

Analisa Perbandingan Hasil Pengujian Pada Alat Uji Impact Kapasitas 100 Joule Dengan Berbagai Perlakuan Panas

^{1*}Ahmad Tri Wahyudiyanto, ²Ali Akbar, ³Yasinta Sindy Pramesti pertama,
^{1,2,3} Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ^{1*}ahmadyud79@gmail.com, ²aliakbarumsida@gmail.com, ³Yasintasindy@gmail.com,
Penulis Korespondens : Ahmad Tri Wahyudiyanto

Abstrak— Alat uji impact merupakan alat yang digunakan untuk menguji ketangguhan material, dengan tujuan mengetahui seberapa besar energi yang diserap hingga terjadi patahan dan deformasi. Bahan uji yang digunakan adalah baja ST-42, yang merupakan baja karbon rendah dengan kadar karbon dibawah 0,25%. Baja ini umum digunakan dalam konstruksi mesin yang mengalami gesekan, seperti roda gigi dan poros. Namun, kekerasan permukaannya tergolong rendah. Oleh karena itu, untuk meningkatkan sifat kekerasannya, dilakukan perlakuan panas berupa annealing dan quenching. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh perlakuan panas tersebut terhadap ketangguhan impact dan struktur mikro baja ST-42. Dengan hasil pengujian annealing adalah 0,38 joule/mm², 0,39 joule/mm², 0,37 joule/mm² dengan rata rata 0,38 joule/mm². Hasil pengujian quenching udara adalah 0,32 joule/mm², 0,3 joule/mm², 0,31 joule/mm² dengan rata rata 0,31 joule/mm². Hasil pengujian quenching air adalah 0,3 joule/mm², 0,29 joule/mm², 0,3 joule/mm² dengan rata rata 0,29 joule/mm². Hasil pengujian tanpa perlakuan panas adalah 0,35 joule/mm², 0,31 joule/mm², 0,33 joule/mm² dengan rata rata 0,33 joule/mm². Baja ST-42 setelah proses annealing memiliki ketangguhan yang lebih tinggi dibandingkan setelah proses quenching dan tanpa perlakuan panas.

Kata Kunci— Alat Uji Impact, Baja ST-42, Baja Karbon Rendah, Perlakuan Panas, Uji Impact

Abstract— *Impact test equipment is a tool used to test the toughness of materials, with the aim of knowing how much energy is absorbed until fracture and deformation occur. This test is important because the load on the material does not always occur slowly, but can come suddenly. The test material used is ST-42 steel, which is a low carbon steel with carbon content below 0.25%. This steel is commonly used in machine construction that experiences friction, such as gears and shafts. However, its surface hardness is low. Therefore, to increase its hardness properties, heat treatment in the form of annealing and quenching is carried out. The purpose of this study is to analyze the effect of heat treatment on the impact toughness and microstructure of ST-42 steel. The annealing test results were 0,38 joule/mm², 0,39 joule/mm², 0,37 joule/mm² with an average of 0,38 joule/mm². The air quenching test results are 0,32 joule/mm², 0,3 joule/mm², 0,31 joule/mm² with an average of 0,31 joule/mm². Water quenching test results are 0,3 joule/mm², 0,29 joule/mm², 0,3 joule/mm² with an average of 0,29 joule/mm². The test results without heat treatment 0,35 joule/mm², 0,31 joule/mm², 0,33 joule/mm² with an average of 0,33 joule/mm². ST-42 steel after annealing process has higher toughness than after quenching process and without heat treatment.*

Keywords— *Impact Tester, ST-42 Steel, Low Carbon Steel, Heat Treatment, Impact Testing*



I. PENDAHULUAN

Pada pengujian impact ini banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran kekuatan impact atau ketangguhan bahan tersebut. Bahan-bahan yang tangguh (tough) menyerap banyak energi ketika dipatahkan, dan sebaliknya bahan-bahan yang getas (brittle) menyerap energi sangat sedikit. Dasar pengujian impact ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi[1]. Industri logam yang bekerja sama dengan industri otomotif pun sering mendapat permintaan dari konsumen yakni kebutuhan logam yang kuat dan tahan terhadap keausan atau kerusakan karena pada komponen otomotif cenderung berbahan logam. Sedangkan kegagalan yang bukan insiden disebabkan karena umur operasi yang telah melampaui batas waktu. Salah satu bentuk kegagalan dari komponen otomotif adalah kegagalan yang terjadi pada sebuah poros roda belakang. Seperti halnya pada komponen poros roda, rangka badan, komponen mesin, dan lain-lain. Memperbaiki sifat logam agar tahan terhadap keausan dapat dilakukan dengan meningkatkan kekerasan dari logam itu sendiri[2].

Penelitian ini berawal dari masalah pada kendaraan bermotor roda tiga yang sering memuat beban melebihi kapasitasnya. Sehingga komponen kendaraan berupa poros roda menerima beban berlebih dan beban kejut yang mengakibatkan deformasi. Melihat permasalahan yang terjadi pada poros, penulis ingin mengetahui pengaruh perlakuan panas pada material baja S45C sebagai bahan pengganti poros. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Material yang digunakan adalah baja S45C, material dilakukan perlakuan panas hardening pada suhu 850°C [3]. Material ASTM A36 (marine plate) banyak dipasang pada lambung kapal yang akan selalu mendapat beban kejut dari besaran hantaman ombak laut dan suatu saat kapal juga akan berlayar menuju suatu daerah perairan yang mengalami suhu rendah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perubahan kekuatan material ketika mengalami perubahan suhu dari normal menjadi suhu yang dingin, dan mengalami beban impact atau beban kejut yang bisa berasal dari hempasan ombak dan diilustrasikan dengan beban kejut impact dan juga perbandingan kekuatan material yang mendapatkan perlakuan panas ketika mengalami penurunan suhu -20°C [4]. Baja AISI 1050 merupakan salah satu baja sedang yang sering digunakan dalam industri untuk pembuatan komponen. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa sifat mekanik baja sedang AISI 1050. Penelitian baja sedang AISI 1050 ini dilakukan dengan perlakuan panas annealing pada temperatur 900°C [5].

Dari ketiga penelitian tersebut dapat kita ketahui itu semua material baja karbon rendah yang pada umumnya diaplikasikan pada komponen komponen mesin. Baja karbon rendah memiliki kelebihan seperti mudah dibentuk, mudah diproses, memiliki kelenturan yang tinggi, dan memiliki kemampuan las yang baik dibandingkan baja karbon tinggi atau baja Paduan. Pada hal ini baja tersebut dapat dibentuk dan ukuran dengan mudah melalui proses pengepresan, pembengkokan, pemotongan, dan memiliki fleksibilitas dan tidak mudah patah. Dalam hal ini membantu mempercepat proses produksi dan mengurangi biaya pemesinan. Pada baja karbon

rendah ST42 memiliki kelebihan yaitu berupa ketangguhan dan keuletan akan tetapi juga memiliki kekurangan berupa sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Baja ini sering dipakai juga untuk konstruksi-konstruksi mesin yang saling bergesekan seperti roda gigi, poros, dll karena sangat ulet. Untuk menambah nilai keuletan dan kekerasan baja ST 42 dapat menggunakan metode heat treatment (perlakuan panas) [6]. Namun kekerasan permukaan dari baja tersebut tergolong rendah sehingga sebelum digunakan untuk konstruksi- konstruksi yang disebutkan di atas, maka perlu dimodifikasi atau memperbaiki sifat kekerasan pada permukaannya. Baja karbon rendah ini tidak dapat dikeraskan secara konvensional tetapi melalui penambahan karbon dengan proses carburizing[7].

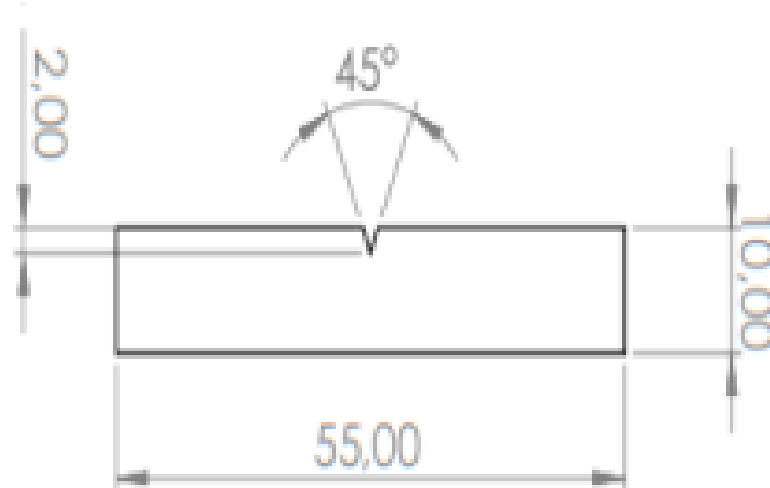
Heat treatment (perlakuan panas) adalah suatu proses untuk mengubah struktur logam dengan cara memanaskan material di elektrik terance (tungku), kemudian langsung didinginkan secara cepat[6]. pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing – masing mempunyai kerapatan pendingin yang berbeda – beda[8][9]. media pendingin yang berbeda, maka akan didapat laju pendinginan yang berlainan yang menghasilkan perubahan struktur mikro dan kekerasan[10]. Annealing atau proses melunakkan baja adalah proses pemanasan baja diatas temperature kritis, selanjutnya dibiarkan beberapa lama sampai temperature merata disusul dengan pendinginan secara perlahan – lahan dan menjaga agar temperature bagian luar dan dalam kira – kira sama hingga diperoleh struktur yang diinginkan dengan menggunakan media pendingin udara[9]. Tujuan utama dari proses pengkarbonan adalah agar diperoleh struktur permukaan bahan yang keras. Hal ini dapat dicapai jika menggunakan media quenching yang efektif sehingga baja yang didinginkan pada suatu laju yang dapat mencegah terbentuknya struktur bahan yang lebih lunak[7].

Baja ST-42 merupakan baja karbon rendah. Namun, kekerasannya yang rendah menjadi kendala dalam aplikasi yang membutuhkan ketahanan terhadap beban kejut atau gesekan tinggi. Salah satu metode untuk meningkatkan sifat mekanik baja adalah melalui perlakuan panas (*heat treatment*), seperti *annealing* dan *quenching*, yang dapat mengubah struktur mikro dan mempengaruhi ketangguhan material. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh perlakuan panas *annealing* dan *quenching* terhadap ketangguhan dan struktur mikro baja ST-42.

II. METODE

A. Objek Penelitian

Pengujian ini dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Mesin , Universitas Nusantara PGRI Kediri. Bahan utama yang digunakan adalah baja ST-42, yang termasuk dalam kategori baja karbon rendah (kandungan karbon < 0,25%).. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai ketangguhan material baja ST-42 yang diberi perlakuan panas *annealing* dan *quenching*. Pada proses quenching menggunakan beberapa variasi media pendingin, diantaranya: media air dan media udara. Bentuk dan dimensi berdasarkan standart pengujian dengan ukuran spesimen sesuai ASTM A370 [4] yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1 Dimensi Spesimen Uji
Sumber : (Erwanto et al., 2022).

Dengan jumlah benda uji sebanyak 12 buah yaitu, 3 *quenching* media air, 3 *quenching media udara*, 3 *annealing*, dan 3 tanpa perlakuan panas masing-masing benda uji berukuran lebar 10 mm x tinggi 10 mm x panjang 55 mm dengan ukuran takikan di bagian pertengahan benda uji pada kedalaman 2 mm dengan sudut terbentuk 45°C

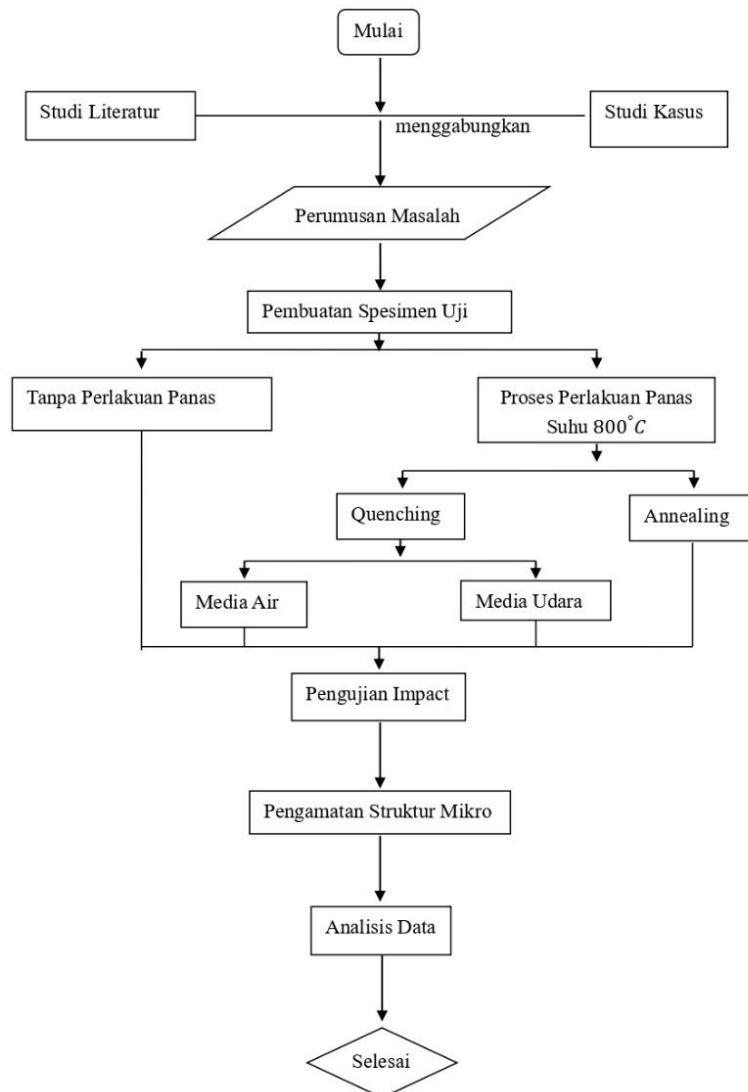


Gambar 2 Spesimen Uji Sebelum Perlakuan Panas

Alat yang digunakan antara lain:

1. Furnace (tungku listrik) untuk proses annealing dan quenching
2. Tangki pendingin berisi media air
3. Mesin uji impact kapasitas 100 Joule
4. Mesin pemotong dan pengampelas specimen

B. Prosedur Penelitian



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahapan utama:

1. Studi Literatur dan Studi Kasus dari berbagai sumber dilakukan untuk menggali ide atau gagasan yang nantinya mengembangkan lebih lanjut lalu menggabungkannya menjadikan perumusan masalah.
2. Persiapan Spesimen, baja ST-42 dipotong menjadi beberapa bagian sesuai standar pengujian *impact*, kemudian dilakukan pembuatan sesuai dimensi standar uji *impact*.
3. Perlakuan Panas, dilakukan dengan dua jenis proses, yaitu:
 - a) *Annealing*: Spesimen dipanaskan pada suhu 800°C selama 5 menit, lalu didinginkan dalam tungku selama ± 72 jam (pendinginan lambat dalam udara).
 - b) *Quenching*: Spesimen dipanaskan hingga suhu 800°C , ditahan selama 5 menit, kemudian didinginkan secara cepat dalam media air dan udara.

4. Uji Impact, setelah perlakuan panas dan tanpa perlakuan panas, spesimen diuji menggunakan alat uji impact kapasitas 100 *Joule* untuk mengetahui energi yang diserap material hingga terjadi patahan. Pengujian dilakukan pada suhu ruang dan masing-masing perlakuan diuji minimal 3 kali untuk memperoleh data yang valid dan dapat dianalisis secara statistik.
5. Pengamatan Struktur Mikro, setelah pengujian impact, sampel diampelas untuk dilakukan pengamatan struktur mikro. Tujuannya adalah untuk melihat perubahan fasa atau butiran akibat perlakuan panas dan tanpa perlakuan panas.
6. Analisis Data
 Data hasil pengujian akan dianalisis secara kuantitatif, meliputi:
 - a) Energi serap rata-rata dari uji impact pada masing-masing perlakuan
 - b) Perbandingan struktur mikro antara spesimen normal, *annealing*, dan *quenching*
 - c) Analisis hubungan antara struktur mikro dengan ketangguhan material

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data table hasil dari pengujian *impact*.

A. Tanpa Perlakuan Panas

Tabel 1 Data Penelitian Tanpa Perlakuan Panas

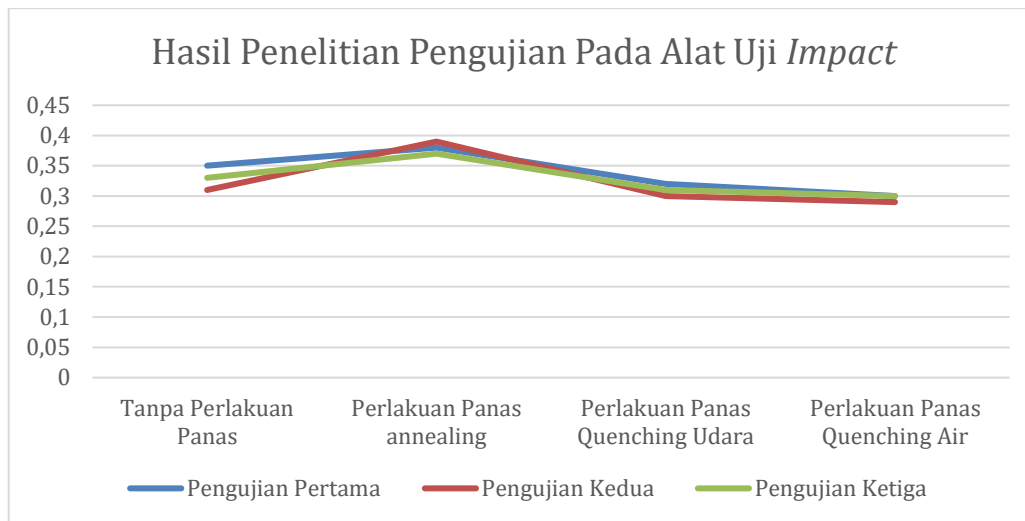
NO	MATERIAL	SUHU	ENERGI <i>IMPACT</i> (<i>Joule/mm²</i>)
1	ST 42	800° C	0,35
2			0,31
3			0,33
RATA – RATA (<i>Joule/mm²</i>)			0,33

B. Dengan Perlakuan Panas

Tabel 2 Data Penelitian Dengan Perlakuan Panas

NO	MATERIAL	SUHU	ENERGI <i>IMPACT</i> (<i>Joule/mm²</i>)		
			ANNEALING	QUENCHING	
				UDARA	AIR
1	ST 42	800°C	0,38	0,32	0,3
2	ST-42	800°C	0,39	0,3	0,29
3	ST-42	800°C	0,37	0,31	0,3
RATA – RATA (<i>Joule/mm²</i>)			0,38	0,31	0,29

Berikut adalah grafik hasil dari pengujian *impact*



Gambar 4. Hasil Penelitian Pengujian Pada Alat Uji Impact

Dari data diagram diatas untuk lebar, tebal dan luas spesimen memiliki ukuran yang sama dan sudut hantam awal yang sama yaitu 100 °. Dan dengan ukuran berat pendulum yang sama 15 kg. Pada Perlakuan panas annealing energi patah yang didapatkan lebih besar dari perlakuan panas *quenching* dengan nilai energi patah yaitu rata 0,38 *joule/mm²*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari kadar karbon terhadap kekuatan impact baja, di mana baja karbon rendah ST-42 perlakuan panas annealing memiliki nilai kekuatan impact yang lebih dibandingkan dengan yang perlakuan panas quenching. Hal ini menjawab tujuan penelitian untuk mengetahui adanya perbedaan ketangguhan antara kedua perlakuan panas terhadap baja tersebut. Perbedaan ini dipengaruhi oleh struktur mikro masing-masing baja, di mana ST-42 yang mengalami proses perlakuan panas dan quenching membentuk struktur martensit dan karbida yang keras serta mampu menyerap energi kejut lebih getas. Dengan demikian, pemilihan kadar karbon dan perlakuan termal yang tepat menjadi kunci utama dalam menentukan ketangguhan material baja untuk kebutuhan industri yang memerlukan ketahanan terhadap beban kejut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zuhaimi, "KEKUATAN IMPAK BAJA ST 60 DI BAWAH TEMPERATUR EKSTRIM," *Jurnal Polimesin*, vol. 14, no. 2, pp. 33–40, Aug. 2016, Accessed: Dec. 13, 2024. [Online]. Available: <https://e-jurnal.pnl.ac.id/polimesin/article/view/341>
- [2] A. Aji Prabowo and Sunyoto, "PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES QUENCHING TERHADAP KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO, DAN KEKUATAN BENDING BAJA AISI 1010," vol. 9, no. 1, pp. 32–6, 2020, doi: <https://journal.unnes.ac.id/sju/jmel/article/view/40310>.

- [3] M. S. A. Nurdiansyah and A. M. Sakti, “ANALISA PENGARUH HARDENING TERHADAP KEKERASAN DAN KETANGGUHAN BAJA S45C DENGAN MEDIA PENDINGIN AIR GARAM DAN OLI UNTUK APLIKASI POROS MOTOR RODA TIGA,” *Jurnal Teknik Mesin Unesa*, vol. 10, no. 01, pp. 123–128, 2022, doi: <https://doi.org/10.26740/jtm.v10n01>.
- [4] N. Erwanto, S. N. S. Sidabutar, and B. Maryanti, “ANALISIS PERBANDINGAN KEKUATAN IMPAK MATERIAL BAJA ASTM A 36 DENGAN PERLAKUAN NORMALIZED DAN UNNORMALIZED PADA SUHU NORMAL DAN (-20o C),” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 75–83, Nov. 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v7i2.7039>.
- [5] M. Azimi, Bukhari, and Ariefin, “ANALISA PENGARUH HOLDING TIME PADA PROSES PERLAKUAN PANAS ANNEALING BAJA AISI 1050 HASIL PENGELASAN SMAW TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK,” *Jurnal Mesin Sains Terapan*, vol. 4, no. 2, pp. 119–124, Aug. 2020, Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://e-jurnal.pnl.ac.id/mesinsainsterapan/article/view/2019/1747>
- [6] N. Kadek, W. A. Laksmi, I. Komang, A. Widi, T. A. Sutrisno, and K. Kunci A B S T R, “Pengaruh Media Pendingin Pada Kekerasan Dan Struktur Mikro Hardening Baja ST 42,” vol. 4, no. 1, pp. 23–27, Mar. 2024, doi: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jmmme/article/download/9114/5147/>.
- [7] K. Waas and V. D. Waas, “PENGARUH HOLDING TIME DAN VARIASI MEDIA QUENCHING TERHADAP NILAI KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH ST 42 PADA PROSES PENGKARBONAN PADAT MENGGUNAKAN ARANG BATOK BIJI PALA (MYRISTICA FAGRANS),” *Jurnal Simetrik*, vol. 10, no. 1, pp. 269–278, Jun. 2020, Accessed: Dec. 13, 2024. [Online]. Available: <https://www.ejournal-polnam.ac.id/index.php/JurnalSimetrik/article/view/361>
- [8] C. Tan et al., “Superior strength-ductility in laser aided additive manufactured high-strength steel by combination of intrinsic tempering and heat treatment,” *Virtual Phys Prototyp*, vol. 16, no. 4, pp. 460–480, Jul. 2021, doi: 10.1080/17452759.2021.1964268.
- [9] Affandi, A. R. Nasution, I. Tanjung, and A. M. Siregar, “Pengaruh Annealing Baja St 37 Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik,” *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 5, no. 2, pp. 194–199, Sep. 2022, Accessed: Dec. 20, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME/article/view/11796/8229>
- [10] A. Prayogi and Suhardiman, “Analisa pengaruh variasi media pendingin pada perlakuan panas terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon rendah,” vol. 17, Aug. 2019, doi: <https://e-jurnal.pnl.ac.id/polimesin/article/view/1024/1129>.