



Analisis Hasil Uji Tarik Baja Karbon Penampang Silindris dan Segiempat

Dwi Angga Pramana Achmaddillah¹, Syamsul Hadi^{2*}, Kreshna Aji Nursyifa³,
Agil Saputra Nugroho⁴, Muhammad Hamdi Reynard Fahrezi⁵,
Gathan Atallah Farras Maulana⁶

^{1,3,4,5,6} Program Studi Diploma III, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

² Program Studi Doktor Terapan, Optimasi Desain Mekanik, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: pramanadwiangga04@gmail.com¹, syamsul.hadi@polinema.ac.id^{2*}, kreshna1156@gmail.com³,
sagil9107@gmail.com⁴, hamdieci@gmail.com⁵, gathanmaulana01@gmail.com⁶

*Penulis Korespondensi: sympol2003@yahoo.com

Abstract. *The unknown exact tensile strength of cylindrical cross-section carbon steel and rectangular cross-section carbon steel is a problem faced. The purpose of the research is to obtain the tensile strength of cylindrical cross-section carbon steel and rectangular cross-section carbon steel. The research method is carried out by turning carbon steel specimens to a diameter of 7.92mm, a length of 200mm and milling carbon steel cross-sections with a width of 12mm, a thickness of 4mm, setting the Tarno Grocky tensile testing machine, clamping both ends of the specimen with grips, tensile testing until the specimen breaks, measuring the gauge length after the specimen breaks and is properly cupped again, making stress and strain curves, and analyzing the tensile test results. The test results show that the tensile strength of carbon steel with a cylindrical cross-section is 554 MPa at a strain of 3.86%, the yield strength is 514 MPa at a strain of 3.06% and the tensile strength of carbon steel with a rectangular cross-section is 712 MPa at a strain of 2.45% and the yield strength is 487 MPa at a strain of 0.59%, which implies that both steels are ductilely broken, due to shrinkage. cross-section (necking) which includes ST 60 because the yield strength is more than 360 MPa.*

Keywords: *Carbon Steel; Cylindrical Specimens; Rectangular Specimens; Tensile Strength; Yield Strength.*

Abstrak. Tidak diketahuinya secara tepat kekuatan tarik baja karbon penampang silindris dan baja karbon penampang segiempat sebagai masalah yang dihadapi. Tujuan penelitian untuk memperoleh kekuatan tarik baja karbon penampang silindris dan baja karbon penampang segiempat. Metode penelitian dilakukan melalui pembubutan spesimen baja karbon menjadi diameter 7,92mm, panjang 200mm dan pengefraisan baja karbon penampang lebar 12mm, tebal 4mm, pengaturan mesin uji tarik Tarno Grocky, penjepitan kedua ujung spesimen dengan grips, pengujian tarik hingga spesimen menjadi patah, pengukuran gaugeng length setelah spesimen menjadi putus dan ditangkupkan secara tepat kembali, pembuatan kurva tegangan dan regangan, dan analisis hasil uji tarik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik baja karbon dengan penampang silindris seblai 554 MPa pada regangan 3,86 %, kekuatan luluhnya 514 MPa pada regangan 3,06 % dan kekuatan tarik baja karbon penampang segiempat 712 MPa pada regangan 2,45 % dan kekuatan luluhnya 487 MPa pada regangan 0,59 % yang implikasi bahwa kedua baja tersebut patah ulet, karena mengalami pengecilan penampang (*necking*) yang termasuk ST 60 karena kekuatan luluhnya lebih dari 360 MPa.

Kata kunci: Baja Karbon; Kekuatan Luluh; Kekuatan Tarik; Spesimen Segi Empat; Spesimen Silindris.

1. LATAR BELAKANG

Tidak diketahuinya secara tepat dari kekuatan tarik baja karbon penampang silindris maupun baja karbon penampang segiempat sebagai kendala dalam desain suatu konstruksi.

Penelitian terdahulu menunjukkan beberapa hasil uji tarik diantaranya kekuatan tarik baja ST 41 hasil pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) dengan metode alur spiral tertinggi pada 467,5 MPa dengan kuat arus 100 A (Rohman et al., 2020). Rarata kekuatan tarik ST60 dengan preheat 465,6 MPa, rarata kekuatan tarik dengan *Post Weld Heat Treatment* (PWHT) 431,7 MPa yang berarti lebih rendah 7% pada PWHT daripada preheat (Cahyono et al., 2025). Hasil penelitian dengan variasi waktu las gesek 70 detik, 80 detik, dan 90 detik meunjukkan

bahwa nilai kekuatan tarik ST37 terendah hasil sambungan las gesek pada durasi 70 detik senilai 232,4 MPa, dan kekuatan tarik tertinggi pada durasi 80 detik senilai 398,2 MPa atau lebih tinggi 41,6% (Putra & Arwizet, 2019). Kekuatan tarik spesimen *raw material* senilai 419,4 MPa pada regangan 36,9 % dan tarik pada pengelasan SMAW senilai 437,9 MPa pada regangan 21,2 %; pada pengelasan GMAW senilai 419,0 MPa pada regangan 20,2 %; dan pada pengelasan GTAW senilai 432,0 MPa pada regangan 19,1 % yang berarti kekuatan tarik secara berurutan dari terbesar ke terkecil dimiliki oleh SMAW, GTAW dan GMAW (Hafid et al., 2022). Kekuatan tarik pada kampuh I senilai 521,6 MPa pada regangan 28%; pada kampuh V senilai 516,8 MPa pada regangan 24%, dan pada kampuh K senilai 496 MPa dengan regangan 24% berarti kekuatan tarik dari tertinggi ke terendah dimiliki oleh kampuh I, kampuh V, dan kampuh K (Ardi et al., 2024). Kekuatan tarik pada regangan 20% untuk baja ASTM A52 *grade* 50 pada temperatur 25°C adalah 501 MPa, pada temperatur 500°C adalah 228 MPa, pada temperatur 900°C adalah 38,7 MPa yang berarti kekuatan tarik mengalami penurunan hingga 54,5% pada temperatur 500°C dan 92,3% pada temperatur 900°C (Lee & Choi, 2021). Kekuatan tarik spesimen yang dikeraskan meningkat dari 624,28 MPa menjadi 741,72 MPa dari temperatur 800°C dan menjadi 998,61 MPa dari temperatur 850°C (Anwar et al., 2021).

Hasil pengujian dan simulasi menunjukkan bahwa nilai tegangan, regangan, dan perpanjangan berkesesuaian yang baik dengan perbedaan sekitar 1,5% yang konsisten untuk tahap awal desain suatu bahan (Surya et al., 2025).

Uji tarik sesuai standar ASTM E8-13a, diperoleh bahwa perlakuan pendinginan pasca pengelasan berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik baja yang kekuatan tarik tertinggiya diperoleh pada spesimen pendinginan udara senilai 347,8 MPa. Spesimen yang didinginkan dengan oli bekas ber kekuatan tarik 329,1 MPa, dan nilai terendah pada spesimen pendinginan air laut, yaitu 310,4 MPa (Irwan & Syaiful, 2023). Penelitian Setiawan (2021) menunjukkan bahwa kekuatan tarik: kuningan 60/40 (Cu-Zn) senilai 260,1 MPa pada regangan 80,13%, perunggu-aluminium senilai 488,3 MPa pada regangan 30,88% dan baja karbon 0,4% (*oil quench-temper*) senilai 689,1 MPa pada 28,06% yang berarti bahwa kuningan memiliki keuletan tertinggi pada 80,13% . Pengujian tarik pada spesimen dengan penambahan lapisan serat karbon pada baja SS400 tidak memberikan peningkatan kekuatan tarik dan spesimen tanpa lapisan serat karbon berkekuatan tarik senilai 365,3 MPa, sedangkan spesimen dengan lapisan karbon serat setebal 1 mm, 3 mm, dan 5 mm bernilai 366,8 MPa; 363,7 MPa; dan 347,8 MPa. Untuk ketebalan 5 mm terjadi penurunan kekuatan tarik yang mengindikasikan bahwa lapisan serat karbon tidak efektif meningkatkan kekuatan tarik, tetapi lebih berfungsi meningkatkan kekakuan dan kekuatan luluhnya (Naubnome et al., 2020). Peningkatan

kekuatan tarik pada sampel sebelum pengerasan (*hardening*) senilai dari 765,7 MPa menjadi 1028,1 MPa yang berarti meningkatkan kekuatan tarik senilai 34,26% (Rahmadani et al., 2020). Penurunan kekuatan tarik Baja ST 37 dari sebelum pelunakan (*annealing*) senilai 505,6 MPa menjadi senilai 314,5 MPa atau menurun 37,8 % (Affandi et al., 2022). Uji tarik pada elektroda tipe E6013 dengan nilai terendah senilai 455,9 MPa dan tertinggi senilai 561,5 MPa (Faridzi & Ponidi, 2024). Kekuatan tarik pada pipa yang kondisinya baik bernilai 588 MPa, dan pada pipa yang kondisinya rusak memiliki senilai 549 MPa yang menurun 39 MPa atau 6,63 %. Penurunan kekuatan tarik pada pipa setelah digunakan selama 10 tahun penurunan karena penipisan ketebalan dinding pipa akibat korosi (Nofri & Fardiansyah, 2018). Tiga sampel baja tulangan ϕ 12 mm memenuhi persyaratan kuat tarik menurut SNI 2052-2017 senilai 600,9 MPa; 598 MPa; dan 598,9 MPa yang melebihi standar minimum 350 MPa dan nilai regangan 29,24%; 31,06%; dan 28,36%, juga melampaui batas minimalnya yaitu 12% yang berarti baja tulangan tersebut memenuhi standar yang berlaku (Ruzuqi et al., 2022). Kekuatan tarik setelah tempering pada pengelasan baja ST 60 diperoleh tertinggi pada temperatur tempering 500°C senilai 680,5 MPa, pada 350°C, senilai 666 MPa, dan pada 250°C senilai 641,6 MPa, sedangkan tanpa tempering senilai 583,6 MPa yang berarti bahwa terdapat pengaruh nilai kekuatan tarik baja ST 60 setelah ditemper (Pradani et al., 2018). Temperatur dan media pendingin baja S45C setelah pengerasan meningkatkan kekuatan tarik pada perlakuan 850°C dengan pendinginan air garam senilai 1360,2 MPa dan pada perlakuan 750°C dengan pendinginan oli senilai 580 MPa atau menurun 57,36 % (Rachman, 2020).

2. KAJIAN TEORITIS

Baja yang dilunakkan menjadi menurun kekuatan tariknya, dan sebaliknya baja yang dikeraskan meningkat kekuatan tariknya, sementara baja yang ditemper mengalami sedikit penurunan kekuatan tariknya. Media pendingin dalam pengerasan memiliki pengaruh pada hasil kekuatan tariknya, tergantung kandungan panas yang bisa diserapnya selama pendinginan cepat (*quenching*). Kekuatan tarik untuk baja umumnya memiliki hubungan dengan kekerasannya. Secara teoritis penampang spesimen uji tarik tidak mempengaruhi kekuatan tariknya, kecuali berbeda karena pengerjaan selama persiapan spesimen akibat dibubut atau difrais atau dimensi dan posisi pengambilan dari bahan baku sebelum dibuat spesimen uji tariknya.

Kekuatan Tarik dihitung dengan Rumus 1.

$$\text{Kekuatan Tarik} = \text{Gaya Tarik} / \text{Luas Penampang Gauge Length (MPa)} \quad (1)$$

Gaya tarik dalam satuan N dan Luas Penampang dalam satuan mm².

Regangan Tarik dihitung dengan Rumus 2.

Regangan Tarik = Pertambahan Panjang/Panjang *Gauge Length* x 100% atau

$$\varepsilon = \Delta L/L_0 \times 100\% \quad (2)$$

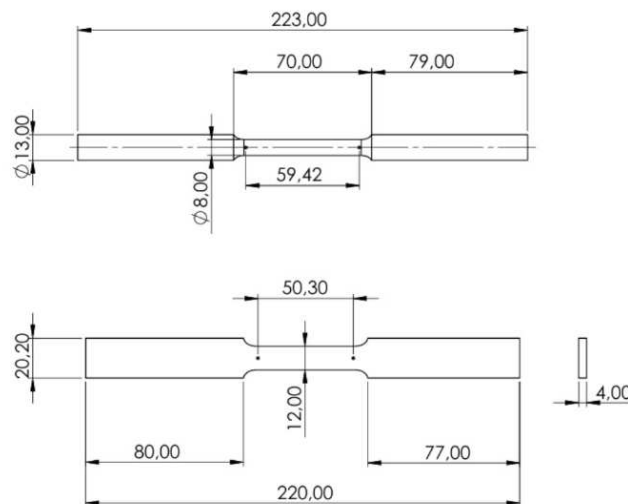
3. METODE PENELITIAN

Spesimen uji tarik disiapkan dari bahan baku dengan pengerjaan dibubut untuk yang bentuk penampang silindris dan difrais untuk bentuk penampang persegi empat sesuai dengan standar sebagaimana Gambar 1.



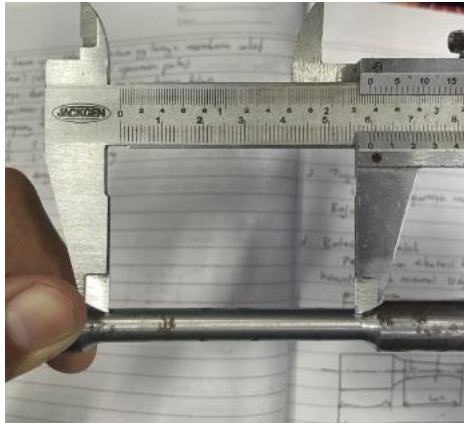
Gambar 1. Spesimen Uji Tarik Bentuk Penampang Silindris dan Penampang Persegi Empat.

Dimensi spesimen uji tarik bentuk penampang silindris dan penampang persegi empat sebagaimana Gambar 2.



Gambar 2. Dimensi Spesimen Uji Tarik Penampang Silindris dan Persegi Empat.

Jarak *gauge length*, L_0 diukur dengan Mistar Sorong sebelum pengujian spesimen sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Jarak *Gauge Length*, L_0 Diukur dengan Mistar Sorong Sebelum Pengujian Spesimen.

Pengujian spesimen dengan Mesin Uji Tarik Tarno Grocki untuk mengukur gaya dan pertambahan panjang spesimen hingga spesimen menjadi putus sebagaimana Gambar 4.



Gambar 4. Pengujian Spesimen dengan Mesin Uji Tarik Tarno Grocki.

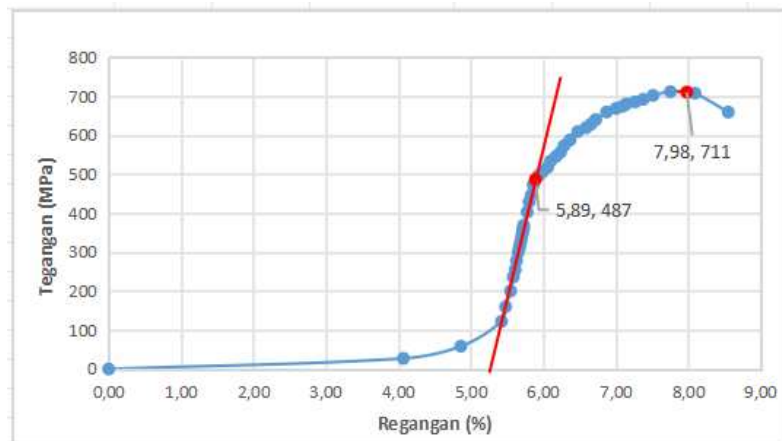
Setelah spesimen putus, dilakukan pengukuran jarak *gauge length*, L_1 diukur dengan Mistar Sorong sebagaimana Gambar 5.



Gambar 5. Pengukuran Jarak *Gauge Length*, L_1 Diukur dengan Mistar Sorong Setelah Spesimen Putus dan Ditangkap Kembali secara Tepat Posisinya.

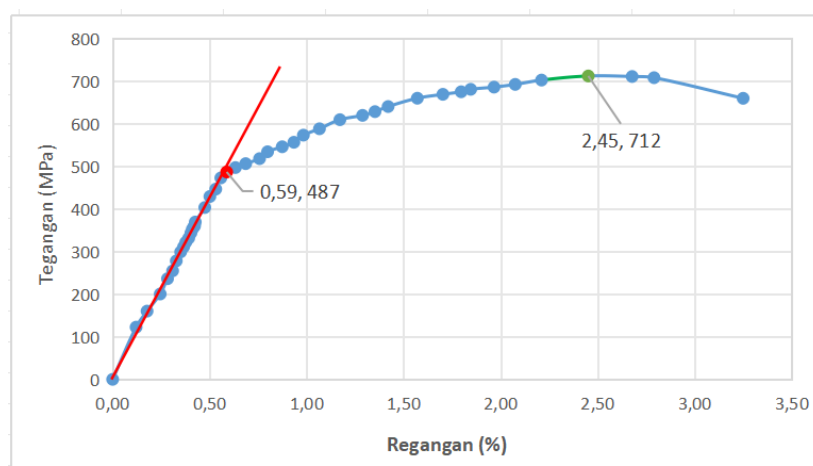
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil plot grafik tegangan terhadap regangannya yang masih mengandung data selip untuk spesimen penampang persegi empat sebagaimana Gambar 6 perlu dikoreksi.



Gambar 6. Hasil Plot Grafik Tegangan terhadap Regangannya untuk Spesimen Penampang Persegi Empat yang Masih Mengandung Data Selip Perlu Dikoreksi.

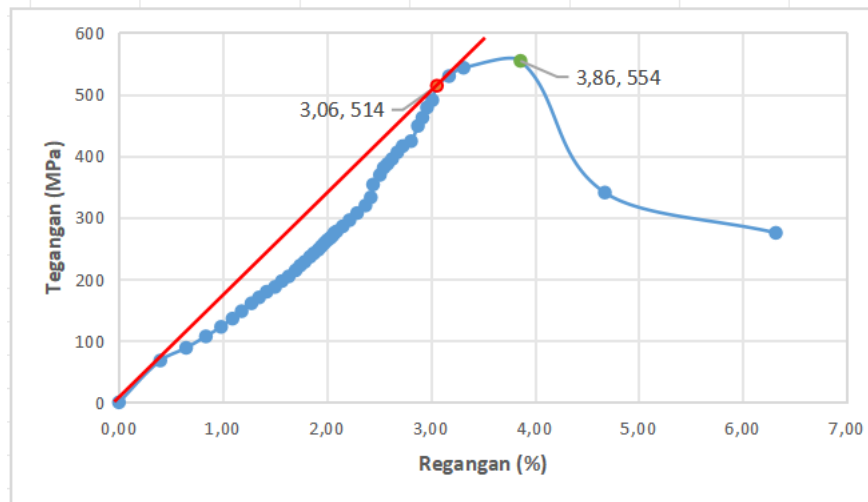
Hasil plot grafik tegangan terhadap regangannya untuk spesimen penampang persegi empat yang masih mengandung data selip setelah dikoreksi sebagaimana Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Plot Grafik Tegangan terhadap Regangan untuk Spesimen Penampang Persegi Empat Setelah Dikoreksi Akibat Data Selip.

Diperoleh kekuatan tarik untuk spesimen penampang persegi empat senilai 712 MPa pada regangan 2,45 % dan kekuatan luluhnya senilai 487 MPa pada regangan 0,59 % .

Hasil plot grafik tegangan terhadap regangannya untuk spesimen penampang silindris yang masih mengandung data selip setelah dikoreksi sebagaimana Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Plot Grafik Tegangan terhadap Regangannya untuk Spesimen Penampang Silindris yang Masih Mengandung Data Selip Setelah Dikoreksi.

Diperoleh kekuatan tarik untuk spesimen penampang silindris senilai 554 MPa pada regangan 3,86 % dan kekuatan luluhnya senilai 514 MPa pada regangan 3,06 % .

Perbedaan hasil kekuatan tarik dan kekuatan luluh dari dua spesimen yang berbeda penampangnya sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Hasil Kekuatan Tarik dan Kekuatan Luluh dari Dua Spesimen yang Berbeda Penampangnya.

No.	Penampang Spesimen	Kekuatan Tarik (MPa)	Regangan (%)	Kekuatan Luluh (MPa)	Regangan (%)	Selisih Kekuatan Tarik (MPa)	Selisih Kekuatan Luluh (MPa)
1	Persegi Empat	712	2,45	487	0,59	$\square > 22,19$	$\square < 5,54$
2	Silindris	554	3,86	514	3,06	% ϕ	% ϕ

Kekuatan tarik spesimen penampang silindris lebih kecil 22,19 % dibandingkan dengan penampang segi empat, sedangkan kekuatan luluh spesimen penampang silindris lebih besar 5,54 % dibandingkan dengan penampang segi empat yang praktis relatif kecil selisihnya, yang berarti pengujian tarik tersebut membuktikan tidak ada pengaruh signifikan akibat perbedaan penampang jika menggunakan bahan yang sejenis atau sama.

Dalam pelaksanaan uji tarik, jika jenis jepitan dengan kedua ujung spesimennya tidak menggunakan ulir mur atau bentuk sangkutan di kedua ujung spesimen, peluang terjadinya selip sangat berpotensi, dalam pelaksanaan pengujian dibantu dengan memberikan tonjolan lasan untuk membantu menyangkutkan kedua ujung spesimen pada dua pasang *grips* penjepit dari Mesin Uji Tarik Trarno Grocki.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik baja karbon dengan penampang silindris seilai 554 MPa pada regangan 3,86 %, kekuatan luluhnya 514 MPa pada regangan 3,06 % dan kekuatan tarik baja karbon penampang segiempat 712 MPa pada regangan 2,45 % dan kekuatan luluhnya 487 MPa pada regangan 0,59 % yang implikasi bahwa kedua baja tersebut patah ulet, karena mengalami pengecilan penampang (*necking*) yang termasuk ST 60 karena kekuatan luluhnya lebih dari 360 MPa.

Saran tindak lanjut atas simpulan yaitu dalam penyiapan spesimen sebaiknya dilengkapi dengan bantuan tonjolan di kedua ujungnya dengan lasan untuk mencegah terjadinya selip saat pengujian tarik, karena tidak menggunakan kedua ujung berupa ulir yang dipasang dengan 2 mur atau spesimen yang sengaja dibuat membesar pada kedua ujungnya agar dapat mengangkut di belakang dua pasang *grips*-nya.

DAFTAR REFERENSI

- Affandi, Nasution, A. R., Tanjung, I., & Siregar, A. M. (2022). Pengaruh annealing baja ST 37 terhadap kekerasan dan kekuatan tarik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 5(2), 194–199. <https://doi.org/10.30596/rmme.v5i2.11796>
- Anwar, I., Rahman, J., Setiawan, H., & Syawaladi. (2021). Pengaruh perlakuan panas terhadap sifat mekanik baja AISI 1045 dengan media pendingin air. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(3), 152–157.
- Ardi, Asiri, M. H., & Mardin. (2024). Uji tarik material baja karbon rendah ASTM A36 hasil pengelasan SMAW pada berbagai model kampuh. *Jurnal Mekanika: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 10(2), 383–389. <https://doi.org/10.35308/jmkn.v10i2.8939>
- Cahyono, C. W., Budiarto, U., & Amiruddin, W. (2025). Pengaruh preheat treatment dan post weld heat treatment pada pengelasan SMAW baja ST60 terhadap kekuatan uji tarik serta impak. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 13(4), 1–8. <https://doi.org/10.24176/cra.v8i1.14036>
- Faridzi, A. F. A., & Ponidi. (2024). Ketahanan baja ASTM A36 terhadap pengujian tarik dan bending dengan proses pengelasan SMAW dan metalografi. *Jurnal ReSEM: Rekayasa Sistem Engineering Manufaktur*, 2(2), 109–118. <https://doi.org/10.30651/resem.v2i2.21911>
- Hafid, H., Balfas, M., Habib, F., & Fitrah, M. A. (2022). Analisis perbandingan kekuatan tarik pada baja ST 37 dengan proses pengelasan SMAW, GMAW, dan GTAW. *J-Move: Jurnal Teknik Mesin FT-UMI*, 4(1), 8–13.
- Irwan, M., & Syaiful. (2023). Analisis kekuatan tarik baja ST42 dengan variasi pendinginan pasca pengelasan. *Teknologi*, 24(1), 7–12.
- Lee, S. H., & Choi, B. J. (2021). Mechanical properties of ASTM A572 grades 50 and 60 steels at high temperatures. *Applied Sciences*, 11(24), Article 11833. <https://doi.org/10.3390/app112411833>

- Naubnome, V., Cahyo, A. D., Fauji, N., & Gusniar, I. N. (2020). Analisis uji tarik dan simulasi kegagalan pada baja SS400 dengan variasi ketebalan lapisan carbon fiber untuk aplikasi kerangka mobil listrik. *Gorontalo Journal of Infrastructure & Science Engineering*, 3(1), 28–36. <https://doi.org/10.32662/gojise.v3i1.840>
- Nofri, M., & Fardiansyah, A. (2018). Analisis sifat mekanik pipa carbon steel grade A A106 dan grade B A53 untuk proses produksi pada kilang LNG. *Bina Teknika*, 14(2), 119–129. <https://doi.org/10.54378/bt.v14i2.335>
- Pradani, Y. F., Aziza, Y., & Rahmat, M. H. (2018). Analisis kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro pada pengelasan baja ST-60 berdasarkan variasi temperatur tempering. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 2(1), 98–105. <https://doi.org/10.33379/gtech.v2i1.327>
- Putra, I., & Arwizet, K. (2019). Analisis kekuatan tarik dan impact hasil sambungan las gesek pada baja ST 37. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 914–920.
- Rachman, M. R. A. (2020). Analisa perbedaan kekerasan dan kekuatan tarik baja S45C dengan perlakuan quenching dan tempering pada media udara, air, dan oli untuk aplikasi poros motor roda tiga. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 8(2), 89–94.
- Rahmadani, R., Hidayat, A., Fadri, M. Y., Syaputra, A. R., Haprabu, E. P. S., Nugroho, V. A., Goin, B., Arifin, S., & Djiwo, S. (2020). Pengaruh hardening terhadap struktur mikro dan sifat mekanis baja AISI 1045. *Jurnal JMMME*, 1(2), 14–18.
- Rohman, M., Saepuddin, A., & Fardana, M. A. (2020). Analisis kekuatan tarik baja ST41 pada pengelasan alur spiral dengan tiga variasi arus. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(2), 62–68. <https://doi.org/10.23887/jptm.v8i2.27590>
- Ruzuqi, R., Maryanto, E. T., & Rahmat, A. (2022). Kuat tarik baja tulangan polos (studi kasus: PT Ghody Bimantara Mandiri). *Jurnal METIKS*, 2(1), 9–14. <https://doi.org/10.30598/metiks.2022.2.1.9-14>
- Setiawan, F. W. (2021). Analisa sifat mekanik uji tarik logam paduan kuningan 60/40 (Cu-Zn), baja karbon 0,4% (oil quench–temper), dan perunggu aluminium. *JMIO: Jurnal Mesin Industri dan Otomotif*, 2, 33–41.
- Surya, I., Ilhamsyah, S., Muhida, R., Riza, M., Pratowo, B., Kunarto, Muhamad, Z., Saputro, H., & Mulyana. (2025). Analisis kekuatan tarik baja karbon sedang S45C berdasarkan eksperimen dan simulasi numerik menggunakan SolidWorks. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung*, 14(1), 35–45.