

Karakterisasi Baja ST-41 Dengan Variasi Media Pendingin (Air Belerang Dan Air Radiator)

Sholihin^{1*}, Ardhi Fathonisyam Putra N¹, Rohimatush Shoffiyah¹

¹Universitas Muhammadiyah Jember

Email: sholihinaja17@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.32528/nms.v1i6.244>

*Correspondensi: Sholihin

Email: sholihinaja17@gmail.com

Published: November, 2022



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Pemilihan media pendingin pada proses perlakuan panas material Baja ST-41 merupakan faktor yang penting pada saat proses quenching dan mempengaruhi sifat-sifat mekanik material Baja ST-41. Baja ST-41 merupakan golongan baja karbon rendah yang memiliki kombinasi sifat mekanik yang baik, seperti: kekerasan, keuletan, dan ketangguhan. Baja ST-41 sering digunakan untuk bagian-bagian mesin, seperti: gear, rantai, skrup dan poros, selain itu di bidang produksi perkapalan, alat-alat perkakas dan pertanian, komponen-komponen otomotif dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin air belerang dan air radiator terhadap hasil uji kekuatan bending, uji kekerasan, dan analisa struktur mikro material Baja ST-41 pada suhu 800 °C, memiliki ketebalan plat 8 mm. Karakterisasi material Baja ST-41 dilakukan dengan uji kekuatan bending, uji kekerasan dan analisa struktur mikro. Media pendingin air radiator menunjukkan hasil terbaik dengan nilai kekuatan uji bending optimum dengan nilai rata-rata 66,94 MPa, sedangkan dengan media pendingin air belerang dengan nilai rata-rata 63,64 Mpa. Nilai uji kekerasan optimum diperoleh pada media pendingin air radiator dengan nilai rata-rata 44. Hasil analisa struktur mikro terbaik pada material uji yang menggunakan media pendingin air radiator, dimana menunjukkan kandungan fasa perlite lebih banyak dibandingkan fasa ferrite. Semakin banyak fasa perlite (memiliki sifat keras dan tangguh), maka sifat material ST-41 menunjukkan kenaikan sifat mekanik, yaitu meningkatnya nilai uji kekuatan bending dan uji kekerasan.

Keywords: Karakterisasi, Baja ST-41, Quenching, Air Belerang, Air Radiator

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangannya zaman dan teknologi, penggunaan logam besi sebagai bahan baku yang utama dalam produksi industri logam semakin tinggi. Sifat mekanik pada baja berperan penting dalam menentukan kemampuan baja itu sendiri, sebagai komponen mesin terutama pada pegas daun. Pegas daun bekerja pada kekuatan yang tinggi dan saling bergesekan dengan komponen lainnya, sehingga perlu pengerasan pada baja tersebut untuk mengurangi keausan. Karakterisasi pada baja karbon sedang sebagai komponen pada roda harus melewati beberapa proses. Baja karbon sedang tidak dapat dikeraskan secara langsung, tetapi perlu ada media pendonor atau media pendingin sebagai penambah karbon dengan perlakuan panas, proses ini disebut dengan proses karbonasi [1].

Aplikasi pegas daun dan komponen-komponen lainnya di bidang automotif, sebagian besar komponen terbuat dari baja. Pegas daun itu sendiri termasuk ke dalam golongan baja karbon sedang. Baja pegas daun merupakan salah satu komponen yang paling utama yang digunakan untuk meredam guncangan atau getaran yang ditimbulkan oleh beban atau gaya luar pada saat roda kendaraan bergerak, sehingga komponen pada pegas daun ini yang harus diperhatikan

dengan baik termasuk efek negatif terhadap kenyamanan pengendara dan penumpangnya. Baja pegas daun yang termasuk dalam golongan baja pegas dan tidak memiliki kekerasan yang tinggi [2].

Ali mustofa pada tahun 2018 meneliti tentang karakterisasi pada baja ST-41 dengan uji kuat tarik, uji kuat lentur, uji kuat puntir dan analisa struktur metalografi setelah proses quenching. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen baja ST- 41 yang mengalami perlakuan panas dan quenching memiliki kekuatan tarik sebesar 393 Mpa, kekuatan puntir 448,65 Mpa dan untuk uji lentur putar diperoleh nilai batas aman 149,14 Mpa dengan 2074300 siklus. Setelah karakterisasi spesimen baja ST-41 diperoleh nilai tegangan luluh sebesar 285,68 Mpa (belum memenuhi syarat), dan memiliki nilai tegangan maksimum sebesar 393 Mpa (memenuhi syarat). Sedangkan pengujian lentur putar yang telah dilakukan, baja ST- 41 dengan perlakuan panas quenching memiliki nilai ketahanan umur sangat baik. Pada pengujian puntir yang telah dilakukan, baja ST- 41 dengan perlakuan panas quenching memiliki nilai torsi maksimum sebesar 30,02 Nm, dan memiliki nilai tegangan geser maksimum sebesar 448,65 Mpa [3].

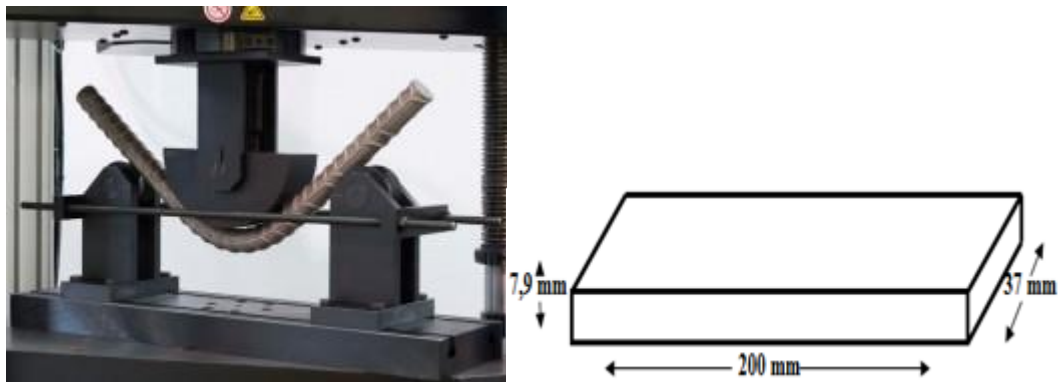
Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penelitian tentang material baja ST-41 akan dilakukan dengan mengkarakterisasi baja ST-41 dengan uji kekuatan bending, uji kekerasan yang menggunakan media quenching (air radiator dan belerang), dan analisa struktur metalografi. Setiap variabel dilakukan tiga kali pengujian, dengan tujuan agar setiap pengujian dapat dibandingkan hasilnya terhadap media pendinginnya. Proses quenching dengan variasi media pendingin mempunyai beberapa kelemahan dan keunggulan. Penelitian ini ingin mengetahui hasil karakterisasi baja ST-41 paling optimal yang menggunakan 2 variasi media pendingin.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data diperoleh dari buku diktat, modul, artikel, jurnal dan melalui internet. sehingga dapat mempelajari literatur karakteristik material Baja ST-, proses quenching, heat treatment, media pendingin, uji kekuatan bending, uji kekerasan, dan metalografi. Pemilihan bahan uji yang digunakan sebagai objek penelitian adalah *low carbon steel* yaitu baja ST-41. Setelah melakukan perlakuan panas pada baja ST-41 dengan media pendingin air radiator dan air belerang di laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember. Selanjutnya spesimen baja ST-41 dilakukan uji kekuatan bending, uji kekerasan Rockwell dan analisa struktur mikro di laboratorium jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang.

3.1. Uji Kekuatan Bending

Uji Bending atau uji lengkung, yaitu salah satu karakterisasi material spesimen untuk menentukan suatu kualitas material akibat adanya pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di area pengelasan (weld) ataupun HAZ dalam pemberian beban ini dan penentuan dimensi mandrel



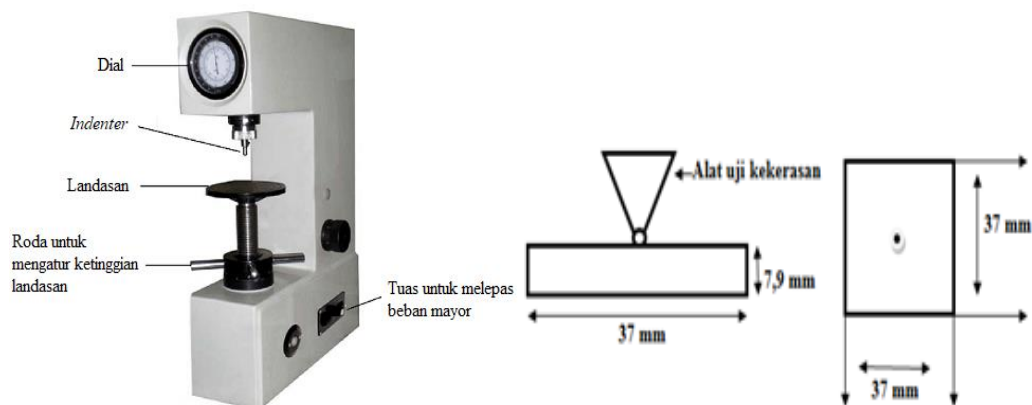
Gambar 3. Proses Uji Kekuatan Bending [alatuji.com, 2022]

3.2 Uji Kekerasan Metode Rockwell

adalah salah satu karakterisasi material uji dengan cara menekan permukaan benda uji dengan sebuah indenter. Penekanan indenter tersebut dilakukan dengan menekan beban pendahuluan (beban minor), kemudian ditambah dengan beban utama (beban mayor), selanjutnya beban mayor dilepaskan, sedangkan beban minor masih dipertahankan. Uji kekerasan Rockwell merupakan metode pengujian untuk mencari nilai kekerasan logam atau polimer. Pengujian ini menggunakan bola atau kerucut yang berfungsi untuk menekan benda uji, sehingga meninggalkan bekas berupa lekukan (indentasi).

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam tahap pengujian material spesimen dengan metode uji kekerasan Rockwell:

1. Langkah pertama, memilih metode yang akan dipakai untuk menguji material spesimen sesuai dengan standar yang diinginkan, misalnya ISO 6508, ASTM- E18, atau JIS Z 2245.
2. Langkah kedua, skala pengujian kekerasan disesuaikan dengan jenis benda uji. Misalnya skala A digunakan untuk bahan karbida dan baja yang telah dikeraskan. Skala H untuk aluminium, seng, dan timbal.
3. Langkah ketiga, kondisi fisik spesimen uji jangan terlalu tipis. Jika menggunakan standar ASTM, tebal benda uji paling tidak 10 kali kedalaman indentasi. Sedangkan untuk standar ISO dengan bahan *indenter* berupa *cemented carbide*, tebal bahan uji minimal 15 kali kedalaman indentasi.
4. Langkah keempat, jarak antara dua indentasi tidak boleh terlalu dekat. Jarak antara dua titik pusat indentasi minimal 3 kali diameter indentasi.
5. Langkah kelima, jarak antara indentasi dengan ujung benda uji juga tidak boleh terlalu dekat. Jarak tersebut minimal sebesar 3 kali diameter indentasi.
6. Langkah keenam, waktu yang digunakan indentasi adalah selama 2-6 detik.
7. Langkah ketujuh, dua benda uji atau lebih yang akan disusun untuk pengujian, tidak boleh dilakukan. Pada setiap pengujian yang dilakukan adalah dengan model satu susun benda uji.
8. Langkah kedelapan, sebaiknya kondisi permukaan benda uji rata, halus, dan bersih. Hindari suatu hal yang akan menyebabkan kondisi defleksi pada benda uji.
9. Langkah kesembilan, setiap mengganti indenter, lakukan kalibrasi pada alat uji kekerasan Rockwell.
10. Langkah kesepuluh, kondisikan dudukan alat uji Rockwell kuat dan rata horizontal. *Indenter* sebaiknya tegak lurus dengan permukaan benda uji.



Gambar 2. Prinsip Uji Kekerasan Metode Rockwell [teknikmesinmanufaktur.blogspot.com: 2018]

3.3 Pengujian Struktur Mikro (Metalografi)

Tahap pertama, pemotongan spesimen sesuai dengan ketentuan uji. Spesimen digrinding dengan menggunakan kertas grid dari grid 180 sampai 2000. Selanjutnya spesimen uji dietsa dengan menggunakan larutan Nitrat 2 % selama 3-5 detik, setelah itu dicuci dengan air. Tahap berikutnya spesimen diletakkan pada mikroskop optik dengan pembesaran $> 800\times$. Selanjutnya mengambil foto hasil mikroskop dan melakukan proses penghitungan komposisi struktur mikro berdasarkan data dan hasil pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

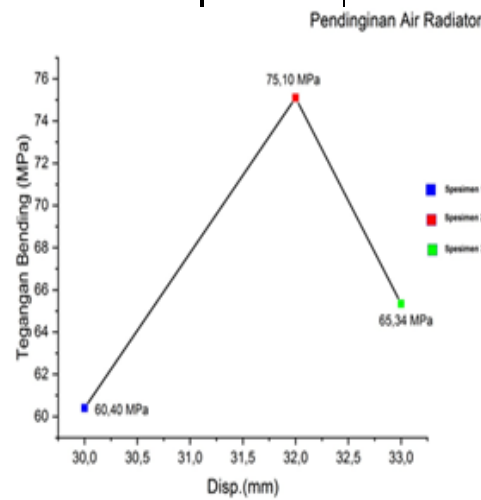
4.1 Uji Kekuatan Bending

Pengujian kekuatan bending pada spesimen Baja ST-41 menunjukkan hasil berbeda pada perlakuan media pendingin air radiator dan air belerang. Pada spesimen yang menggunakan media pendingin air radiator menunjukkan kekuatan bending paling optimum, yaitu 75,10 Mpa dengan nilai rata-rata 66,94 MPa, sedangkan pada media pendinginan air belerang diperoleh minimum, yaitu 60,66 Mpa dengan nilai rata-rata 63,64 MPa. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media pendingin dengan air radiator mampu meningkatkan kekuatan tekuk pada spesimen baja ST-41, sedangkan penggunaan air belerang kurang maksimal untuk menaikkan kekuatan tekuk pada spesimen baja ST-41. Pada tabel 1 menunjukkan data hasil uji 3 spesimen Baja ST-41, masing-masing menggunakan media pendingin yang berbeda. Pada tabel tersebut menunjukkan hasil penghitungan nilai rata-rata uji kekuatan bending terbaik, yaitu 66,94 MPa dengan media pendingin air radiator, sedangkan pada media pendingin air belerang diperoleh nilai rata-rata, yaitu 63,64 MPa. Pada gambar 3 (a) dan (b) menunjukkan grafik perbandingan tegangan bending dengan media pendingin air belerang (a) dan air radiator (b).

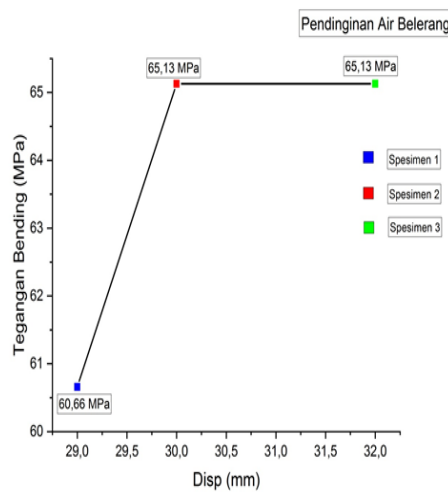
Tabel 1. Perbandingan Hasil Uji Kekuatan Bending Pada Spesimen Baja ST-41 Dengan Media Pendingin Air Radiator dan Air Belerang

No	spesimen	F(kN)	L (mm)	T (mm)	W (mm)	MAX (Mpa)	Rata-rata
1	Air radiator	34.4097	200	7,9	37	60,40	66,94 MPa
2		42.7827	200	7,9	37	75,10	
3		37.2231	200	7,9	37	65,34	
1	Air belerang	37.1029	200	7,9	37	65,13	63,64 MPa
2		34.5558	200	7,9	37	60,66	
3		37.1006	200	7,9	37	65,13	

No Spesimen	Media Pendingin	Nilai Kekerasan Spesimen (HRC)	Nilai Rata-Rata Kekerasan Spesimen (HRC)
1	Air Radiator	45	44
2		43	
3		44	
	Pendinginan Air Radiator	42	41
		40	
		41	



(a)



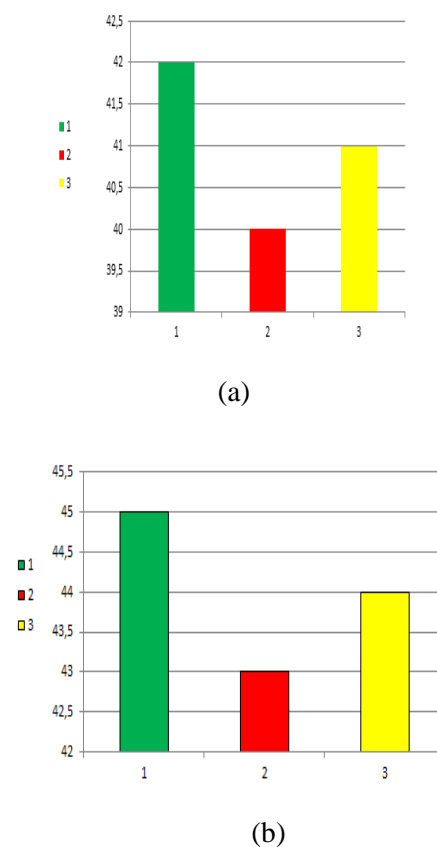
(b)

Gambar 3. Hasil Uji Kekuatan Bending Dengan Media Pendingin: (a) Air Belerang, (b) Air Radiator

4.2 Uji Kekerasan Metode Rockwell

Karakterisasi spesimen Baja ST-41 dengan uji kekerasan metode Rockwell menunjukkan hasil paling optimal pada spesimen yang menggunakan media pendingin air radiator, yaitu 45 HRC dengan nilai rata-rata 44 HRC, sedangkan paling minimum pada spesimen yang menggunakan media pendingin air belerang, yaitu 40 HRC dengan nilai rata-rata 41 HRC. Data tersebut disajikan pada tabel 2 dan ditunjukkan pada gambar 4. Berdasarkan hasil uji kekerasan tersebut menunjukkan bahwa spesimen Baja ST-41 mengalami peningkatan kekerasan dengan pengaruh media pendingin air radiator, sedangkan air belerang memberikan pengaruh lebih lunak pada spesimen.

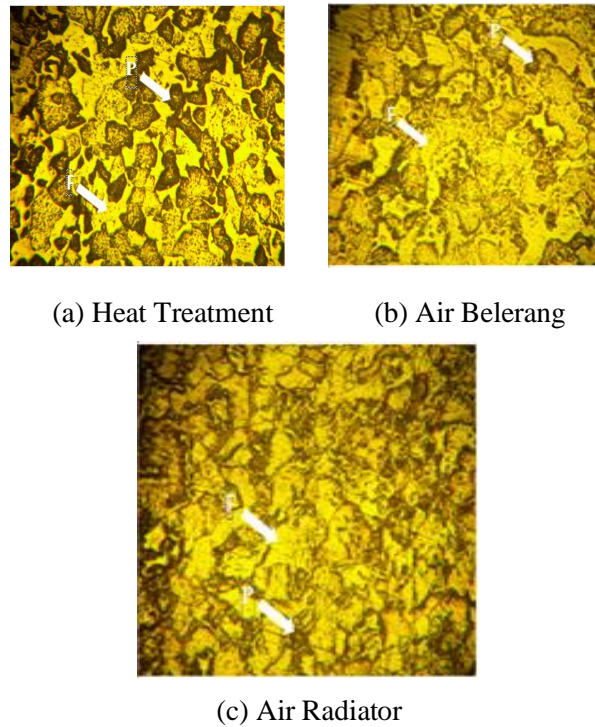
Tabel 2 Perbandingan Hasil Uji Kekerasan Spesimen Baja ST-41 Dengan Media Pendingin Air Radiator Dan Air Belerang



Gambar 4. Hasil Uji Kekerasan Spesimen Baja ST-41 Dengan Media Pendingin (a) Air Belerang, (b) Air Radiator

4.3 Pengujian Struktur Mikro (Metalografi)

Analisa struktur mikro adalah sebuah gambaran dari beberapa kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati dengan melalui teknik metalografi. Foto struktur mikro pada suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop, Pada penelitian ini, pengujian struktur mikro spesimen Baja ST-41 menggunakan *Jenco Metallurgy Microscope Model MET- 233* dengan pembesaran 200x. Hasil pengujian dari hasil perlakuan panas (*Heat Treatment*) pada baja ST-41 dengan menggunakan media pendingin (air radiator dan air belerang) ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Uji Struktur Mikro Baja ST-41: (a) Heat Treatment, (b) Air Belerang, dan (c) Air Radiator

Berdasarkan foto hasil uji struktur mikro dengan perbesaran 200x pada gambar 5 diatas menunjukkan bahwa pada spesimen Baja ST-41 yang menggunakan media pendingin air radiator terdapat fasa Perlite (P) yang berwarna gelap yang paling banyak dibandingkan fasa Ferite (F) yang berwarna terang. Sedangkan spesimen yang menggunakan media pendingin air belerang dan spesimen yang telah mengalami perlakuan panas terdapat fasa Ferite (F) yang lebih banyak dibandingkan fasa Perlite (P). Hal tersebut menunjukkan bahwa struktur mikro spesimen-air radiator mengalami peningkatan sifat kekerasan dan ketangguhan dan spesimen-air belerang mengalami peningkatan sifat lunak dan ulet. Sehingga pada saat uji kekuatan bending dan uji kekerasan Rockwell, spesimen Baja ST-41 yang menggunakan media pendingin air radiator menunjukkan hasil yang paling optimal dibandingkan yang menggunakan media pendingin air belerang.

Tabel 3. Komposisi Fasa Perlite Dan Fasa Ferite Pada Spesimen: Standar, Air Radiator, Dan Air Belerang

No	Media Pendingin	Fasa Perlite (%)	Fasa Ferite (%)
1	Standar	45,5	54,5

2	Air Radiator	57,0	43
3	Air Belerang	31,4	68,6

Berdasarkan komposisi fasa perlite dan ferite pada tabel 3 diatas, komposisi dominan fasa perlite (57%) pada spesimen-air radiator, spesimen-air belerang (31,4%), dan spesimen standar (45,5%). Sedangkan komposisi dominan fasa ferite (68,6%) pada spesimen-air belerang, spesimen-air radiator (43%), dan spesimen standar (54,5%).

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah tahap *heat treatment* pada Baja ST-41 dengan menggunakan media pendingin air radiator dan air belerang. Faktor media pendingin sangat mempengaruhi sifat-sifat mekanik dan struktur mikro material Baja ST-41.
2. Hasil karakterisasi material Baja ST-41 dengan uji kekuatan bending diperoleh paling optimal pada spesimen yang menggunakan media pendingin air radiator dengan nilai rata-rata 66,94 MPa, sedangkan pada media pendingin air belerang diperoleh nilai rata-rata 63,64 Mpa.
3. Hasil karakterisasi material Baja ST-41 dengan uji kekerasan paling optimal diperoleh pada spesimen yang menggunakan media pendingin air radiator dengan nilai rata-rata 44 HRC, sedangkan pada media pendingin air belerang diperoleh nilai rata-rata 41 HRC.
4. Setelah tahap pendinginan dan diuji dengan struktur mikro, maka diperoleh foto struktur mikro spesimen Baja ST-41 yang menggunakan media pendingin air radiator menunjukkan fasa perlite yang dominan, yaitu 57%, hal tersebut menunjukkan spesimen-air radiator mengalami kenaikan sifat mekanik (uji kekuatan bending dan uji kekerasan). Sedangkan komposisi dominan fasa ferite (68,6%) pada spesimen-air belerang menunjukkan spesimen memiliki sifat lunak dan ulet.

REFERENSI

- Arya, dkk., 2022, *Pengujian Sifat Lentur Bahan Pada Pelat Baja*, <https://www.alatuji.com/article/detail/869/pengujian-sifat-lentur-bahan-pada-pelat-baja>. Diakses 24 Januari 2022.
- ASTM International E-855, 2013, *Standard Test Methods for Bend Testing of Metallic Flat Materials for Spring Applications Involving Static Loading*, <https://standards.globalspec.com/std/14376680/astm-e855-21>, Diakses 24 Februari 2022.
- Dionisius, 2018, *Persyaratan Uji Kekerasan Rockwell*, <https://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2018/04/persyaratan-uji-kekerasan-Rockwell.html>. Diakses 24 Januari 2022.
- Eddy's Blog Mechanical Engineering, 2015, *Klasifikasi Baja Teknologi Bahan*, <http://eddme27.blogspot.com/2015/01/klasifikasi-baja-teknologi-bahan.html>, 24 Januari 2022.

- Istiqlaliyah, H., dkk., 2016, Pengaruh Variasi Media Karburasi Terhadap Kekerasan Dan Kedalaman Difusi C pada Baja ST- 42. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2016: Green Technology Innovation*, 6 Februari 2016, Kediri, Indonesia, Halaman:151-155.
- Kumar, P.S., et.all., 2016, Effect Of Pouring Temperature And Holding Time On Hardness At Various Locations Of Al/TiB₂ MMC Cast Ingot, *Internasional Journal of Lates Engineering Research and Applications*, 1(8):30-41
- Mufarrih, Am., dkk., 2018, Analisa Sifat Mekanik Baja ST-41 Pada Proses Pack Carburizing Menggunakan Media Arang Tempurung Kelapa Sawit Dengan Variasi Holding Time, *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 18 Desember 2020, Kediri, Indonesia, Halaman: 135-140.
- Nurdiansyah, A.D. & Sakti, A.M., 2017, Analisis Kepadatan Pada Proses Pelapisan Nikel Dengan Variasi Tegangan Dan Lama Pencelupan Baja ST-41, *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1):79-86
- Prakoso, Dion, 2018, Investigasi Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Material ST- 42 Pada Pengelasan GTAW Menggunakan Kampuh V, *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 24 Februari 2018, Kediri, Indonesia, Halaman: 199-204.
- Rozak, Ainur & Sakti, A.M., 2019, Analisis Kerusakan Uji Bending Pada Proses Pelapisan Nikel Dengan Variasi Densitas Arus Dan Lama Pencelupan Baja ST-41, *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1):53-60.
- Wattimena, W. M. E. & Louhenapessy, J., 2014, Pengaruh Holding Time Dan Quenching Terhadap Kekerasan Baja Karbon ST-37 Pada Proses Pack Carburizing Menggunakan Arang Batok Biji Pala (*Myristica Fagrans*), *Jurnal Teknologi*, 1(1):1163-1171.