Available online at JKTM Website :
http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/jktm/index

JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN Vol 6 No1 Hal 17-24

Jurnal Artikel

PENGARUH SUDUT PENYEMPROTAN DAN PENGGUNAAN ARUS TERHADAP SIFAT MEKANIS MATERIAL BAJA KARBON AISI 1045

Andi Saidah[1], Fahmi Umasangadji[2], Mochamad Ely Ridwan[3],Abdul Rachman[4]
[1]Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
[2,3]Program Studi Nautika, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta
[4]Program Studi Teknika,Akademi Maritim Pembagunan
[1]andisaidah19@gmail.com, [2]fahmiumasangadji@gmail.com,
[3]elyridwan259@gmail.com, [4]armandomando738@gmail.com

Abstrak

Untuk meningkatkan sifat-sifat baja seperti kekerasan, kekuatan, keuletan, dan sifat fisiknya konduktivitas listrik, struktur mikro, densitas, seperti misalnya pada baja karbon AISI 1045. Baja karbon mendapat prioritas yang utama untuk dipertimbangkan, karena baja karbon Karena banyaknya permintaan yang bermacam–macam maka diadakan pemilihan bahan. Pemilihan bahan tersebut dapat dipersempit sesuai dengan kegunaannya, seperti misalnya pada baja karbon AISI 1045. Baja karbon mendapat prioritas yang utama untuk dipertimbangkan, karena baja karbon mudah diperoleh, mudah dibentuk atau sifat permesinannya baik, harganya relatif murah dan untuk mendapatkan sifat-sifat yang kuat diperlukan berbagai jenis proses perlakuan diantaranya dengan pelapisan atau penyemprotan dengan bahan lain. Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kekuatan tarik tertinggi menggunakan arus 120A dengan kekuatan Tarik 400MPa. Untuk nilai kekerasan paling tinggi pada penggunaan arus 150A dengan sudut penyemprotan 225^{o}.dan untuk beban Tarik terbesar pada jenis specimen B dengan nilai 66200MPa.

Kata kunci: *sudut penyemprotan, arus (A), baja karbon AISI 1045, sifat mekanis*

Abstract

To increase the properties of steel such as hardness, strength, ductility, and its physical properties, electrical conductivity, microstructure, density, as for example in AISI 1045 carbon steel. kind, then the selection of materials is carried out. The choice of these materials can be narrowed down according to their use, such as carbon steel AISI 1045. Carbon steel is given top priority for consideration, because carbon steel is easy to obtain, easy to shape or has good machining properties, the price is relatively cheap and to obtain strong properties. Various types of treatment processes are required, including coating or spraying with other materials. Based on the research that has been carried out, it can be concluded that the highest tensile strength uses a current of 120A with a tensile strength of 400MPa. For the highest hardness value, a current of 150A is used with a spraying angle of 225o. And for the highest tensile load, specimen type B is used with a value of 66200Mpa.

Keywords: spraying angle, current (A), AISI 1045 carbon steel, mechanical properties

1. PENDAHULUAN

Baja karbon adalah logam yang paling banyak digunakan pada dunia industri dan transfortasi.
Salah satu jenis baja yang paling banyak digunakan adalah baja AISI 1045 atau baja karbon sedang. Baja AISI 1045 dibuat dan dibentuk komponen, sparepart, atau alat-alat sesuai dengan kebutuhan di dunia industri, maka muncul upaya untuk memperbaiki sifat mekanik dan ketahanan terhadap korosi yang baik. AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43 - 0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah [Glyn.et.al, 2001]. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen automotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Komposisi kimia dari baja AISI 1045 dapat dilihat pada Tabel berikut[1].

Tabel 1. Komposisi kimia baja AISI 1045

Kode	C %	Si %	Mn %	Mo %	P%	S%
AISI 1045	0,4-0,45	0,1-0,3	0,60-0,90	0,0025	0,04 max	0,05 max

Baja AISI 1045 juga tergolong dalam baja paduan karbon sedang yang banyak digunakan sebagai bahan utama pada mesin seperti gear, batang penghubung piston dan terutama poros pada kendaraan bermotor dan industri. Baja karbon sedang merupakan salah satu material yang banyak diproduksi dan digunakan untuk membuat alat-alat atau bagian-bagian mesin, karena baja karbon sedang memiliki sifat yang dapat dimodifikasi, sedikit ulet (*ductile*) dan tangguh (*toughness*) [2].
Menurut Bambang Pratowo, Ary Fernando HR, perbedaan metode pendinginan berpengaruh terhadap meningkatnya kekerasan pada baja AISI 1045, dari ketiga proses pendinginan tersebut yang paling baik adalah pendinginan menggunakan air garam, dan memiliki nilai kekerasan paling tinggi di bandingkan dengan air dan oli.

Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh PT.Tira Austetite Tbk, dengan menggunakan standar DIN 50049/EN 10204/2.3 adalah sebagai berikut [1]:

Tabel 2. Komposisi kimia baja AISI 1045 berdasarkan standar DIN 50049/EN

Komposisi(%)	Standar AISI 1045	Hasil Pengujian
C	0,43 – 0,50	0,45
Si	0,10 – 0,30	0,9
Mn	0,60 – 0,90	0,8
P	0,04 maks	0,01
S	0,05 maks	0,02
Mo	0,025	0,018

Faktor lain yang menyebabkan daya guna logam menurun, diantanya berupa adanya laju keausan yang tinggi dan umur pendek karena sering mengalami kegagalan yang dimulai dari permukaan atau bidang kontak. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan cara alternatif yaitu dengan pelapisan menggunakan metode thermal arc spray AESP (Electric Arc Spraying). yaitu dengan cara melakukan pelapisan logam dan material yang memiliki ketahanan aus yang lebih baik. Komposisi material coating 60T 13% crhome steel pada material substrat baja karbon rendah (AISI 1045) dengan variasi jarak spray (80mm, 100A) (220mm, 120A) dan (320mm, 150A) dengan metode thermal arc spray. Hasil pengujian macro secara visual spesimen tidak di temukan cacat pelekatan material coating dan berfungsi dengan baik. Hasil pengujian dengan menggunakan roughness tester nilai kekasaran tertinggi yaitu 0,34µm[3].

Baja AISI 1045 dilakukan dengan proses *heat treatment* (perlakuan panas), yang dilanjutkan dengan proses *quenching*, tujuannya untuk mendapatkan struktur martensit yang keras dan memiliki

ketahanan aus yang baik. Struktur Mikro yang dicapai tergantung pada temperatur pemanasan, *holding time*, dan laju pendinginan yang dilakukan pada laku panas. Struktur Mikro dari baja AISI 1045 yang dicapai pada proses perlakuan panas dilanjutkan *quenching* agitasi dengan tebal sampel dan volume air yang divariasikan, sehingga diperoleh struktur mikro pada masing-masing sampel dengan variasi dan bentuk yang berbeda-beda, hal ini disebabkan faktor lain yang mempengaruhi terjadinya perbedaan sifat mekanik pada masing-masing sampel yaitu jumlah martensit yang terbentuk dari hasil proses laku panas yang dipengaruhi oleh tebal sampel dan volume air *quenching* yang mempengaruhi banyaknya martensit[4].

Penelitian yang dilakukan oleh Eko Nugroho dkk untuk mengetahui pengaruh temperatur dan media pendingin pada proses *heat treatment* terhadap nilai kekerasan baja AISI 1045. Pada penelitian yang dilakukan Eko Nugroho dkk spesimen dipanaskan menggunakan tungku pemanas dengan temperatur750^{0}C, 850^{0}C, dan 950^{0}C dan *holding time* selama 30 menit. Kemudian masing-masing material dilakukan *quenching* pada media air mineral dan oli SAE 10W-40. Selanjutnya material dilakukan uji kekerasan. Hasilnya material mengalami perubahan kekerasan. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada media pendingin air mineral yaitu 58,2 HRC pada variasi temperatur 850^{0}C dan nilai kekerasan tertinggi media pendingin oli adalah 33,4 HRC pada variasi temperatur 950^{0}C[5].

Selain itu logam yang sering digunakan sering terjadi kegagalan karena kelelahan pada suatu material merupakan penyebab utama atas kerusakan yang terjadi. Menurut Dieter (1986), kegagalan lelah *(fatigue failure)* adalah kegagalan yang terjadi pada keadaan beban dinamik setelah periode pemakaian yang cukup lama. Tahapan kelelahan material terdiri dari permulaan retak *(crack initiation)* pada daerah dengan konsentrasi tegangan yang tinggi, penyebaran retak *(crack growth)* dan patah/kegagalan *(final fracture)*. Maka dari itu perlu adanya pengujian Lelah *(fatigue)* pada suatu material.

Kelelahan adalah salah satu penyebab utama dari kegagalan material. Penyebab utama kegagalan 90% menyebabkan kelelahan.

Faktor pembebanan sangat mempengaruhi terhadap hasil pengujian, hal ini terlihat dari hasil pengujian yang menunjukan bahwa semakin besar nilai pembebanan, maka semakin cepat material mengalami kegagalan. Faktor suhu atau pemanasan pada specimen juga mempengaruhi terhadap hasil pengujian, hal ini terlihat dari hasil pengujian yang menunjukan bahwa non treatmen lebih kuat dari pada yang di treatment[6].

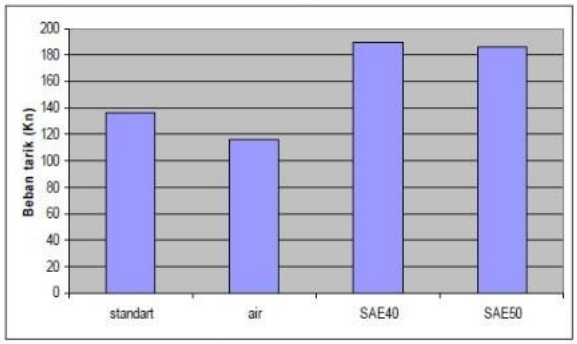
Kandungan unsur pada baja AISI 1045 menurut standart ASTM A 827-85 adalah:

Tabel 3. Komposisi kimia baja AISI 1045 menurut standart ASTM A 827-85

Unsur	%	Sifat mekanis lainnya
Karbon	0,42-0,50	Tensile strength
Mangan	0,60-0,90	Yield strength
Fosfor	Maksimum 0,035	Elongation
Sulfur	Maksimum 0,040	Reduction in area
Silicon	0,15-0,40	hardnees

Penelitian yang dilakukan oleh A.Rahman dkk untuk mengetahui kekuatan daerah lasan yang proses pengelasannya menggunakan dua jenis material yang berbeda, juga menggunakan kuat arus dan variasi kampuh yang berbeda. Tujuan penelitiaan ini untuk menganalisa dan mengetahui perbandingan kuat arus pada hasil pengelasan SMAW terhadap material baja AISI 1045 dengan SS-304,

menggunakan variasi kuat arus pengelasan 80 A, 90 A 100 A menggunakan elektroda E 309-16. tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen las menggunakan kuat arus 80 A dengan nilai = 58,51 Kg/mm^2, nilai ini sedikit berbeda nilai pada kuat arus lainya, sedangkan nilai tegangan tarik terendah terdapat pada kuat arus 90A dengan nilai = 43,3 Kg/mm^2[7].



Gambar 1. Grafik hubungan kekuatan tarik specimen terhadap variasi quenching[8].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yose Rizal kekuatan terhadap beban tarik yang paling tinggi diperoleh pada perlakuan quench mengunakan media pendingin oli SAE 40 sebesar 189 kN, dan yang paling Rendah kekuatannya terhadap beban Tarik dengan perlakuan celup, ini dikarenakan dengan mengunakan media air kemungkinan karena adanya retak yang diakibatkan laju pendiginan yang cepat[8].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Baja adalah logam campuran dari beberapa komposisi logam namun kandungan terbesar dari campuran tersebut adalah kandungan besi (Fe) dan Karbon (c). Dalam kandungan baja juga terdapat beberapa senyawa lain yang dapat berupa aluminium (Al), seng (Zn), tembaga (Cu), silicon (Si), Krom (Cr), dan Titanium (Ti) serta beberapa campurn lainnya. Kandungan karbon (c) yang terdapat pada baja menentukan tingkatan dari baja itu sendiri, kandungan karbon (c) yang terkandung didalam baja berkisaran 0,2 % sampai 2,1 % dari berat baja itu sendiri[9].

Klasifikasi Baja Karbon

Menurut salah seorang peneliti yang bernama Awal Anggi baja karbon memiliki klasifikasi yang mengacu berdasarkan tingkatan kandungan karbon (C) itu terhadap berat besi (Fe) pada baja tersebut. Adapun klasifikasi dari baja karbon adalah:

a. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah adalah baja yang memiliki kandungan karbon terhadap berat besi berkisaran antara 0 % sampai dengan 0,25 % . Baja karbon rendah cenderung memiliki sifat keuletan yang baik namun untuk sifat mekanik lainnya seperti kekerasan cenderung buruk disebabkan karena kecil atau sedikitnya kandungan karbon yang terkandung dalam baja karbon rendah sehingga tidak dapat menghasilkan fasa martensit pada proses perlakuan panas. Baja karbon rendah sendiri biasanya digunakan unuk bahan–bahan manufaktur karena sifat nya yang mampu tempa dan dapat dibentuk karena sifat keuletannya yang tinggi.

B. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang merupakan baja karbon menengah dimana kandungan karbon pada baja tersebut berkisaran antara 0,25 % sampai 0,6 %. Baja karbon sedang memiliki kekuatan mekanik yang baik serta memiki keuletan dan kekuatan kekerasan yang baik, karena baja karbon sedang dapat ditingkatkan sifat mekaniknya karena baja karbon sedang memiliki kadar karbon yang cukup untuk dilakukan perlakuan panas. Sifat mekanik dari baja karbon sedang dapat ditingkatkan dengan beberapa cara yaitu austenitizing, quenching dan tempering yang dapat menghasilkan struktur martensit pada baja tersebut. Baja karbon sedang biasanya digunakan sebagai bahan baku dari pembuatan alat–alat perkakas, komponen–komponen mesin seperti poros, roda gigi, pegas dan lain lain.

b. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi merupakan baja karbon yang kandungan karbon nya berkisar pada 0,6 % sampai 1,4 % dibandingkan berat besi yang diunakan pada baja tersebut. Baja karbon tinggi memiliki tingkat kekerasan yang tinggi namun keuletan dari baja karbon tinggi sangat kecil. Baja karbon tinggi biasanya digunakan untuk alat–alat yang memerlukan tingkat ketahanan yang tinggi terhadap gesekan dan defleksi serta beberapa alat seperti bearing, mata bor, mata pahat dan lain lain (Anggi, 2012).

Perbedaan tingkat kekerasan pada logam baja salah satunya dipengaruhi oleh jenis kandungan unsur yang terdapat dalam suatu
material. Unsur paduan yang biasa ditambahkan selain karbon adalah titanium, krom (*chromium*), nikel, vanadium, kobalt dan tungsten (*wolfram*). Variasi komposisi unsur mengakibatkan beragamnya sifat yang dimiliki oleh suatu logam.
Penambahan kandungan karbon dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan kekuatannya[10].
Sifat baja sangat tergantung pada unsur-unsur
yang terkandung dalam baja. Baja karbon biasanya mempunyai kekurangan diantaranya kekerasan baja tidak merata, sifat mekanis yang rendah, kurang tahan terhadap tekanan,kekerasan,korosi dan lain sebagainya. Penambahan unsur campuran digunakan untuk memperbaiki sifat pada baja[11].
Salah satu cara untuk meningkatkan sifat-sifat baja karbon

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, menggunakan metode pengumpulan data hasil penelitian dari beberapa sumber dan uji eksperimental. Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif, yaitu memaparkan secara jelas hasil eksperimen terhadap benda yang di uji, kemudian analisis datanya menggunakan angka-angka. Penelitian eksperimental adalah penelitian dan pengamatan suatu variabel. Dapat diartikan juga eksperimen adalah penelitian dengan memanipulasi variabel yang sengaja dilakukan peneliti untuk melihat efek yang terjadi dari tindakan tersebut[12].
Dan untuk alat uji eksperimen yang digunakan diantaranya uji Tarik, uji kekerasan,

Gambar 1. Alat Uji Tarik

Gambar 2. Alat Uji Tarik

Gambar 3. Alat Uji Kekerasan

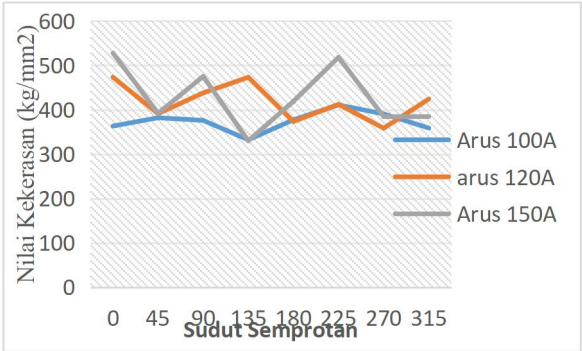
Proses pembuatan spesimen baja karbon rendah (*AISI 1045)*

Pembuatan benda kerja dengan ukuran dengan ukuran diameter 3cm, panjang 30cm sebanyak 6 pcs dan diameter 2,5cm, panjang 3cm sebanyak 3 pcs. Selanjutnya pembuatan spesimen menggunakan mesin bubut.

Gambar 4. Spesimen benda kerja uji Tarik

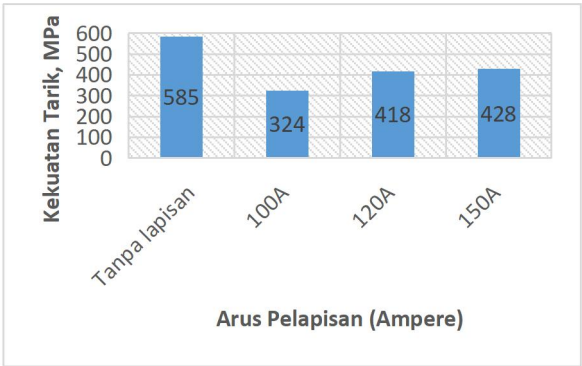
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian dan penelitian yang sudah dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi arus dan sudut penyemprotan, sehingga dapat membandingkan nilai kekerasan dan sudut penyemprotan, dan juga kekuatan tarik setelah dilakukan pelapisan terlihat pada grafik berikut ini :



Gambar 5. Grafik nilai kekerasan dan sudut penyemprotan

Dari gambar 5 terlihat nilai kekrasan paling rendah pada pemakaian arus 100A, diikuti pemakian arus 120A dan yang tertinggi 150A.
Untuk sudut penyemprotan terendah nilai kekerasannya pada sudut 135^{o}, tertinggi nilai kekerasannya pada sudut penyemprotan 225^{o}.



Gambar 6. Nilai kekuatan Tarik dan penggunaan arus(A)

Dari gambar 6 dapat dilihat nilai kekuatan Tarik pada arus pelapisan 120A, dan yang terendah pada arus 100A, dan jika dibandingkan dengan menggunakan pelapisan dan tanpa pelapisan terjadi perbedaan kekuatan Tarik yang cukup signifikan yaitu sekitar 200 MPa, hal ini disebabkan karena dengan dilakukannya pemanasan ikatan antara struktur atom semakin melemah sehingga kekuatannya juga berkurang.
Tabel 4. Beban Tarik dari beberapa spesimen

Spesime	Luas	Beban

n	penampang(mm2)	Tarik(MPa)
Original	154	90.000
A	154	50.000
B	154	66200
C	154	65900

Dari table 4. Terlihat beban Tarik maksimum pada specimen original yaitu sebesar 90.000 MPa, kemudian specimen B yaitu sebesar 66200 MPa, kemudian specimen C yaitu sebesar 65900 MPa, dan terendah specimen A sebesar 50.000MPa.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian ada beberapa hal yang dapat kesimpulan sebagai berikut :
Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kekuatan tarik tertinggi menggunakan arus 120A dengan kekuatan Tarik 400MPa. Untuk nilai kekerasan paling tinggi pada penggunaan arus 150A dengan sudut penyemprotan 225^{o}.dan untuk beban Tarik terbesar pada jenis specimen B dengan nilai 66200MPa.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Pramono, "Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 32–38, 2011, [Online]. Available: www.uddeholm.com,

[2] B. Pratowo and A. Fernando, "Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 1–30, 2008.

[3] J. Kajian, T. Mesin, V. No, A. Saidah, and A. Basri, "Pengaruh Jarak Arc SPray," vol. 5, no. 2, pp. 116–123, 2020.

[4] A. Pramono, "Karakteristik Struktur Mikro Hasil Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 2, p. 115, 2011, doi: 10.36055/tjst.v8i2.6710.

[5] E. Nugroho, S. D. Handono, A. Asroni, and W. Wahidin, "Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Heat Treatment Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 99–110, 2019, doi: 10.24127/trb.v8i1.933.

[6] Maryadi and R. Saputra, "Analisa Kekuatan Baja Karbon Aisi 1045 Pada Uji Fatik Tipe Rotary Bending," *J. Baut dan Manufaktur Vol. 04 No. 1*, vol. 04, no. 1, pp. 47–55, 2022.

[7] A. Rahman, J. T. Mesin, and U. Malikussaleh, "Analisa Kekuatan Sambungan Las Smaw Yang Menggunakan Dua Jenis Material Berbeda (Aisi 1045 Dan Ss 304)," vol. 5, no. 2, pp. 9–12, 2021.

[8] Y. Rizal, "Analisa Pengaruh Media Quench Terhadap Kekuatan Tarik Baja Aisi 1045," *J. APTEK*, vol. 6, no. 02, pp. 183–190, 2014.

[9] F. Yusman, "PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES QUENCHING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKUR MIKRO BAJA AISI 1045 Oleh FAKHRIZAL YUSMAN," *Skripsi*, vol. 1045, 2018.

[10] Satriyo Bagas Aji Nugroho, "Karakterisasi Material Baja Karbon Aisi 1045 HasilQuenching Terhadap Kekerasan, Keausan, DanStruktur Mikro," 2022.

[11] S. Fatimah and Ariswan, "the Effect of Variation Metal Substance Characterization Using Xrf and Oes To Determine the Hardness of a Steel," pp. 1–141, 2020.

[12] R. Dinata, Mardin, and F. Habib, "Pengaruh Perlakuan Panas Baja AISI 1045 Terhadap Kekuatan

Tarik," *J. Technol. Process*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2022.

[1] A. Pramono, "Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 32–38, 2011, [Online]. Available: www.uddeholm.com,

[2] B. Pratowo and A. Fernando, "Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 1–30, 2008.

[3] J. Kajian, T. Mesin, V. No, A. Saidah, and A. Basri, "Pengaruh Jarak Arc SPray," vol. 5, no. 2, pp. 116–123, 2020.

[4] A. Pramono, "Karakteristik Struktur Mikro Hasil Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 2, p. 115, 2011, doi: 10.36055/tjst.v8i2.6710.

[5] E. Nugroho, S. D. Handono, A. Asroni, and W. Wahidin, "Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Heat Treatment Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 99–110, 2019, doi: 10.24127/trb.v8i1.933.

[6] Maryadi and R. Saputra, "Analisa Kekuatan Baja Karbon Aisi 1045 Pada Uji Fatik Tipe Rotary Bending," *J. Baut dan Manufaktur Vol. 04 No. 1*, vol. 04, no. 1, pp. 47–55, 2022.

[7] A. Rahman, J. T. Mesin, and U. Malikussaleh, "Analisa Kekuatan Sambungan Las Smaw Yang Menggunakan Dua Jenis Material Berbeda (Aisi 1045 Dan Ss 304)," vol. 5, no. 2, pp. 9–12, 2021.

[8] Y. Rizal, "Analisa Pengaruh Media Quench Terhadap Kekuatan Tarik Baja Aisi 1045," *J. APTEK*, vol. 6, no. 02, pp. 183–190, 2014.

[9] F. Yusman, "PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES QUENCHING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKUR MIKRO BAJA AISI 1045 Oleh FAKHRIZAL YUSMAN," *Skripsi*, vol. 1045, 2018.

[10] Satriyo Bagas Aji Nugroho, "Karakterisasi Material Baja Karbon Aisi 1045 HasilQuenching Terhadap Kekerasan, Keausan, DanStruktur Mikro," 2022.

[11] S. Fatimah and Ariswan, "the Effect of Variation Metal Substance Characterization Using Xrf and Oes To Determine the Hardness of a Steel," pp. 1–141, 2020.

[12] R. Dinata, Mardin, and F. Habib, "Pengaruh Perlakuan Panas Baja AISI 1045 Terhadap Kekuatan Tarik," *J. Technol. Process*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2022.