

Rancang Bangun Instrumentasi Mesin Uji Tarik Kapasitas 5 Ton

^{1*}Rifky Rosid Apriandik, ²Ali Akbar

^{1,2}Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹rifkyandik025@gmail.com, ²aliakbar@umsida.ac.id

Penulis Korespondens : Rifky Rosid Apriandik

Abstrak— Penelitian ini mengulas tentang desain dan implementasi sistem instrumentasi pada mesin uji tarik dengan kapasitas 5 ton. Tahapan yang dilakukan mencakup perancangan sensor pengukur gaya dan perubahan panjang, pembuatan sistem pengendali, hingga proses pemasangan dan pengkalibrasian. Uji coba dilakukan dengan menggunakan baja karbon sebagai sampel untuk menilai performa sistem. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini mampu mencatat data gaya serta regangan dengan tingkat akurasi yang tinggi, serta menghasilkan kurva tegangan-regangan yang sah. Dengan demikian, sistem ini layak digunakan dalam pengujian material baik untuk keperluan riset maupun aplikasi industri.

Kata Kunci— uji Tarik, tegangan, regangan

Abstract— *This research reviews the design and implementation of an instrumentation system on a tensile testing machine with a capacity of 5 tons. The stages involved include designing force and elongation measuring sensors, creating a control system, and the installation and calibration process. Testing was conducted using carbon steel as a sample to assess system performance. Based on the test results, this system is capable of recording force and strain data with a high level of accuracy, and producing valid stress-strain curves. This system is suitable for use in material testing for both research purposes and industrial applications.*

Keywords— *Tensile test, stress, strain*

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



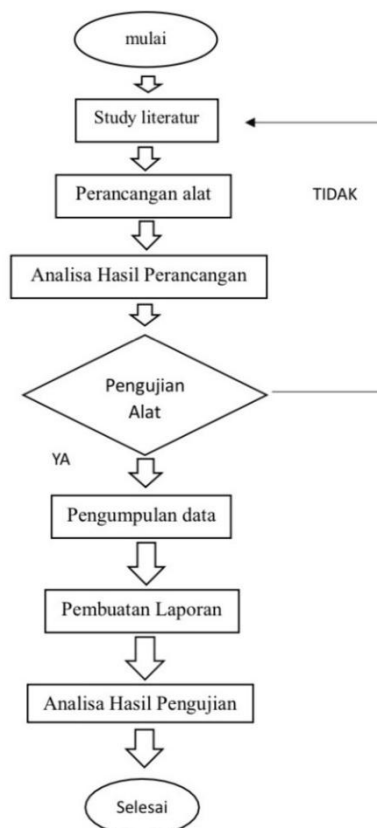
I PENDAHULUAN

Uji tarik merupakan salah satu jenis pengujian material yang paling banyak diterapkan, baik di sektor industri maupun dunia pendidikan. Metode ini dianggap efisien karena prosedurnya relatif sederhana, tidak memerlukan alat yang rumit, dan mampu memberikan berbagai informasi penting terkait karakteristik mekanik bahan. Dalam pelaksanaannya, spesimen dikenai gaya tarik yang sejajar dengan sumbu utamanya secara perlahan dan terus-menerus hingga terjadi kerusakan. Melalui proses ini, dapat diperoleh sejumlah parameter penting seperti kekuatan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strength*), batas luluh (*Yield Strength*)[1][2][3], tingkat perpanjangan (*elongation*), elastisitas, hingga persentase penyusutan luas penampang. Informasi tersebut menjadi dasar dalam perancangan komponen mesin, struktur teknik, maupun dalam menetapkan standar mutu material.[4][5] Pengujian tarik digolongkan sebagai uji destruktif karena menyebabkan kerusakan permanen pada benda uji.

Umumnya, pengujian ini dilakukan dengan memanfaatkan *Universal Testing Machine* (UTM), yang tersedia dalam dua sistem penggerak, yaitu mekanik dan hidrolik. Sistem hidrolik lebih cocok untuk bahan dengan daya tahan tinggi karena mampu menghasilkan gaya besar, sedangkan sistem mekanik lebih sesuai untuk spesimen berdimensi lebar dengan kebutuhan gaya menengah. [6][7] Dengan kemajuan teknologi, mesin uji tarik modern kini dilengkapi perangkat elektronik seperti *load cell* dan sistem pencatatan data digital, yang memungkinkan pengukuran dilakukan secara lebih cepat dan akurat. Standar prosedur internasional seperti ASTM E8 dan JIS 2241 telah digunakan secara luas untuk menjamin konsistensi dan validitas hasil uji. Namun, harga mesin uji yang dilengkapi teknologi digital ini relatif tinggi, sehingga institusi pendidikan atau laboratorium berskala kecil sering kali tidak mampu memilikinya. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi dalam pengembangan mesin uji tarik alternatif yang lebih ekonomis namun tetap presisi dan sesuai standar teknis.[8] Mesin UTM juga dapat disesuaikan untuk jenis pengujian lainnya seperti tekan dan tekuk, menjadikannya alat yang multifungsi dalam karakterisasi material.[9] Dengan alat ini, sifat-sifat mekanik logam seperti ketangguhan, kekakuan, kekerasan, dan keuletan dapat dianalisis secara detail, yang sangat berguna dalam pengembangan desain teknik, rekayasa produk, serta pemanfaatan material berkinerja tinggi yang ringan dan tahan beban.[10]

II. METODE

A. Alur Penelitian



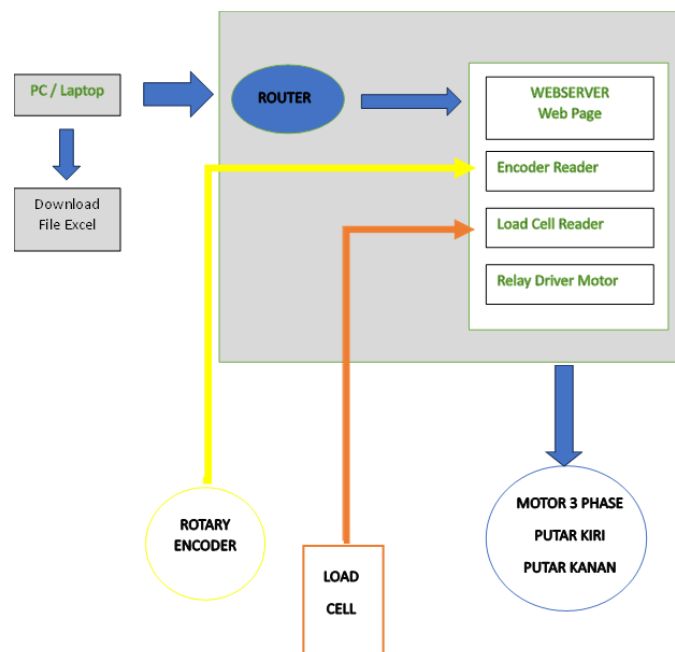
Gambar 1 Gambar diagram alir

B. Instrumen Uji Tarik

Perancangan sistem elektronik dan instrumentasi pada mesin uji tarik kapasitas 5 ton melibatkan tiga komponen utama: load cell, mikrokontroler, dan motor servo. Load cell berfungsi mengukur gaya tarik dengan akurasi $\pm 0,5\%$, mikrokontroler sebagai pusat kontrol, dan motor servo sebagai penggerak presisi dengan kecepatan variabel.

Proses perancangan mencakup pemilihan komponen, perancangan sistem kontrol, pemrograman mikrokontroler, serta pembuatan antarmuka pengguna untuk mengatur parameter dan memantau hasil secara real-time. Pengujian dilakukan melalui beberapa tahap mulai dari penyiapan spesimen, kalibrasi, pelaksanaan uji tarik, hingga perekaman data berupa grafik tegangan-regangan.

Kalibrasi menjadi bagian penting dalam menjamin akurasi sistem. Dengan menggunakan beban standar, kalibrasi dilakukan secara berkala untuk memastikan semua komponen bekerja sesuai spesifikasi. Hasil pengujian digunakan untuk menentukan sifat mekanik material seperti kekuatan tarik dan modulus elastisitas, menjadikan mesin ini handal untuk berbagai keperluan pengujian material.



Gambar 2 rangkaian control

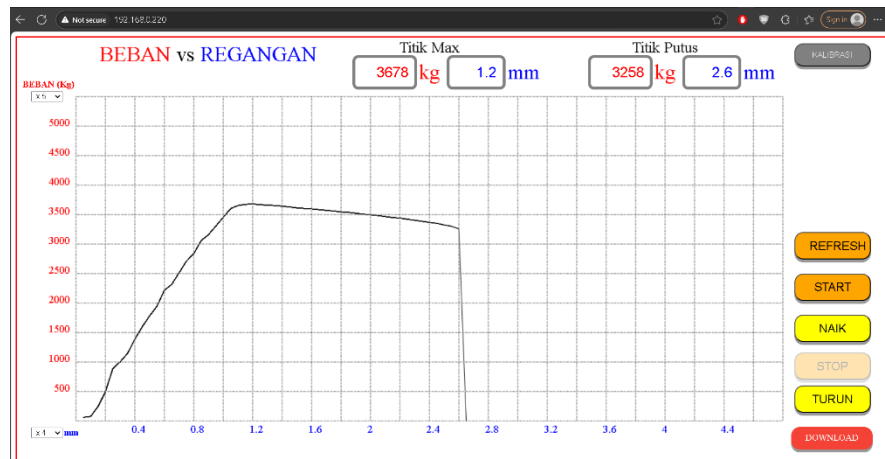
Langkah kerja rangkaian kontrol sebagai berikut.

1. Akses dari PC /Laptop ke Webserver melalui Router dengan IP 192.168.0.220
2. Kalibrasi load cell bisa dilakukan melalui web page, dengan beban fix yang diketahui beratnya.
3. Webserver menampilkan web page untuk mengendalikan putaran motor ke kiiri atau ke kanan (menarik benda uji atau melonggarkan benda uji)
4. Encoder untuk membaca jarak / regangan yang diterima benda uji

5. Load sel untuk mengukur kekuatan tarikan yang diterima benda uji
6. Web page akan menampilkan grafik kekuatan tarikan terhadap jarak / regangan.
7. Data pada grafik bisa di download ke file excel melalui PC /La

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil simulasi data virtual hasil uji tarik pada mesin uji tarik kapasitas 5 ton, ditampilkan pada grafik dibawah.



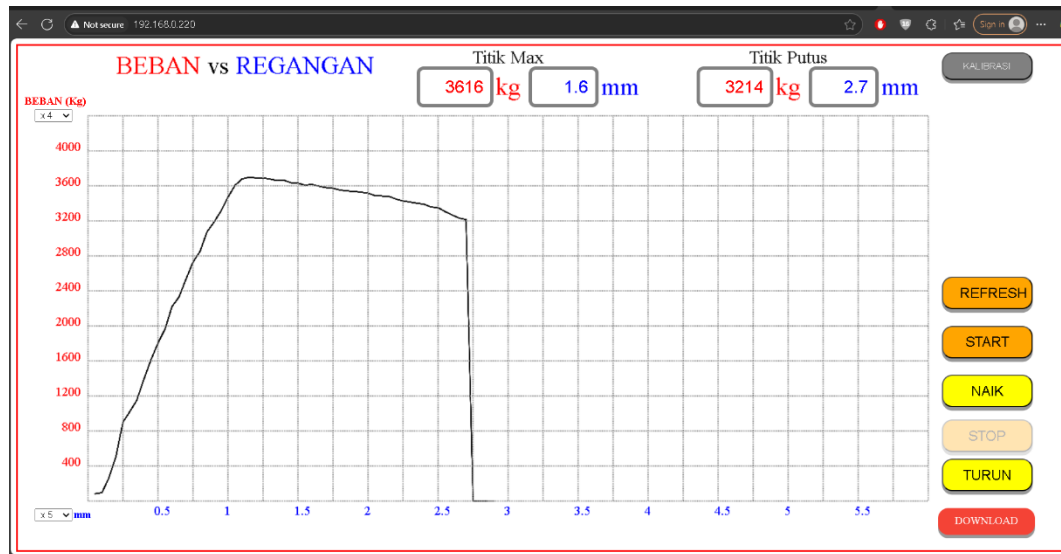
Gambar 3 curva tegangan regangan

Kurva hubungan antara beban dan regangan untuk baja ST40 menunjukkan bahwa beban maksimum tercapai pada nilai 3678 kg dengan regangan sebesar 1,2 mm. Setelah mencapai puncak tersebut, spesimen mengalami kerusakan atau putus pada beban 3258 kg dengan regangan akhir 2,6 mm. Bentuk kurva menggambarkan fase elastis awal yang curam dan stabil, menandakan bahwa material merespons beban secara linier hingga mendekati titik tertinggi. Setelahnya, kurva memasuki fase deformasi plastis, ditandai dengan penurunan bertahap pada beban sebelum akhirnya terjadi keruntuhan material. Karakteristik ini menunjukkan bahwa baja ST40 memiliki kombinasi kekuatan tarik yang baik dengan keuletan sedang, meskipun rentang deformasi plastisnya lebih pendek jika dibandingkan dengan baja lunak.

Jika dibandingkan dengan spesifikasi baja ASTM A36—yang memiliki kekuatan tarik minimum antara 400 hingga 550 MPa serta regangan patah minimum sekitar 20%—maka performa kekuatan tarik baja ST40 tergolong setara, atau bahkan sedikit lebih tinggi, bergantung pada konversi satuan dan dimensi penampang uji. Namun, dari segi keuletan, ASTM A36 umumnya menunjukkan regangan patah yang lebih besar, menjadikannya lebih lentur dan aman digunakan pada struktur yang memerlukan deformasi signifikan sebelum mengalami kegagalan.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa baja ST40 memiliki keunggulan dari sisi kekuatan maksimum yang dapat ditahan, sementara ASTM A36 lebih menonjol dalam hal kemampuan deformasi plastis. Oleh karena itu, baja ST40 lebih sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tinggi dengan sedikit kemampuan deformasi, sedangkan ASTM A36

lebih cocok digunakan pada struktur bangunan umum yang mengutamakan aspek keselamatan melalui deformasi besar sebelum patah.



Gambar 4 curva tegangan regangan

Berdasarkan analisis kurva beban terhadap regangan, baja ST60 menunjukkan bahwa beban puncak tercapai pada 3616 kg saat regangan berada di angka 1,6 mm. Setelah melewati titik tersebut, material mengalami kegagalan pada beban 3214 kg dengan regangan akhir sebesar 2,7 mm. Kurva ini memperlihatkan fase elastis yang curam dan linier di awal, diikuti oleh fase plastis yang relatif singkat sebelum beban menurun secara bertahap hingga spesimen patah. Karakter ini menandakan bahwa baja ST60 termasuk material dengan kekuatan tarik tinggi namun memiliki kemampuan deformasi plastis yang sedang hingga terbatas.

Dengan kata lain, baja ini mampu menahan beban besar, tetapi tidak menunjukkan elastisitas yang tinggi menjelang kegagalan. Jika dibandingkan dengan baja ASTM A36, yang memiliki kekuatan tarik dalam kisaran 400 hingga 550 MPa dan regangan patah minimum sekitar 20–23%, maka terlihat bahwa A36 menawarkan tingkat keuletan yang lebih tinggi serta kelenturan yang lebih baik. Oleh karena itu, ASTM A36 lebih sesuai digunakan pada struktur bangunan yang dirancang untuk mengalami deformasi signifikan sebelum patah, sedangkan ST60 lebih cocok untuk aplikasi yang memprioritaskan kekuatan tinggi namun tidak memerlukan deformasi besar sebelum material mengalami kerusakan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis kurva beban vs regangan pada material baja ST40 dan ST60, dapat disimpulkan bahwa:

1. Baja ST60 memiliki kekuatan tarik maksimum yang lebih tinggi dibandingkan ST40, sehingga lebih unggul dalam hal ketahanan terhadap beban besar.

2. ST40 menunjukkan regangan yang lebih panjang sebelum putus, yang menandakan sifat keuletannya lebih baik dibandingkan ST60.
3. ST60 cenderung lebih getas karena daerah deformasi plastisnya lebih sempit, sedangkan ST40 lebih ulet dan lentur.
4. Pemilihan antara ST40 dan ST60 harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi:
 - a. ST60 cocok untuk struktur dengan beban tinggi namun deformasi minimal.
 - b. ST40 cocok untuk komponen yang memerlukan fleksibilitas dan deformasi lebih besar sebelum patah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Mallomoang, "Rancang Bangun Alat Uji Tarik Serat Berbasis Digital," *Mach. J. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 39–44, 2022, doi: 10.33019/jm.v8i1.2807.
- [2] R. R. Al Wafi, *Rancang Bangun Alat Uji Tarik Dengna Kapasitas Maksimal 1 Ton*. 2018. doi: <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/88391>.
- [3] D. Prabowo, U. S. Jati, and U. P. Hardini, "Simulasi Tegangan (Stress) Pada Komponen Rangka Mesin Uji Tarik Sealent Menggunakan Solidworks," vol. 14, no. 02, pp. 405–412, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i2.1947.
- [4] P. Pandiatmi, I. Okariawan, E. D. Sulistyowati, S. Salman, and I. A. K. C. Adhi, "Pembuatan mesin uji tarik kapasitas kecil: bagian data akuisisi," *Din. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 45–49, 2017, doi: 10.29303/d.v7i1.6.
- [5] D. L. Zariatn, R. M. Kurniawan, and N. Ikhsan, "Pengembangan alat uji tarik dengan beban maksimal 2 kN," *Din. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 2, p. 96, 2021, doi: 10.29303/dtm.v11i2.371.
- [6] G. Feberius, "Pembuatan Alat Uji Tarik Universal Statis Degan Penggerak Servomotor Berkapasitas Maksimum 1Kn," 2018, doi: <https://repository.uma.ac.id/handle/123456789/16974>.
- [7] R. Yulianto and Yandri, "Pembuatan Modifikasi Alat Uji Tarik di Laboratorium Universitas Batam," vol. 9, no. 1, pp. 24–32, 2018, doi: <https://doi.org/10.37776/zm.v9i1.151>.
- [8] Gerson, S. Tri Kismanti, and M. Firdan Nurdin, "Rancang Bangun Mesin Uji Tarik, Tekan, dan Tekuk (Bending) Menggunakan Tenaga Hidrolik," *Artikel*, vol. 2, pp. 1–14, 2023, doi: <https://doi.org/10.35334/bearings.v2i1.3291>.
- [9] P. MALAU, "PERANCANGAN ALAT UJI TARIK UNIVERSAL STATIS DENGAN PENGGERAK SERVOMOTOR BERKAPASITAS MAKSIMUM 1 kN," vol. 44, no. 2, pp. 8–10, 2022, doi: <https://repository.uma.ac.id/handle/123456789/16976>.
- [10] H. Budiman, "Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja St37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell," *J-Ensatec*, vol. 3, no. 01, pp. 9–13, 2016, doi: 10.31949/j-ensatec.v3i01.309.