

## Design of small capacity tensile test machine for low-strength material

Paryana Puspaputra<sup>a,1</sup>, Muhammad Taufiqur Rahman<sup>a</sup>, Arif Rahman Hakim<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

<sup>1</sup>[paryana@uii.ac.id](mailto:paryana@uii.ac.id)

### ABSTRACT

This paper deals with an attempt to develop a small-capacity Tensile Test Machine, especially data acquisition and data storing and displaying. Most machines are designed to test metal and other high-strength materials so that the machines are big-sized, heavy-weight, and installed at fixed locations. Today's trend of using 3D printing for prototyping the model should be supported with proper information on material, which depends on the material and infill parameters used during the prototyping process. This information is important to ensure that the model is properly scaled geometrically and has strength. Concerning those mentioned before, a tensile testing machine is designed for a 1-ton capacity. Control is designed to allow the machine to perform tensile tests and data acquisition. Data can be displayed or transferred in text format. In preliminary development, this machine can be operated, but data acquisition and structure precision should be improved. Moreover, safety-related operation panels and ergonomic design should be provided. This small-capacity machine will increase testing efficiency for low power, simplicity, and lower cost. This machine is also hoped to be used widely in research activity, especially in the development of composite, plastic, and resin-based materials.

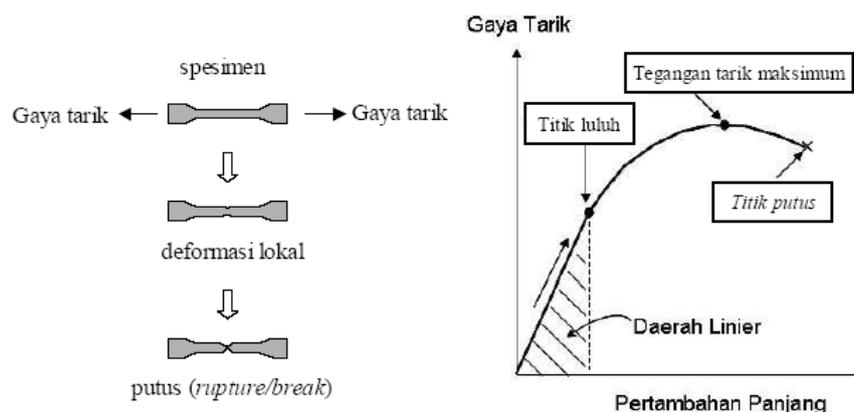
**Keywords:** mini tensile test machine, composite, modelling scale, PLA material

**Received** 30 September 2023; **Presented** 5 October 2023; **Publication** 27 May 2024

### PENDAHULUAN

Informasi mengenai sifat material merupakan hal penting dalam desain. Sifat mekanik yang diperlukan dalam memperkirakan kekuatan struktur biasanya disajikan dengan informasi kekuatan tarik.

Pengujian tarik adalah salah satu jenis pengujian yang umum digunakan untuk mengetahui sifat mekanik dari material. Melalui pengujian tarik akan didapatkan kurva uji tarik yang berisi data kekuatan tarik maksimal (*ultimate tensile strength*), kekuatan mulur (*yield strength*), perpanjangan (*elongation*), dan kelenturan (*elasticity*) [1].



Gambar 1. Keadaan material pada saat mengalami penarikan dan grafik hubungan antara gaya yang diterapkan dan perubahan panjangnya

Perkembangan teknologi material komposit maupun alat purwarupa cepat (*rapid*

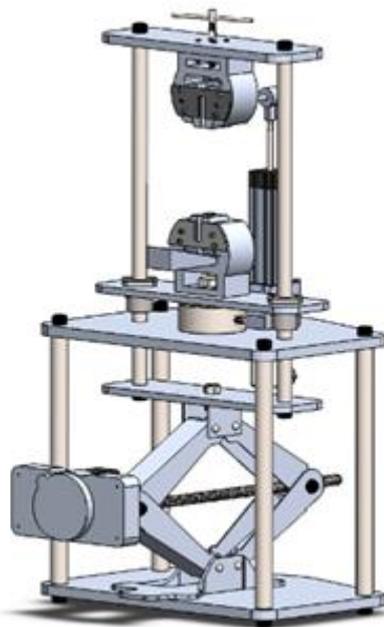
*prototyping*) saat ini banyak menggunakan model yang berukuran kecil,

Material-material yang ada sering dikelompokkan menjadi 4 kelompok besar diantaranya: logam, keramik, polimer, dan komposit [2]. Dewasa ini pengembangan material sangat pesat, proses pengembangan tersebut dilakukan untuk mendapatkan material yang memiliki sifat lebih baik dibanding material yang ada.

Penelitian dan pengembangan material yang berkembang saat ini adalah komposit serat alam. Serat alam sendiri digunakan sebagai alternatif *filler* komposit, hal ini dilakukan karena serat alam memiliki beberapa keunggulan diantaranya

serat alam mudah didapatkan dengan harga murah, mudah diproses dan dapat diuraikan secara biologi. Pengembangan serat alam menjadi komposit didukung dengan banyaknya penelitian yang pernah dilakukan diantaranya: Aplikasi Serat sisal sebagai komposit [3], Pengaruh alkalisasi komposit serat kelapa-poliester [4], dan Penelitian material komposit berpenguat serat alam untuk wadah ikan hidup *portable* [5].

Tingginya potensi pengembangan material yang ada harus bisa sejalan dengan pengembangan pengujian sifat mekanik yang ada.



Gambar 2. Mesin Uji Tarik hasil rancangan

Memperhatikan hal-hal tersebut di atas, maka pengujian menggunakan mesin-mesin berkapasitas besar sebagaimana yang banyak ditemukan di laboratorium material menjadi tidak efektif dan kurang akurat. Hal demikian terjadi karena rentang (*span*) pengujian baik pemanjangan maupun gaya yang diperlukannya besar

Menyadari hal tersebut Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia mencoba mengembangkan alat uji tarik berkapasitas satu ton.

Pada tahap sebelumnya pengembangan mesin uji tarik ini terfokus pada perancangan mekanik baik struktur maupun mekanisme perancangan. Pada tulisan ini akan dibahas mengenai perancangan data akuisisi dari pemilihan sensor hingga penyimpanan dan penyajian data.

Mesin ini dilengkapi dengan peralatan kendali digital sehingga dapat menampilkan grafik hasil uji tarik pada layar digital dan difasilitasi penyimpanan data eksternal.

Mesin uji tarik berkapasitas kecil dengan rentang pengukuran yang lebih kecil, lebar data 10bit tersebut mampu membaca hasil pengujian dengan lebih sensitif, sehingga nilai pengukuran yang diperoleh lebih teliti.

Dengan pengembangan ini diharapkan alat bisa digunakan untuk membantu pengembangan komposit, biomedik, pemodelan struktur sipil atau mekanik, dan sebagainya.

## METODE PENELITIAN

Mesin Uji Tarik sebagaimana terlihat pada Gambar 2 dirancang dengan kekuatan tarik maksimal

1 ton. Peralatan dongkrak ulir dengan kekuatan 2 ton digunakan sebagai penyedia gaya tersebut.

### *Perancangan Struktur*

Kekuatan penyedia gaya menjadi masukan untuk merancang kekuatan struktur. Rancangan ini telah diselesaikan pada penelitian sebelumnya dan telah diuji coba, sehingga tidak dibahas di sini.

### *Peralatan Data Akuisisi*

#### *1. PLC dengan analog I/O*

PLC adalah peralatan kontrol mikroprosesor yang sederhana dan berukuran kecil banyak digunakan pada kantor, rumah-rumah, dan pabrik perangkat ini digunakan sebagai pengontrol perangkat elektronik guna memenuhi tuntutan praktis dalam bidang industri otomasi. PLC menggunakan relay sebagai dasar program kerja suatu sistem rangkaian. Adanya PLC dapat menjadi pengganti dari sistem elektromekanis yang menjadi tumpuan sistem pengendali pada proses kompleks [6].

Penggunaan PLC yang dilengkapi dengan masukan dan luaran analog dimaksudkan agar pengendali dan peralatan data akuisisi berstandar industri agar kehandalan mesin dapat diandalkan.

#### *2. Sensor Regangan*

Untuk mendeteksi perubahan panjang selama penarikan spesimen digunakan KTC 150 mm yang merupakan sensor potensiometer sensor yang memanfaatkan prinsip dasar perubahan nilai hambatan terhadap perubahan panjang [7]. Sensor ini dapat membaca 0 - 150 mm dengan akurasi 0,01 mm. Hasil pembacaan perubahan panjang ini selanjutnya dapat diubah menjadi nilai regangan.

Penetapan sensor dilakukan dengan mempertimbangkan data pengujian dari Maryanti et al., 2011 yang dari penelitiannya didapatkan bahwa komposit serat kelapa dengan alkalisasi 5% memiliki nilai regangan sebesar 0,147%. Dengan asumsi panjang spesimen seperti ASTM D3039 tipe serat searah sebesar 250mm. Dari data tersebut kita dapat memperkirakan jarak yang harus dibaca oleh sensor, dalam pengujian adalah 36,75mm. Dari nilai perkiraan itu dipilih sensor perpindahan resistif Miran KTC-150mm dengan rentang pembacaan 0-150mm dan tingkat kepresisian 0,01mm.

#### *2. Sensor Gaya*

*Load cell* merupakan transduser yang menghasilkan nilai keluaran proporsional terhadap gaya atau beban yang diberikan [8]. Pada *load cell* terdapat transduser yang mengubah regangan menjadi nilai resistansi. Strain gauge adalah transduser yang digunakan di dalam load cell, transduser ini mengubah kekuatan tekan, regangan, berat dan lain-lain menjadi perubahan panjang yang akan mengubah nilai tahanan elektrik yang setelah melalui rangkaian wheatstone dapat dibaca melalui nilai tegangannya [9].

Sensor beban ditentukan dengan mengambil data penelitian Maryanti et al., 2011, dimana dalam penelitiannya komposit serat kelapa memiliki kekuatan tarik mencapai 97.356 N/mm<sup>2</sup>. Dengan asumsi luas spesimen seperti ASTM D3039 tipe serat searah.

Dari nilai itu dapat diperkirakan beban yang perlu dibaca oleh mesin yaitu 146 kgf dan diputuskan menggunakan sensor load cell DYLF-102 dengan rentang pengukuran 0-1000Kg.

#### *4. HMI (Human Machine Interface)*

Perangkat HMI digunakan untuk memudahkan pengguna untuk memberikan perintah pada mesin sebagai alat yang digunakan. Selain itu dengan adanya HMI pengguna lebih mudah dalam melihat data hasil pengujian.

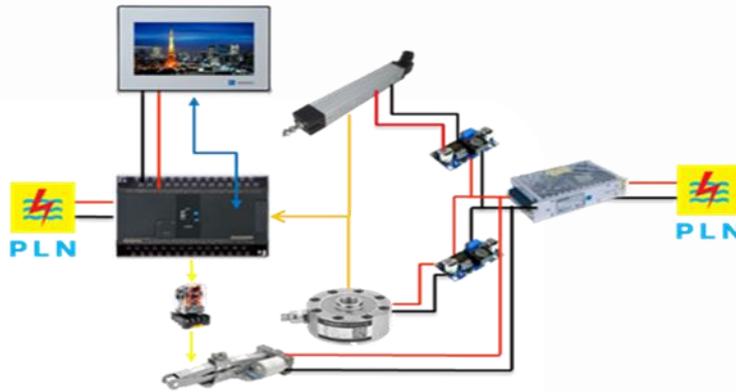
Pemilihan perangkat HMI berdasarkan beberapa aspek diantaranya dapat membaca data yang dikirimkan oleh kontroler (PLC Fuji NAOP40T-31C), dapat memvisualisasi data pengukuran, dan dapat menyimpan pengukuran. Dari uraian tersebut penulis memilih monitouch dari Fuji Electric Hako TS1070S.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

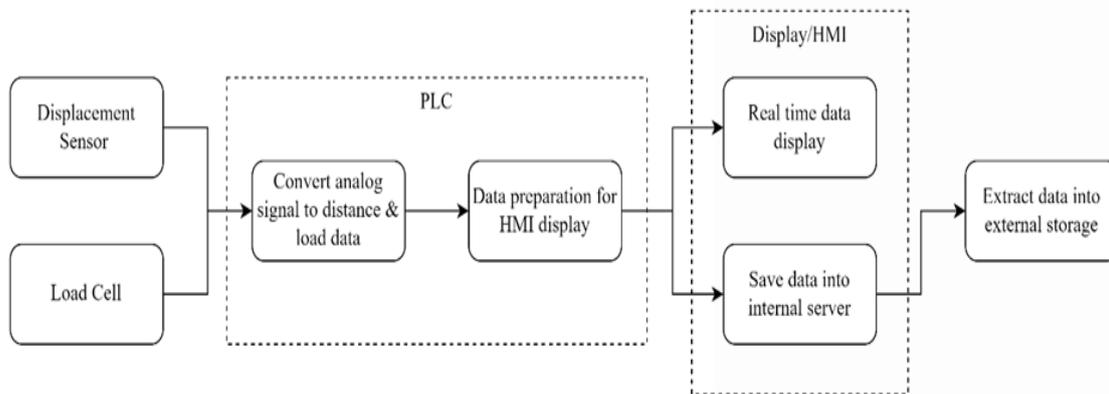
Setelah melalui proses perancangan maka didapatkan skematik rangkaian sistem kendali seperti Gambar 3, sementara Gambar 4 menunjukkan blok diagram sistem kendali dan data akuisisi yang dirancang.

### *PENGUJIAN*

Pengujian sebelum dipasangkan di mesin dilakukan dengan cara mengkalibrasi pembacaan ADC dengan sumber tegangan standar, dalam hal ini baterai dengan menyusunnya secara seri atau paralel. Hasil menunjukkan kesamaan antara nilai yang diukur dengan nilai yang terbaca, sehingga dipastikan bahwa ADC bekerja dengan baik.



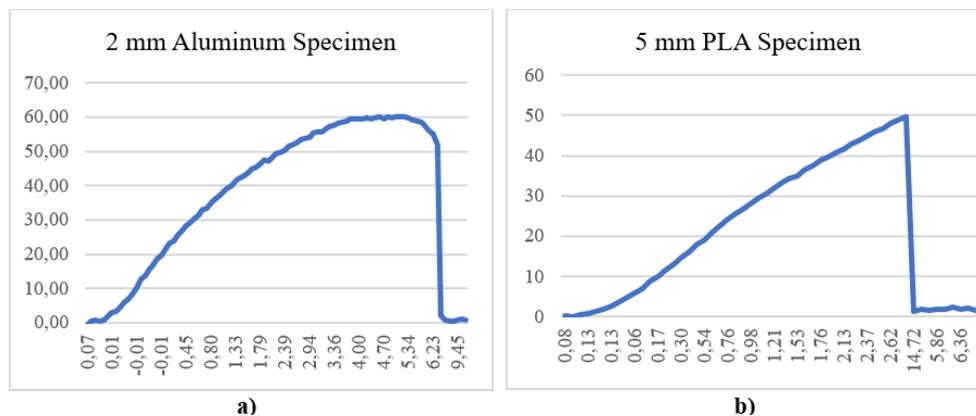
Gambar 3. Data akuisisi, data logging, dan penyajian data



Gambar 4. Diagram blok system kendali dan data akuisisi

Pengujian berikutnya dilakukan dengan memanfaatkan kurva kalibrasi yang didapat pada saat membeli alat baik *load cell* maupun sensor perpindahan sebagai dokumen kelengkapan yang menyertai alat ukur..

Pengujian berikutnya dilakukan dengan cara mengoperasikan alat uji tarik yang dibuat dengan melakukan pengujian spesimen mengikuti standar ASTM D638 ditunjukkan hasilnya pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil pengujian mengacu pada ASTM D638, (a) material aluminium, dan (b) material PLA

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian baik kalibrasi sinyal maupun penggunaan sebagai alat uji dapat disimpulkan bahwa fungsi alat pada sisi pengambilan data sudah dapat diandalkan namun unjuk kerja pendukung seperti gripper sebagai penjepit benda kerja masih perlu diperbaiki.

Mesin uji Tarik dengan ukuran kecil ini juga mampu melakukan penarikan material aluminium hingga putus jika specimen uji mengikuti standar ASTM D638

## SARAN

Pengembangan mesin masih harus terus dilakukan agar bisa menguji tidak hanya Tarik namun juga *bending*, tekan dan sebagainya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan atas dukungan yang dilakukan oleh Program Studi Teknik Mesin - UII yang telah menyokong ide hingga terwujudnya alat uji ini..

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Koswara, H. Budiman, and N. Nandang, "PERANCANGAN MESIN UJI TARIK UNTUK SPESIMEN ALUMINIUM DENGAN KAPASITAS 5 TON," *j-ensitec*, vol. 2, no. 02, May 2016, doi: 10.31949/j-ensitec.v2i02.302.
- [2] W. Hidayat, "KLASIFIKASI DAN SIFAT MATERIAL TEKNIK SERTA PENGUJIAN MATERIAL," INA-Rxiv, preprint, Apr. 2019. doi: 10.31227/osf.io/6bmfu.
- [3] A. S. Tasu, "PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER," Programmable logic controller, p. 6, Dec. 2004.
- [4] E. Syam, "Analisa dan Implementasi Transformasi Analog to Digital Converter (ADC) untuk Mengkonversi Suara Kebentuk Teks," vol. 3, no. 2, p. 7, 2014.
- [5] H. Rahadian and M. A. Heryanto, "Pengembangan Human Machine Interface (HMI) pada Simulator Sortir Bola sebagai Media Pembelajaran Otomasi Industri," JNTE, vol. 9, no. 2, p. 84, Jul. 2020, doi: 10.25077/jnte.v9n2.766.2020.
- [6] M. L. Andaro, "PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER," p. 73, 2008.
- [7] C.-Z. Chen, Y. Cai, T. Fan, and P. He, "Static Characteristics of a Linear Bipotentiometer Sensor," Security and Communication Networks, vol. 2021, pp. 1–9, Jun. 2021, doi: 10.1155/2021/9958652.
- [8] W. S. Pambudi and I. Suhendra, "PERBAIKAN RESPON OUTPUT MENGGUNAKAN IMPLEMENTASI KALMAN FILTER PADA SIMULASI PEMBACAAN SENSOR BEBAN LOAD CELL," p. 10, 2015.
- [9] M. Nanda, "ANALISIS PERBANDINGAN KONVERTER SINYAL ANALOG KE DIGITAL / DIGITAL KE ANALOG ANTARA PERANCANGAN HARDWARE DENGAN SIMULASI," 2018.