaran 222x. Pengamatan struktur mikro diawali dengan perlakuan pengamplasan dari kasar ke halus untuk meratakan permukaan (360 μm , 660 μm , 860 μm , 1000 μm , 1200 μm , dan 1500 μm). Selanjutnya menggosokkan permukaan spesimen yang telah rata dan halus pada kain majun dan diolesi dengan autosol hingga mengkilat. Kemudian, permukaan spesimen dicelupkan kedalam gelas ukur yang berisi larutan etsa yaitu HNO₃ 100% dan Alkohol 70% selama 60 detik untuk melihat proses terjadinya korosi pada permukaan baja AISI 1045. Tahap selanjutnya, membersihkan spesimen dengan air kran yang mengalir dan di olesi autosol. Pengamatan struktur mikro dilakukan pada permukaan yang telah diratakan dan dibersihkan spesimen uji kekerasan *Vickers*.

Tabel 1. Komposisi baja AISI 1045 (wt%) menurut [1].

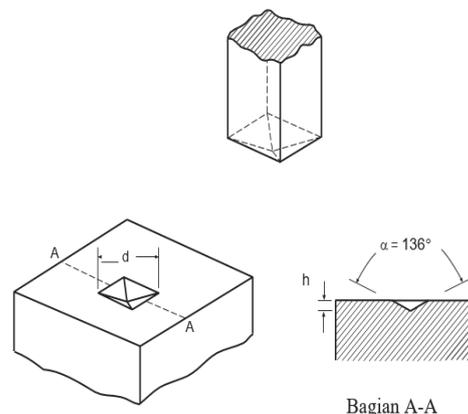
<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>Si</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>P</i>
0,42 – 0,50	0,50 – 0,80	0,035 maks.	0,17 – 0,37	0,25 maks.	0,25 maks.	0,035 maks.



Gambar 1. Dimensi spesimen uji kekerasan *Vickers*



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Alat uji kekerasan *Vickers*, (b) lekukan kekerasan *Vickers* [5]

Untuk menghitung nilai kekerasan *Vickers* dapat menggunakan rumus sebagai berikut [5] :

$$HV = \frac{2P}{d^2} \times \sin \alpha / 2 , \quad (1)$$

dimana P adalah beban penekanan (kg) dan d adalah Diagonal 1 dan diagonal 2 (millimeter).

3. Hasil dan pembahasan

Pada pengujian kekerasan *Vickers* ini menggunakan material jenis baja AISI 1045. Jumlah penekanan yang dilakukan sebanyak 15 kali. Hasil yang diperoleh dari pengujian kekerasan ini sangat bervariasi nilai kekerasannya, baik untuk baja tanpa perlakuan atau baja setelah mengalami proses perlakuan panas *quenching*. Perbedaan nilai kekerasan ini diakibatkan adanya sifat kemampukerasan yang berbeda-beda pada material baja. Untuk nilai standar deviasi yang diperoleh pada baja tanpa perlakuan sebesar 11,25. Setelah baja melewati proses perlakuan panas *quenching* pada suhu 800, 850, 900°C *holding time* selama 25 menit dengan media pendingin air didapat nilai standar deviasi sebesar 44,82, 31,17, dan 27,80. Selanjutnya, untuk baja AISI 1045 setelah melewati proses perlakuan panas *quenching* pada suhu 800, 850, 900°C *holding time* selama 25 menit dengan media pendingin oli dengan seri SAE 20W-50 didapat nilai standar

deviasi sebesar 24,93, 19,33, dan 30,58. Pada pengujian kekerasan ini, nilai rata-rata kekerasan *Vickers (HV)* yang didapat untuk baja tanpa perlakuan sebesar 202,78 *HV*, selanjutnya untuk baja yang telah dilakukan proses *quenching* pada suhu 800, 850, 900°C *holding time* selama 25 menit dengan media pendingin air didapat nilai kekerasan 398,48 *HV*, 457,02 *HV*, dan 496,42 *HV*. Sedangkan, untuk baja yang telah dilakukan proses *quenching* pada suhu 800, 850, 900°C *holding time* selama 25 menit dengan media pendingin oli dengan seri SAE 20W-50 didapat nilai kekerasan 251,87 *HV*, 402,55 *HV*, dan 476,92 *HV*. Spesimen benda uji yang telah dilakukan proses *quenching* dengan variasi suhu dan media pendingin akan meningkatkan sifat mekanik dari material tersebut. Pada penerapannya, jika baja AISI 1045 setelah dilakukannya proses *quenching* ini akan meningkatkan ketahanan aus yang baik sehingga meminimalisir terjadinya gesekan (kerusakan) pada komponen sepeda motor seperti: roda gigi, poros, dan bantalan.

3.1 Pengujian Kekerasan

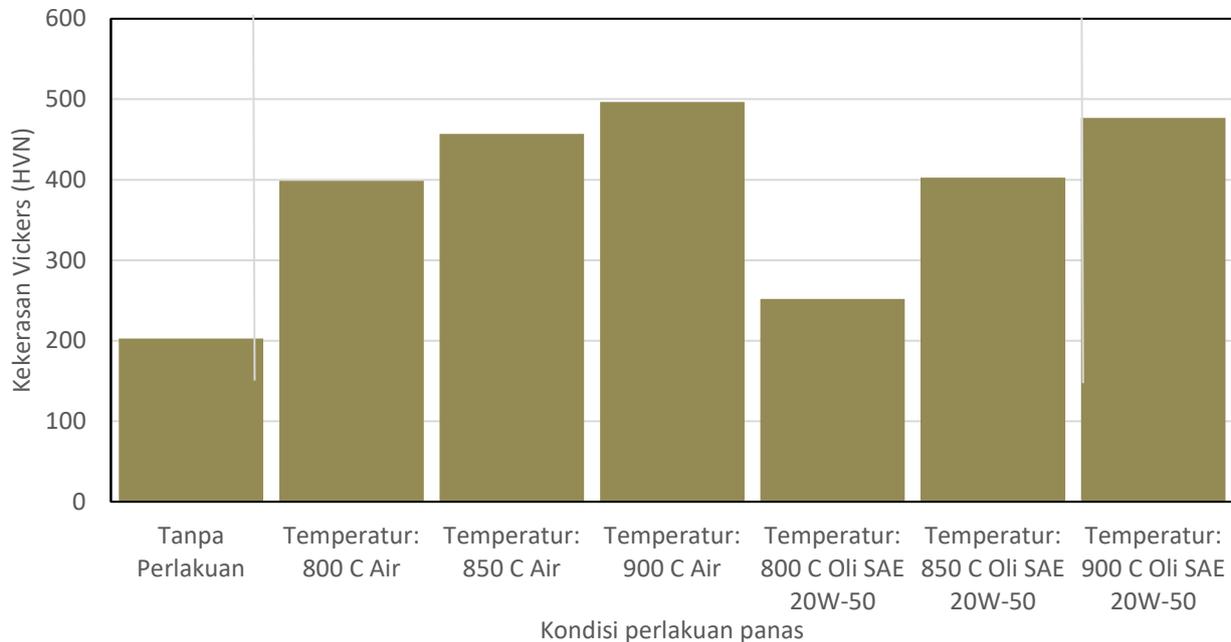
Perbandingan nilai kekerasan baja AISI 1045 dengan variasi temperatur *quenching* dan media pendingin ditampilkan pada tabel 2 serta pada Gambar 3. Pada uji kekerasan ini menggunakan beban penekanan sebesar 10 kg dengan waktu penekanan selama 10 (s). Pemilihan beban dan waktu penekanan dalam hal ini harus disesuaikan dengan sifat mekanik yang terdapat pada baja AISI 1045. Selanjutnya, setelah dilakukannya proses pengujian kekerasan didapat nilai kekerasan yang bervariasi dimana nilai kekerasan tersebut didapat dari hasil proses *quenching* dengan tiga variasi temperatur dan media pendingin yang berbeda-beda.

Tabel 2. Hasil pengujian nilai rata-rata kekerasan *Vickers* berdasarkan variasi temperatur *quenching* dan media pendingin.

No	Baja AISI 1045	Nilai rata-rata kekerasan <i>Vickers (HV)</i>
1	Tanpa Perlakuan	202,78
2	Temperatur: 800° C Air	398,48
3	Temperatur: 850° C Air	457,02
4	Temperatur: 900° C Air	496,42
5	Temperatur: 800° C Oli SAE 20W-50	251,87
6	Temperatur: 850° C Oli SAE 20W-50	402,55
7	Temperatur: 900° C Oli SAE 20W-50	476,92

Baja AISI 1045 dengan komposisi kadar karbon sebesar 0,45% ini memiliki sifat mekanik yang seimbang, dimana sebelum dilakukannya proses *quenching* hanya mendapatkan nilai kekerasan sebesar 202,78 *HV* hal ini dipengaruhi dari komposisi yang terdapat pada baja AISI 1045. Komposisi tersebut akan mempengaruhi sifat mekanik dari baja terutama sifat kekuatan dan kekerasan. Selanjutnya, setelah material baja dilakukan proses *quenching* dengan tiga variasi suhu 800, 850, dan 900°C pada *holding time* selama 25 menit menggunakan media pendingin air dengan volume 65 liter menjelaskan bahwa terjadi tingkat kenaikan nilai kekerasan yang sangat signifikan, hal ini disebabkan oleh adanya perubahan fase *austenite* menjadi *martensite*. Penambahan temperatur dalam hal ini dapat meningkatkan kekerasan pada baja, hal ini dapat dibuktikan pada saat baja dipanaskan hingga mencapai suhu *austenite* akan mengakibatkan meningkatnya kelarutan karbon sehingga karbon akan terlarut dan menyusup pada saat mencapai suhu austenisasi. Selain itu, pada kondisi baja telah melewati temperatur *eutectoid* sekitar suhu 723°C dan di *holding time* selama 25 menit maka terjadi peningkatan kelarutan karbon yang mengakibatkan nilai kekerasan pada baja AISI 1045 akan menjadi naik. Struktur kristal yang awalnya FCC (*Face Centered Cubic*) menjadi BCT (*Body Centered Tetragonal*) ketika didinginkan secara cepat (*non-equilibrium*) [6]. Struktur kristal BCT (*Body Centered Tetragonal*) pada paduan baja akan

mengakibatkan tingkat kekerasan baja meningkat [6]. Pada temperatur 800°C didapat nilai rata-rata kekerasan sebesar 398,48 *HV*, selanjutnya temperatur 850°C didapat nilai rata-rata kekerasan sebesar 457,02 *HV*, dan temperatur 900°C didapat nilai rata-rata kekerasan sebesar 496,42 *HV* dengan media pendingin air sebanyak 65 liter.



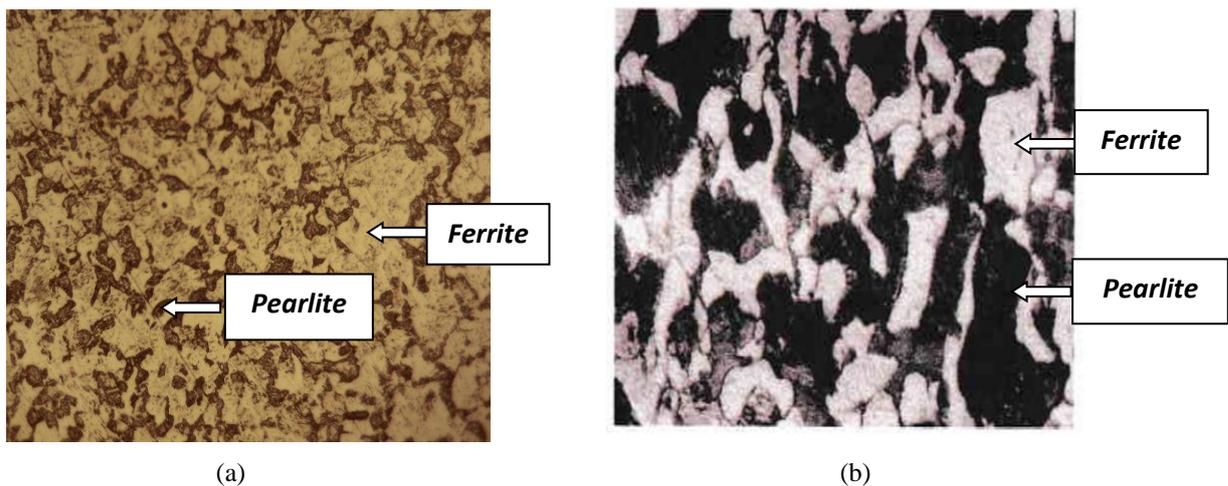
Gambar 3. Grafik perbandingan tingkat kekerasan baja AISI 1045 pada variasi temperatur *quenching* dan media pendingin

Selanjutnya, untuk hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan media pendingin oli dengan seri SAE 20W-50 pada temperatur 800°C didapat nilai rata-rata kekerasan sebesar 251,87 *HV*, temperatur 850°C nilai rata-rata yang didapat sebesar 402,55 *HV*, dan pada temperatur 900°C nilai rata-rata yang didapat sebesar 476,92 *HV*. Dari data hasil nilai rata-rata uji kekerasan *Vickers* menjelaskan bahwa tingkat kenaikan kekerasan paling optimal terdapat pada baja AISI 1045 dengan perlakuan panas *quenching* pada suhu 900°C media pendingin air sedangkan untuk nilai kekerasan terendah terdapat pada baja tanpa perlakuan. Media pendingin air dan oli memiliki viskositas dan densitas yang berbeda-beda. Pada media pendingin air memiliki nilai densitas sebesar 998 kg/m³ dan viskositas 1,01 Pa.s. Sedangkan, untuk media oli memiliki nilai densitas sebesar 981 kg/m³ dan viskositas 4,01 Pa.s [7]. Pada media oli memiliki nilai derajat kekentalan yang berpengaruh pada *Severity Of Quench* [8]. Semakin tinggi nilai densitas maka mengakibatkan laju pendinginan menjadi cepat hal ini akan mempengaruhi tingkat kekerasan baja menjadi naik, sedangkan apabila nilai viskositas dari suatu media pendingin semakin tinggi maka menyebabkan laju pendinginan menjadi sedang hal ini akan mempengaruhi tingkat kekerasan pada baja AISI 1045. Laju pendinginan yang berbeda-beda ini akan mempengaruhi nilai kekerasan dari material baja AISI 1045. Sifat-sifat dari baja setelah mengalami proses pengerasan (*quenching*) meliputi dari sifat kekuatan, kekerasan, dan ketangguhan pada baja AISI 1045 [9]. Pada saat baja mengalami waktu tahan yang terlalu lama akan mengakibatkan nilai kekerasannya menjadi naik. Selain itu, proses pemanasan di atas suhu kritis dan kemudian diikuti pendinginan cepat dapat meningkatkan kekerasan dari baja [10]. Baja AISI 1045 yang telah mengalami peningkatan nilai kekerasannya dipengaruhi oleh proses perlakuan panas (*heat treatment*) dan media pendingin yang digunakan [11]. Menurut Kim dan Kwon menegaskan bahwa pada saat proses perlakuan panas, pengaruh suhu dan

komposisi baja terhadap elemen paduan seperti Ti, Mo, Ni, dll akan mempengaruhi sifat kekerasan dimana fase *austenite* berubah menjadi *martensite*, hal ini disebabkan oleh waktu yang sangat singkat selama proses pendinginan berlangsung. Kim dan Kwon membuktikan pada penelitiannya yang berjudul “*Phase Transformation In Machining Steel*” pada saat transformasi fase dari *pearlite* menjadi *austenite* terjadi pada antar muka yang dikarenakan oleh suhu permukaan meningkat melebihi suhu austenisasi [12].

3.2 Pengamatan Struktur Mikro

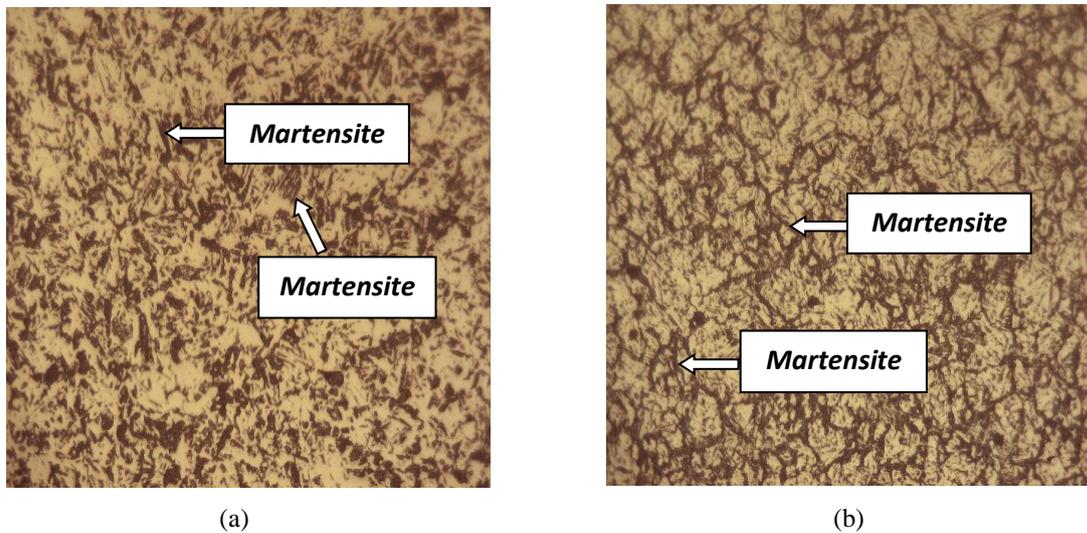
Struktur mikro baja AISI 1045 baik sebelum dan sesudah dilakukan proses *quenching* ini menunjukkan perbedaan. Berdasarkan gambar struktur mikro baja AISI 1045 yang terdapat pada Gambar 4(a) dan (b) menjelaskan bahwa pada baja tanpa perlakuan (*raw material*) yang terdapat dua struktur yaitu *ferrite* dan *pearlite*. *Ferrite* dan *pearlite* sangat mendominasi pada permukaan baja sehingga menyebabkan sifat ulet, kuat, dan lumayan keras. Pada Gambar 4(a) warna area yang berwarna hitam merupakan *pearlite* dan warna area yang berwarna putih merupakan *ferrite*. Gambar 4(b) menegaskan bahwa pada baja AISI 1045 memiliki struktur mikro *ferrite* dan *pearlite*. Area yang berwarna putih adalah *ferrite* sedangkan area yang berwarna hitam merupakan *pearlite* [13]. Struktur mikro *ferrite* dan *pearlite* pada baja tanpa perlakuan ini memiliki nilai kekerasan sebesar 202,78 HV. *Ferrite* memiliki sifat sangat ulet dan lunak [14].



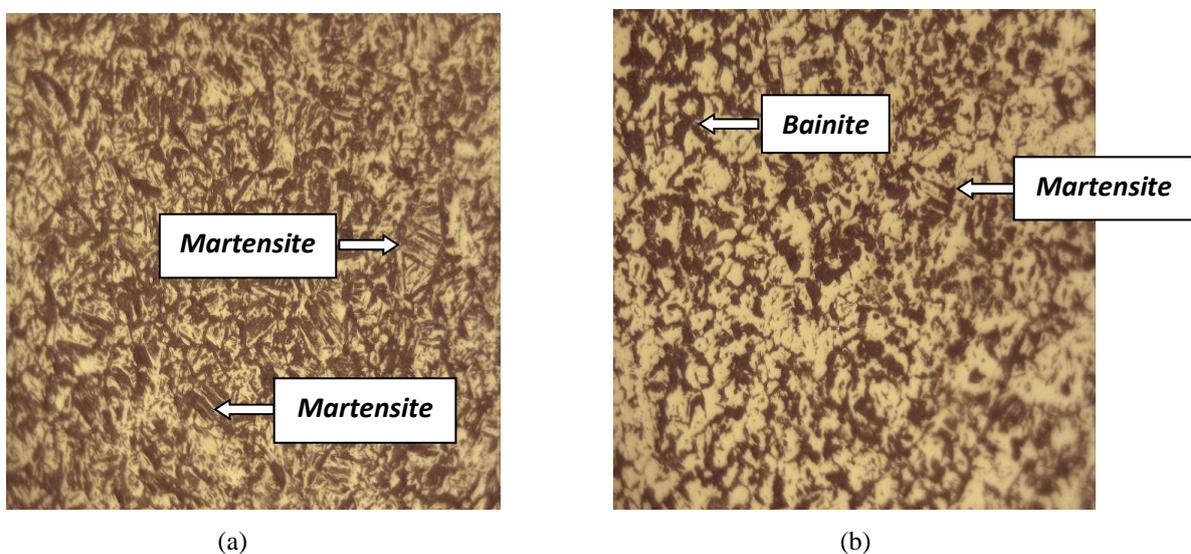
Gambar 4. (a). Struktur mikro baja AISI 1045 sebelum dilakukan proses *heat treatment* dengan pembesaran 222x, (b) Foto struktur mikro baja AISI 1045 sebelum dilakukan proses *heat treatment* dengan pembesaran 800x, Nital 2% [13].

Selanjutnya untuk gambar struktur mikro pada temperatur 800, 850, dan 900 °C dengan media pendingin air didapat struktur *martensite* yang berbeda-beda dalam hal ini dipengaruhi dari nilai kekerasan yang diperoleh. Struktur mikro pada Gambar 5 dan 6(a) memiliki jumlah *martensite* yang banyak, dimana dipengaruhi dari nilai densitas air dan laju pendinginan secara cepat. Hasil ini berbeda dengan media pendingin oli SAE 20W-50 dimana pada temperatur 800°C menghasilkan struktur *bainite* dan *martensite* yang berbeda-beda. Struktur mikro yang terdapat pada Gambar 6(b) ini memiliki *bainite* yang banyak. Keberadaan *bainite* mempengaruhi dari nilai rata-rata kekerasan yang diperoleh sebesar 251,87 HV. Pada pembesaran 222x ini struktur *bainite* lebih mendominasi dibandingkan struktur *martensite*. Totten menegaskan bahwa, pertumbuhan *bainite* ini dikarenakan hasil dari produk dari pertumbuhan *ferrite* dan *cementite*

menjadi *austenite* selama proses dekomposisi *eutectoid* dengan hal ini *cementite* yang muncul dalam bentuk non lamelar. Pada kinematika transformasi ini saling berkaitan dengan laju pergerakan difusi karbon pada baja [15].



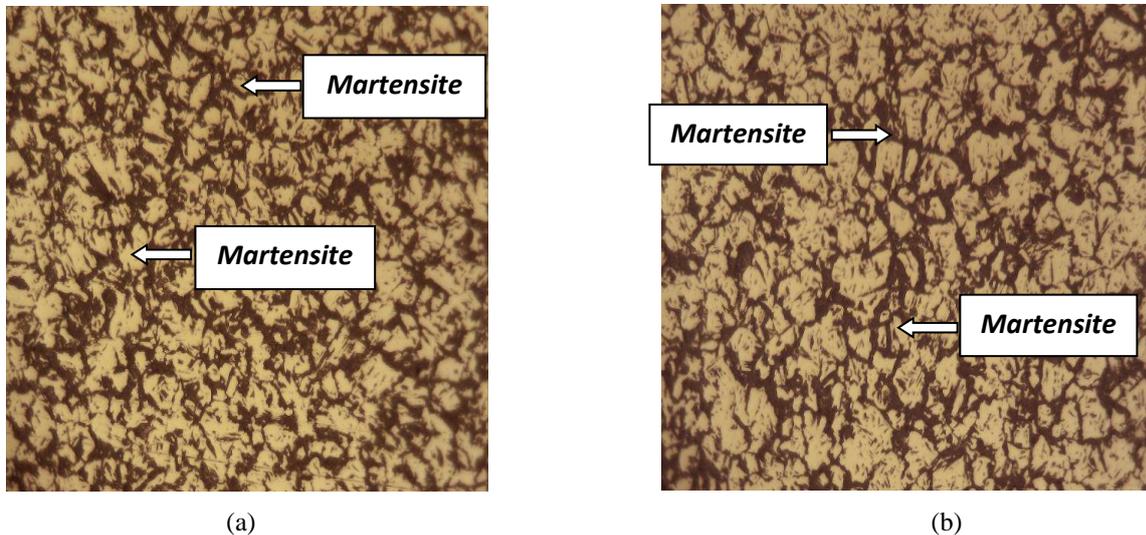
Gambar 5. (a) Struktur mikro baja AISI 1045 setelah dilakukan proses *quenching* pada suhu 800°C dengan *holding time* selama 25 menit menggunakan media pendingin air, pembesaran 222x, (b) Struktur mikro baja AISI 1045 setelah dilakukan proses *quenching* pada suhu 850°C dengan *holding time* selama 25 menit menggunakan media pendingin air, pembesaran 222x.



Gambar 6. (a) Struktur mikro baja AISI 1045 setelah dilakukan proses *quenching* pada suhu 900°C dengan *holding time* selama 25 menit menggunakan media pendingin air, pembesaran 222x, (b) Struktur mikro baja AISI 1045 setelah dilakukan proses *quenching* pada suhu 800°C dengan *holding time* selama 25 menit menggunakan media pendingin oli SAE 20W-50, pembesaran 222x.

Pada temperatur 850 °C dengan media pendingin oli SAE 20W-50 struktur mikro yang terdapat pada Gambar 7(a) memiliki jumlah *martensite* yang cukup lumayan banyak, hal ini dipengaruhi dari nilai rata-rata kekerasan yang diperoleh sebesar 402,55 *HV*. Struktur mikro pada suhu 850°C memiliki karakteristik yang berbeda dengan suhu 800°C, hal ini

dikarenakan pada suhu 850°C struktur *martensite* mulai terlihat dan terbentuk jelas seiring dengan naiknya nilai kekerasan baja. Selanjutnya, pada Gambar struktur mikro 7(b) memiliki jumlah *martensite* yang sangat banyak dibandingkan dengan gambar 8g pada suhu 850°C, hal ini dipengaruhi dari nilai rata-rata kekerasan yang diperoleh sebesar 476,92 HV. Pada suhu 900 °C struktur *martensite* sangat terlihat jelas dan sangat mendominasi area pada permukaan baja.



Gambar 7. (a) Struktur mikro baja AISI 1045 setelah dilakukan proses *quenching* pada suhu 850°C dengan *holding time* selama 25 menit menggunakan media pendingin oli SAE 20W-50, pembesaran 222x, (b) Struktur mikro baja AISI 1045 setelah dilakukan proses *quenching* pada suhu 900°C dengan *holding time* selama 25 menit menggunakan media pendingin oli SAE 20W-50, pembesaran 222x.

Pada proses perlakuan panas *quenching*, ketika baja dipanaskan hingga melewati temperatur *eutectoid* dan didinginkan secara cepat, maka fase *austenite* berubah menjadi *martensite*, hal ini terjadi dikarenakan difusi antar atom-atom secara serentak dalam waktu yang sangat cepat, sehingga atom-atom yang tertinggal pada saat terjadi proses pergeseran atom-atom akan berada dilarutan padat (α *ferrite*) [6]. Menurut Callister menegaskan bahwa dalam hal ini baja yang berada pada struktur *martensite* akan memiliki sifat keras. Unsur karbon yang terdapat pada baja merupakan elemen penguat utama. Efek penguat utama karbon ini terdiri dari penguat larutan padat dan penguat dispersi karbida [15].

Transformasi *martensite* terjadi ketika pada pendinginan secara cepat dan pada suhu tinggi. Pada proses ini terdapat endapan *austenite* yang menyebar menjadi campuran dua fasa yaitu *ferrite* dan karbida yang ditekan [15]. Konsentrasi karbon *martensite* ini sesuai dengan kondisi *austenite*. Transformasi *austenite* menjadi *martensite* dimulai ketika melewati suhu awal *martensite* (M). *Martensite* terbentuk pada interval suhu tertentu yang diiringi oleh laju pendinginan secara cepat [15]. Totten menegaskan bahwa proses pendinginan dibawah Ms akan menyebabkan jumlah *martensite* meningkat dengan cepat karena pembentukan pelat (jarum) baru yang sangat cepat. Pelat (jarum) yang awalnya terbentuk tidak tumbuh seiring dengan waktu. Suhu Ms mendefinisikan bahwa pada temperatur tersebut tergantung pada paduan dan menurunnya suhu secara drastis seiring dengan peningkatan kandungan karbon baja [15]. Bagian dari karbon ini akan memasuki karbida yang telah menyatu dengan *austenite*. Karbida akan larut dalam *austenite* jika suhu pendinginan dinaikan, hal ini menyebabkan konsentrasi karbon *austenite* akan meningkat [15].

Perbedaan variasi temperatur *quenching* dan komposisi yang terdapat pada baja AISI 1045 akan mempengaruhi jumlah *martensite* yang terbentuk. Unsur karbon pada baja AISI 1045 sebagai penguat untuk meningkatkan sifat

mekanik. Proses perlakuan panas *quenching* dalam hal ini dapat meningkatkan kekerasan, serta akan mendapatkan struktur mikro *bainite* dan *martensite*. Pemilihan suhu dalam penahanan material sangat berpengaruh terhadap proses transformasi fase dari *pearlite* menjadi *austenite*. Waktu penahanan untuk klasifikasi baja karbon sedang yang baik untuk merubah fase dan mendapatkan struktur *austenite* yang homogen selama 15-25 menit. Untuk mekanisme waktu penahanan austenisasi bergantung pada komposisi dan konstituante mikrostruktur baja serta derajat karbida yang diinginkan [16]. Thelning menegaskan bahwa waktu penahanan sangat berpengaruh terhadap transformasi fase dan difusi karbon dengan elemen unsur lainnya yang terdapat pada baja [17]. Apabila waktu penahan terlalu cepat dan kurang tepat sesuai dengan klasifikasi baja maka akan mengakibatkan proses transformasi tidak sempurna dan tidak homogen [2-3]. Pemilihan suhu 800, 850, dan 900°C waktu penahanan (*holding time*) selama 25 menit diharapkan mendapatkan sifat mekanik terutama sifat kekerasan yang optimal pada material tersebut. Selain itu, pemilihan jenis media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini akan mempengaruhi sifat kekerasan, dikarenakan media pendingin air dan oli SAE 20W-50 memiliki viskositas, densitas, dan laju pendinginan yang berbeda-beda.

4. Kesimpulan

Proses perlakuan panas *quenching* pada baja AISI 1045 dengan beberapa variasi temperatur pemanasan dan media pendingin menunjukkan pengaruh yang cukup signifikan terhadap nilai kekerasannya. Pada media pendingin air tingkat kekerasannya lebih tinggi dibandingkan oli seri SAE 20W-50. Hal ini dapat dipengaruhi oleh tingkat viskositas, densitas, dari kedua media pendingin tersebut. Pada proses pemanasan suhu austenisasi, baja bertransformasi dari *pearlite* menjadi *austenite*. Selanjutnya, pengaruh dari media pendingin ini menyebabkan terbentuknya struktur mikro *bainite* dan *martensite*. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa, pendingin air didominasi oleh struktur *martensite*, sedangkan pendinginan menggunakan oli SAE 20W-50 menunjukkan stuktur *bainite* dan *martensite*.

Daftar Pustaka

- [1] Rifai, Damhuji, Ahmed N. Abdalla, Noraznafulsima Khamsah, Mohd Aizat, and Muhd Fadzli, "Subsurface Defects Evaluation Using Eddy Current Testing", *Indian Journal of Science and Technology*, 9(9), 1-7, 2016.
- [2] Pramono, Agus, "Karakteristik Struktur Mikro Hasil Proses *Hardening* Baja AISI 1045 Media *Quenching* Untuk Aplikasi *Sprocket* Rantai", *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7(2), 115-124, 2011.
- [3] Pramono, Agus, "Karakteristik Mekanik Proses *Hardening* Baja AISI 1045 Media *Quenching* Untuk Aplikasi *Sprocket* Rantai", *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 32-38, 2011
- [4] Fernandes, Peter, and K. Narayan Prabhu, "Effect of Section Size and Agitation on Heat Transfer during Quenching of AISI 1040 Steel", *Journal of Materials Processing Technology*, 185(1), 1-5, 2007.
- [5] Dowling, Norman E., "Mechanical Behavior of Materials: Engineering Methods for Deformation, Fracture and Fatigue, Fourth Edition", *Choice Reviews Online*, 2012
- [6] Callister, Wd, "*Materials Science and Engineering*" : An Introduction , Jr.—7th Ed. p. Cm.,TA403.C23 2007, John Wiley & Sons, *Materials Science and Engineering*, 2007
- [7] Asyara, Meiriza & Syahrul, "Efek *Quenching* Dengan Media Pendingin Yang Berbeda Terhadap Nilai Kekerasan Pisau Berbahan SUP 9", *Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 887-896, 2019.
- [8] Handoyo, Y., "Pengaruh *Quenching* Dan *Tempering* Pada Baja Jis Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro *Crankshaft*", *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma '45' Bekasi*, 3(2), 102-115, 2015.

- [9] Anggoro, Sotya, “Pengaruh Perlakuan Panas *Quenching* Dan *Tempering* Terhadap Laju Korosi Pada Baja AISI 420”, *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 1(2), 19-29, 2017.
- [10] Ginting, Ediman, Endarmoko -, and Roniyus Marjunus, “Pengaruh Variasi Waktu Tahan Pada Austenisasi Dengan Pendinginan Cepat Terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Baja AISI 1045”, *Jurnal Fisika Indonesia*, 24(1), 47-51, 2020.
- [11] Rifnaldi, Randy & Mulianti, “Pengaruh Perlakuan Panas *Hardening* dan *Tempering* Terhadap Kekerasan (*Hardness*) Baja AISI 1045”, *Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 950-959, 2019.
- [12] Kim, Wonsik, and Patrick Kwon, “Phase Transformation in Machining Steels”, in *Tribology Series*, 39, 439-446, 2001.
- [13] Ibrahim, Akhyar, “Efek Perlakuan Panas Terhadap Retakan Pada Bahan AISI 1045”, 8(1), 698-704, 2010.
- [14] Kalpakjian, Serope, and Stephen Schmid, “*Manufacturing Engineering and Technology*”, *SI 6th Edition*, Pearson, 2013
- [15] Totten, George E., “Steel Heat Treatment: Metallurgy and Technologies”, *Steel Heat Treatment: Metallurgy and Technologies*, 2006
- [16] Dossett, Jon, and George Totten, “ASM Handbook, Volume 4B: Steel Heat Treating Technologies”, *ASM International*, 2014
- [17] Thelning, Karl-Erik, “Steel and Its Heat Treatment”, *Bofors Handbook*, Nature, 1967