

# Pengaruh Variasi Kadar Karbon Baja Terhadap Kekuatan Tarik

<sup>1\*</sup>Muchamad Rizal Afandi, <sup>2</sup>Ali Akbar

<sup>1,2</sup>Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri  
E-mail: <sup>1</sup>[afandirizal452@gmail.com](mailto:afandirizal452@gmail.com) <sup>2</sup>[aliakbar@umsida.ac.id](mailto:aliakbar@umsida.ac.id)

*Penulis Korespondens : Muchamad Rizal Afandi*

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar karbon pada baja terhadap kekuatan tarik material. Baja merupakan paduan logam yang banyak digunakan dalam industri manufaktur dan konstruksi karena sifat mekaniknya yang dapat disesuaikan melalui komposisi kimia, terutama kadar karbon. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap beberapa sampel baja dengan kadar karbon rendah (baja lunak), dan tinggi (baja keras). Uji tarik dilakukan untuk menentukan nilai kekuatan tarik maksimum dari masing-masing sampel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar karbon dalam baja, semakin besar kekuatan tarik yang dihasilkan, namun dengan konsekuensi penurunan keuletan dan peningkatan kerapuhan. Temuan ini menegaskan bahwa kadar karbon merupakan parameter penting dalam menentukan karakteristik mekanik baja, sehingga perlu disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi spesifik.

**Kata Kunci**— baja, kadar karbon, kekuatan tarik, sifat mekanik, uji tarik

**Abstract**— *This research aims to determine the effect of variations in carbon content in steel on the tensile strength of the material. Steel is a metal alloy widely used in the manufacturing and construction industries due to its mechanical properties, which can be adjusted through its chemical composition, especially the carbon content. In this study, tests were conducted on several steel samples with low carbon content (mild steel) and high carbon content (hard steel). Tensile tests were performed to determine the maximum tensile strength value of each sample. The test results indicate that the higher the carbon content in steel, the greater the tensile strength produced, but with the consequence of decreased ductility and increased brittleness. These findings emphasize that carbon content is an important parameter in determining the mechanical characteristics of steel, thus it should be adjusted to meet specific application needs.*

**Keywords**— steel, carbon content, tensile strength, mechanical properties, tensile test

This is an open access article under the CC BY-SA License.



## 1. I. PENDAHULUAN

Baja merupakan paduan logam yang utamanya terdiri dari besi. Dalam pembuatannya, baja bisa dibentuk melalui berbagai cara, seperti pengecoran, pencaian, atau penempaan. Sifat kekerasan dan kekuatan baja sangat ditentukan oleh kadar karbonnya. Besi murni, di sisi lain, cenderung kurang kuat dan mudah berkarat, meskipun sangat ulet. Oleh karena itu, dalam material baja, unsur besi dicampur dengan elemen lain seperti karbon untuk memodifikasi dan meningkatkan karakteristiknya [1].

Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh variasi arus listrik terhadap kekuatan tarik baja ST 60. Dengan mengetahui hal ini, kita bisa memahami dampaknya terhadap kekuatan konstruksi secara keseluruhan. Selain itu, penelitian ini juga akan menganalisis pengaruh variasi arus terhadap tingkat porositas setelah pengelasan, yang dapat menunjukkan kerentanan material terhadap retak las [2].

Pesatnya kemajuan di bidang teknologi material dan rekayasa mikroteknologi telah membawa dampak signifikan terhadap penggunaan baja dalam industri. Dengan perkembangan ini, muncullah kebutuhan akan jenis baja dengan sifat dan karakteristik spesifik yang cocok untuk berbagai aplikasi. Sebagai contoh, baja karbon menengah ST-60 banyak dipakai untuk membuat roda gigi, peralatan pertanian, poros, gandar, serta berbagai komponen konstruksi mesin dan otomotif lainnya [3].

Uji tarik adalah sebuah metode untuk menguji kekuatan suatu material. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan gaya tarik yang terus-menerus meningkat pada kedua ujung benda uji hingga material tersebut putus. Selama proses ini, pertambahan panjang material juga diukur. Data yang diperoleh, yaitu perubahan panjang dan beban, kemudian digunakan untuk membuat grafik tegangan-regangan [4].

Proses temper melibatkan pemanasan ulang baja yang sudah dikeraskan hingga suhu di bawah suhu kritisnya, lalu diikuti dengan pendinginan. Meskipun proses ini bertujuan untuk melunakkan baja, temper berbeda dengan proses anil. Perbedaannya terletak pada kemampuannya untuk mengendalikan sifat-sifat fisik baja secara lebih presisi [5].

Baja ST 60 adalah jenis baja karbon sedang yang komposisi kimianya mengandung 0,3% hingga 0,59% karbon. Material ini memiliki titik lebur pada 2900°C dan titik didih 1550°C. Penting untuk diketahui bahwa kekuatan baja dengan kadar karbon sedang umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan baja berkarbon rendah [6].

Untuk mengetahui kekuatan tarik pada hasil pengelasan material ST 60, dilakukanlah uji kekuatan tarik. Hasil dari pengujian ini penting karena material tersebut akan digunakan pada produk yang memerlukan kekuatan tarik sangat tinggi, contohnya rangka depan (front chasis). Mengingat rangka depan harus menopang beban berat, dibutuhkan material dengan kualitas yang sangat tinggi [7].

Baja St 60 memiliki penamaan berdasarkan standar Jerman atau DIN (Deutsches Institut for Normung). Singkatan "St" pada kode ini berarti steel (baja), sementara angka "60" menunjukkan kekuatan tarik maksimum yang bisa dicapai oleh baja tersebut, yaitu sebesar 600 kg/mm<sup>2</sup> [8].

Penelitian ini bertujuan menganalisis kekuatan tarik dan struktur mikro baja karbon rendah yang dilas menggunakan metode SMAW, dengan variasi kuat arus listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa baja karbon rendah mentah memiliki kekuatan tarik 36,711 kgf/mm<sup>2</sup>. Setelah pengelasan, kuat arus memengaruhi kekuatan tarik secara signifikan: pada 100 Ampere, kekuatan tarik menurun menjadi 31,863 kgf/mm<sup>2</sup>; namun, pada 125 Ampere, meningkat menjadi 40,827 kgf/mm<sup>2</sup>; dan mencapai puncaknya pada 150 Ampere dengan 48,503 kgf/mm<sup>2</sup>. Dari segi struktur mikro, logam induk terdiri dari perlit dan ferit. Sementara itu, daerah HAZ (Heat Affected Zone) dan logam las menunjukkan variasi: pada 150 Ampere, strukturnya didominasi bainit dan ferit widmanstatten, sedangkan pada 100 dan 125 Ampere, ditemukan austenit sisa dan ferit widmanstatten [9].

Secara ekonomis, material logam yang memiliki kombinasi sifat unggul seperti keuletan, kekerasan, kekuatan, serta ketahanan terhadap korosi dan suhu tinggi, umumnya dibanderol dengan harga yang mahal. Oleh karena itu, para teknisi sering mencari cara untuk memodifikasi material berharga lebih rendah agar mendapatkan sifat keras dan tangguh yang diinginkan.

Hingga saat ini, banyak penelitian terus dilakukan, khususnya dalam pembuatan roda gigi, untuk menciptakan produk yang tangguh dan mampu menahan gaya yang timbul akibat gesekan antar roda gigi saat mesin beroperasi. Salah satu masalah umum pada logam adalah kerusakan produk di bagian yang mengalami pembebanan gaya tarik, tekan, atau puntir, yang pada akhirnya memperpendek masa pakai produk. Padahal, dalam aplikasinya, semua struktur logam akan

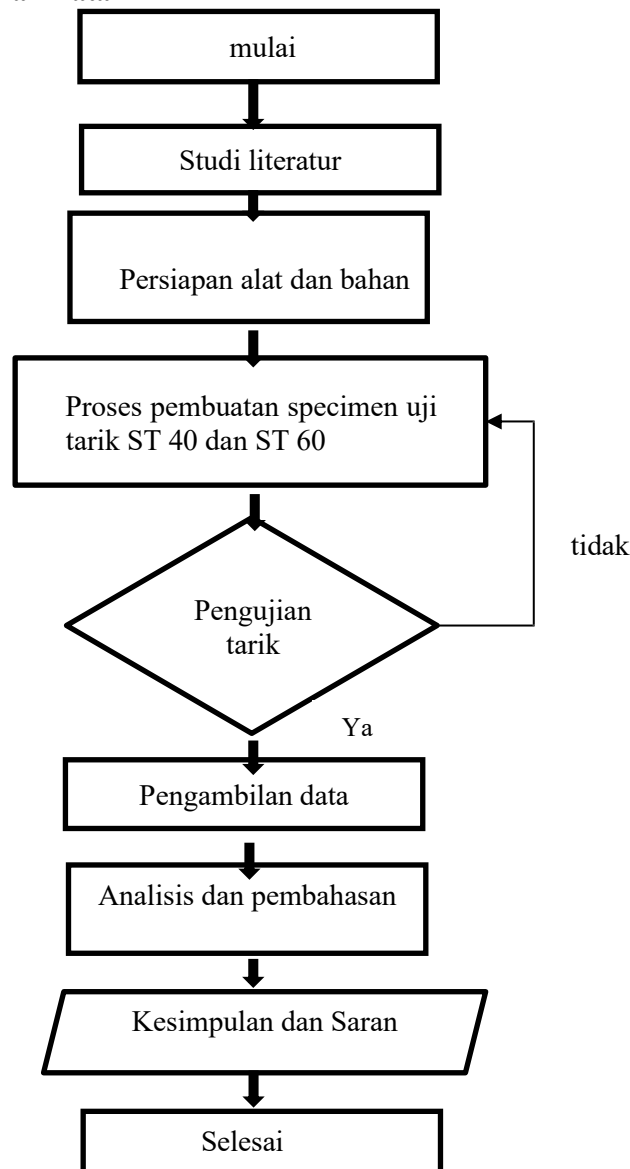
terpapar gaya eksternal seperti tegangan, regangan, gesekan, dan tekanan, yang dapat menyebabkan perubahan bentuk jika material tidak memiliki ketangguhan yang memadai [10].

Baja ST 40 adalah baja berkarbon rendah dimana kandungan karbon di baja tersebut hanya < 0,3 %. Di dunia perkapalan baja berkarbon rendah atau kecil merupakan sebuah bahan yang paling utama untuk membuat sebuah konstruksi kapal, seperti digunakan pada konstruksi lambung kapal. Dengan kata lain Baja ST 40 biasa digunakan untuk konstruksi lambung kapal [11].

Objek penelitian ini adalah baja ST 40, sebuah baja karbon rendah yang dikenal memiliki kekuatan tarik maksimal hingga 40 kg/mm<sup>2</sup>. Seperti yang disebutkan oleh Anwar & Widodo (2017: 69), baja ST 40 adalah material serbaguna yang umum diaplikasikan di berbagai bidang, termasuk industri, pemesinan, galangan kapal, dan perkakas rumah tangga [12].

## 2. II. METODE

### A. Teknik Pengumpulan Data



Gambar 1. Diagram Alir

## B. Tahapan pengumpulan data

Tahapan pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat uji tarik
2. Mempersiapkan spesimen yang akan diuji tarik
3. Melakukan proses pengujian tarik pada setiap spesimen.
4. Mempersiapkan alat tulis untuk mencatat data spesimen yang ditarik.
5. Mempersiapkan alat rekam atau foto untuk mendokumentasikan proses uji tarik.
6. Melakukan pencatatan data spesimen yang diuji tarik.
7. Menata spesimen yang telah diuji tarik
8. Melakukan pengukuran panjang akhir dan pencatatan data pada spesimen yang telah diuji tarik.
9. Menyimpan data hasil pengujian tarik dan pengukuran pada spesimen.
10. Membersihkan dan merapikan area kerja

## 3. III. HASIL DAN PEMBAHASAN

4. Tabel 1. Spesifikasi bahan dan Spesimen Uji

Bentuk	Silindris
Diameter	12.5 mm
Panjang ukur	200 mm
Standar pengujian	ST 60 & ST 40

Tabel 2. Setelah Proses *Normalizing* ST 40

Pengujian	Beban Maksimum (kN)	Tegangan Tarik (Kg/mm)	Perpanjangan (%)
1	69.2	39	14
2	68.7	38	13.5
3	69.0	40	14
<b>Rata-rata</b>	<b>69.0</b>	<b>37.3</b>	<b>13.8</b>

Tabel 3. Setelah proses *Normalizing* ST 60

Pengujian	Beban Maksimum (kN)	Tegangan Tarik (Kg/mm)	Perpanjangan (%)
1	62.5	37	24
2	63.0	37.5	25
3	62.5	38	23
<b>Rata-rata</b>	<b>63.2</b>	<b>37.5</b>	<b>24.0</b>

### C. Proses *Normalizing*

Berikut adalah penjelasan lebih detail mengenai proses *normalizing*:

1. Pemanasan:

Benda kerja dipanaskan hingga suhu austenitisasi, yaitu suhu di mana struktur kristal baja berubah menjadi austenit. Suhu ini biasanya 30-50°C di atas titik kritis (Ac3 untuk baja karbon rendah dan baja paduan, dan Ac1 untuk baja karbon tinggi).

2. Penahanan:

Setelah mencapai suhu austenitisasi, benda kerja ditahan pada suhu tersebut selama beberapa waktu untuk memastikan seluruh material mencapai suhu yang diinginkan dan struktur austenit terbentuk secara merata.

3. Pendinginan:

Benda kerja kemudian didinginkan di udara terbuka, bukan dalam media pendingin seperti air atau minyak. Pendinginan di udara ini menghasilkan laju pendinginan yang lebih lambat dibandingkan dengan quenching, sehingga menghasilkan struktur mikro yang lebih halus dan seragam.

## 5. IV. KESIMPULAN

*Normalizing* adalah proses perlakuan panas terhadap baja dengan tujuan mendapatkan struktur, butiran yang halus dan seragam untuk menghilangkan tegangan dalam akibat pengerjaan dengan mesin.

A. Tujuan dari *normalizing* adalah,

1. Untuk memperhalus butir
2. Memperbaiki mampu mesin
3. Menghilangkan tegangan sisa
4. Memperbaiki sifat mekanik baja karbon struktural dan baja-baja paduan rendah.

B. Manfaat dari proses *normalizing* antara lain;

1. Menghilangkan struktur yang berbutir kasar yang diperoleh dari proses pengerjaan yang sebelumnya di alami oleh baja.
2. Mengeliminasi struktur yang kasar yang diperoleh dari akibat pendinginan yang lambat pada proses anil.
3. Menghaluskan ukuran ferit dan pearlit.
4. Memodifikasi dan menghaluskan struktur cor dendritic.
5. Penormalan dapat mencegah distorsi dan memperbaiki mampu mesin-mesin baja paduan yang dikarbonasi karena temperature penormalan lebih tinggi dari temperature pengkarbonan.
6. Penormalan dapat memperbaiki sifat-sifat mekanik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. T. Perkapalan, V. Xx, dan N. X. Januari, "Jurnal Teknik Perkapalan , Vol . XX , No . X Januari 20XX," vol. XX, no. X, hal. 1–10.
- [2] A. F. Arfiansyah dan A. H. A. Rasyid, "Analisis Pengaruh Variasi Arus Pada Pengelasan Smaw Baja St 60 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Porositas," *J. Tek. Mesin*, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.36055/fwl.v0i0.5252>.
- [3] Y. Aziza, "PENGARUH KADAR GARAM DAPUR (NaCl) DALAM MEDIA PENDINGIN TERHADAP TINGKAT KEKERASAN PADA PROSES PENGERASAN

- BAJA ST-60,” *J. Teknol. Terap. G-Tech*, vol. 1, no. 1, hal. 18–25, 2020, doi: 10.33379/gtech.v1i1.263.
- [4] T. Willson F, B. Untung, dan W. B. S. Ari, “Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Puntir, Kekerasan, dan Mikrografi Baja ST 60 Sebagai Bahan Poros Propeller Setelah Proses Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time),” *J. Tek. Perkapalan*, vol. Vol. 7, no. 2, hal. 138–144, 2019, doi: <https://doi.org/10.35308/jmkn.v9i2.8371>.
- [5] Y. F. Pradani, Y. Aziza, dan M. H. Rahmat, “Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro Pada Pengelasan Baja St-60 Berdasarkan Variasi Temperatur Tempering,” *J. Teknol. Terap. G-Tech*, vol. 2, no. 1, hal. 98–105, 2020, doi: 10.33379/gtech.v2i1.327.
- [6] M. Sulaiman, Y. Febdia Pradani, dan I. Bahtiar, “Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST 60,” *Metrotech (Journal Mech. Electr. Technol.)*, vol. 1, no. 2, hal. 61–69, 2022, doi: 10.33379/metrotech.v1i2.1402.
- [7] `Choirul Ulin Nuha, Mukhamad dan Samsudi, “Pengaruh variasi kuat arus dan tekanan gas pelindung terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan MIG (metal inert gas) pembuatan front chasis mobil listrik dengan bahan ST 60,” *J. Mech. Eng. Learn.*, vol. 11, no. 2, hal. 1–11, 2022, doi: <https://doi.org/10.31940/logic.v24i3.141-149>.
- [8] M. Syaifullah, M. Subhan, dan J. Juanda, “Pengaruh Air Garam Sebagai Media Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan Pada Proses Pengerasan Baja ST 60,” *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 8, hal. 1555–1569, 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i8.292.
- [9] Kuswandini et al., “Bab 1 pendahuluan,” *Pelayanan Kesehat.*, vol. 2016, no. 2014, hal. 1–6, 2019, doi: <https://doi.org/10.33556/jstm.v25i2.3156>.
- [10] A. S. Ismy dan S. Bahri, “Pengaruh temperatur tempering terhadap kekerasan dan ketangguhan material pelat baja karbon sebagai bahan cangkul,” *J. POLIMESIN*, vol. 1, no. 1, hal. 49, 2019, doi: 10.30811/jop.v1i1.1396.
- [11] I. Hanung, B. Setiawan, H. Yudo, dan S. Jokosisworo, “Jurnal Teknik Perkapalan,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 5, no. 2, hal. 456, 2017, doi: <https://doi.org/10.33474/rm.v3i2.21502>.
- [12] A. Fauzi dan W. Sumbodo, “Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 pada Mesin Bubut CNC,” *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, hal. 46–57, 2021, doi: 10.21831/dinamika.v6i1.38114.