

RANCANG BANGUN MESIN UJI TARIK SERAT TUNGGAL BERBASIS MIKROKONTROLLER

Muhammad Arsyad Suyuti¹⁾, Rusdi Nur¹⁾, dan Ahmad Nurul Muttaqin¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea Makassar, 90245
E-mail: muh.assuyuti@poliupg.ac.id

Abstract

Natural fibers are highly suitable for composite materials because they have high tensile strength and are environmentally friendly. One popular way to measure material strength is the tensile test, which uses an axial load force (F). This tensile test requires experimental equipment with high grip and stiffness. The focus of this research is to create a prototype digital tensile testing machine that can help the learning process in the mechanical engineering laboratory of State Polytechnic of Ujung Pandang. This digital strength test uses a strength meter that can be connected to a computer. The research method is carried out through design, which includes design, manufacture and assembly of mechanical components. Automation is carried out after this process by using electronic components to become a digital tensile testing tool. The expected result of this design is the creation of a digital tensile testing tool that has a level of accuracy in measuring the load applied to the fiber. The results of this design show that the digital tensile testing tool has the ability to measure loads up to 0.1 KN.

Keywords: *Natural fibers, design, tensile testing machine, digital, tensile load*

Abstrak

Serat alami sangat cocok untuk material komposit karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan dapat diterima. Salah satu cara yang populer untuk mengukur kekuatan material adalah uji tarik, yang menggunakan beban gaya (F) yang sesumbu. Uji tarik ini membutuhkan alat eksperimen dengan cenggraman dan kekakuan yang tinggi. Fokus penelitian ini adalah untuk membuat prototipe alat uji tarik digital yang dapat membantu proses pembelajaran di laboratorium mekanik jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Uji kekuatan digital ini menggunakan gauge kekuatan yang dapat disambungkan ke komputer. Metode penelitian dilakukan melalui rancang bangun, yang mencakup desain, pembuatan, dan perakitan komponen mekanik. Automasi dilakukan setelah proses tersebut dengan menggunakan komponen elektronik hingga menjadi mesin uji tarik digital. Hasil yang diharapkan dari rancang bangun ini adalah pembuatan alat uji tarik digital yang memiliki tingkat keakuratan dalam mengukur beban yang diberikan pada serat. Hasil rancang bangun ini menunjukkan bahwa alat uji tarik digital tersebut memiliki kemampuan untuk mengukur beban hingga 0,1 KN.

Kata Kunci: *Serat alami, rancang bangun, mesin uji tarik, digital, beban tarik.*

PENDAHULUAN

Serat adalah bahan baku yang sangat penting dalam industri manufaktur, terutama dalam pembuatan material komposit, kertas, tekstil, dan tali. Karena kekuatan tingginya, serat sangat cocok untuk komposit. Selain itu, pengembangan komposit melibatkan

pengembangan komposit sintetis dan serat alami yang diperkuat. Seperti yang dinyatakan oleh Muhammad Arsyad Suyuti (Arsyad dkk., 2019), komposit serat alam saat ini digunakan dalam jumlah yang signifikan karena mereka dapat terdegradasi secara alami (Reza Hanovatias & Mahyudin, 2023). Selain itu, mereka lebih murah daripada serat gelas dan lebih ramah lingkungan (Rafiq Yanhar & Siagian, 2023). Dibandingkan dengan serat sintetis yang berasal dari petrokimia, komposit serat alami memiliki dampak negatif lingkungan yang lebih rendah dan lebih mudah didaur ulang. Serat alami juga lebih murah daripada kaca, yang merupakan keuntungan tambahan. Serat alami, seperti abaka, jerami, bambu, ijuk, pisang, kenaf, rosella, nanas, sabut kelapa, dan jenis serat alami lainnya, telah digunakan sebagai bahan baru (Aji, 2020; Novianto dkk., 2021).

Uji tarik, metode yang paling umum untuk menguji kekuatan material, melibatkan memberikan beban gaya tarik pada bahan searah sumbunya. Metode ini memberikan informasi penting tentang kekuatan material, termasuk serat komposit (Gea, 2022; Nilimaa & Nilforoush, 2023; Putra dkk., 2019). Alat uji tarik saat ini yang tersedia masih belum mampu menampilkan data pengujian secara digital. Menurut penelitian sebelumnya terdapat banyak komponen atau sistem memerlukan pengembangan untuk dihasilkan alat uji tarik serat berbasis digital (Mukhlis dkk., 2022). Tujuan penambahan tiang penumpu pada konstruksi sebagai penguat pilar rangka adalah untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas konstruksi alat dengan menambah fan blower exhaust dan lubang ventilasi udara pada kotak sistem penggerak dan sistem kontrol elektronik, sehingga suhu kotak tetap stabil dan komponen elektronik tidak rusak karena panas berlebih.

Selain itu, peningkatan panel operasi alat dengan penambahan tombol yang lebih khusus, seperti tombol stop yang menampilkan indikator warna merah, tombol pengaturan gripper yang bergerak ke atas dan ke bawah untuk gerakan cepat, dan tombol operasi kecepatan 1 mm/menit untuk gerakan lambat, meningkatkan kontrol alat uji tarik. Adanya saklar on/off memudahkan pengguna mengontrol pasokan daya alat. Sebelumnya, kabel daya dihubungkan langsung ke sumber listrik satu fasa. Perluasan ruang kotak sistem penggerak dan sistem kontrol, bersama dengan penambahan tulangan dari besi siku pada pelat dinding bagian atas, mempermudah perbaikan dan perbaikan alat, serta mengurangi getaran selama pengoperasian alat.

Diharapkan bahwa alat uji tarik serat berbasis digital yang lebih canggih, efektif, dan handal untuk menguji material serat komposit akan dibuat dengan menggabungkan

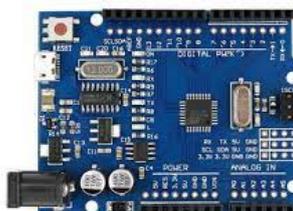
penemuan sebelumnya oleh Mukhlis (Mukhlis dkk., 2022). Penciptaan alat ini akan menjadi kemajuan dalam memenuhi kebutuhan pengujian yang akurat dan efektif dalam industri manufaktur, dan juga akan membantu mengembangkan material komposit berbasis serat alami yang ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain konsep rancangan menggunakan Autodesk Fusion 360 (Tutorial Books, 2021; Verma & Malik, 2018), pengecekan material, pembuatan dan perakitan komponen, uji coba serat tunggal, dan analisis hasil pengujian. Tahapan-tahapan ini mencakup desain komponen alat uji tarik, pemilihan serat yang tepat, pembuatan dan perakitan komponen, uji coba serat tunggal, dan evaluasi hasil pengujian. Diharapkan bahwa metode ini akan memungkinkan pengembangan alat uji tarik serat berbasis digital yang akurat dan efisien untuk menguji material serat komposit.

Alat dan bahan

Rancang bangun Alat Uji Tarik Serat Tunggal Digital membutuhkan banyak alat dan bahan. Semua bahan yang dibutuhkan termasuk tombol empat buah, besi siku, baut dan mur, ring mur, double tape foam, power supply, adaptor 24V, motor stepper, driver motor stepper, poros fleksibel kopling, dan mikrokontroler Arduino Uno.



Gambar 1. Arduino Uno (Saghoa & Tulung, 2018).



Gambar 2. Force Gauge (Santana dkk., 2017).

Berbagai peralatan juga digunakan selama proses pembuatan alat ini. Mesin bor tangan, mesin bor duduk, mesin las, gerinda, ragum, mistar siku, palu karet, jangka sorong, penggaris, clamp C, tipe X, kikir, palu besi, penitik, penggores, elektroda, kunci pas, tang, mata bor, dan kompresor adalah beberapa peralatan yang digunakan.



Gambar 3. Bor Tangan (Nofriadiman dkk., 2022).

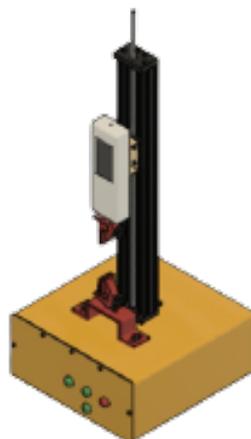
Diharapkan dapat menyelesaikan rancang bangun Alat Uji Tarik Serat Tunggal Digital dengan efisien dan memenuhi kebutuhan pengujian yang diinginkan dengan menggunakan bahan, alat, dan peralatan yang sesuai.

Tahap Perancangan

Setelah menetapkan konsep rancangan Alat Uji Tarik Serat Tunggal Digital, langkah berikutnya adalah merancang komponen dan subkomponen alat ini. Dalam proses perancangan komponen ini, beberapa hal utama yang perlu diperhatikan dan dijalankan termasuk:

1. Pembuatan Sketsa atau Gambar: Tahap awal dalam perancangan adalah pembuatan sketsa atau gambar rancangan Alat Uji Tarik Serat Tunggal Digital. Ini dilakukan melalui perangkat lunak seperti Autodesk Fusion 360. Dalam tahap ini, desain alat secara visual direpresentasikan dengan menggunakan perangkat lunak tersebut.
2. Perhitungan Komponen: Selanjutnya, perlu dilakukan perhitungan komponen alat serta pengecekan kelayakan alat melalui perhitungan komponen yang akan digunakan, baik yang akan dibuat secara khusus maupun yang akan dibeli. Perhitungan ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen yang digunakan sesuai dengan kebutuhan dan memiliki kemampuan memenuhi persyaratan dalam proses uji tarik serat tunggal. Misalnya, perhitungan kekuatan dan dimensi komponen seperti pelat baja, besi siku, baut, dan mur dilakukan untuk memastikan keandalan dan kekuatan struktur alat.

Dengan memperhatikan aspek-aspek ini dalam perancangan, diharapkan dapat menghasilkan Alat Uji Tarik Serat Tunggal Digital yang memenuhi persyaratan desain dan kelayakan. Pendekatan yang hati-hati dalam merancang komponen alat ini sangat penting untuk memastikan bahwa alat ini dapat berfungsi dengan baik dalam menguji tarik serat tunggal.



Gambar 4. Final Desain

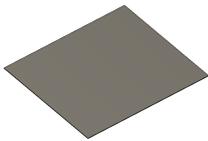
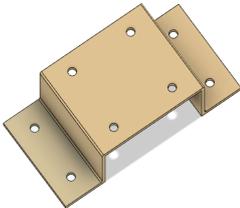
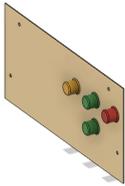
Tahap Perancangan

Proses pembuatan dimulai setelah proses perancangan selesai. Untuk membuat Alat Uji Tarik Serat Tunggal Digital ini, Anda harus memperhatikan prosedur atau langkah-langkah baik dari perancangan yang akan dibuat. Untuk memudahkan proses perakitan, pembuatan dilakukan sesuai dengan kelompok pengerjaan dari masing-masing komponen. Proses pembuatan Alat Uji Tarik Serat Tunggal Digital terdiri dari sejumlah komponen, seperti pada Tabel 1:

Tabel 1.

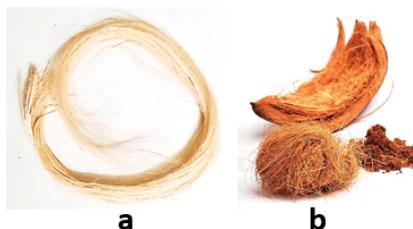
Proses pembuatan komponen alat uji tarik serat tunggal digital.

No	Nama komponen	Alat & Bahan	Proses Pembuatan
1	Rangka	Alat : mesin las listrik, mesin pemotong, mesin gerinda, mesin bending, mesin bor, mistar siku, mistar baja, penggores, meteran. Bahan : besi pelat 2 mm, elektroda	Rangka dibuat dari Pelat baja dan Baja St37. Dalam pembuatan rangka, bahan dipotong sesuai dengan ukuran dan dipotong menggunakan mesin pemotong kemudian di bending sesuai ukuran yang telah dirancang. Setelah itu beberapa bagian dari pelat di bor sebagai penghubung dengan komponen yang lain.
2	Braket Motor Stepper	Alat : mesin las, gerinda tangan, kikir, mistar siku, mesin bor, tipe X, ragum, palu karet. Bahan besi pelat 2.5 mm, elektroda, baut dan mur, ring mur, mata bor	Braket motor stepper dibuat menggunakan pelat sesuai ukuran. Pelat dibending dengan dijepit pada ragum sampai terbentuk sudut 90°. Selanjutnya dilubang dengan bor sesuai ukurannya pada gambar kerja

No	Nama komponen	Alat & Bahan	Proses Pembuatan
3	Panel Bawah 	Alat : Gerinda tangan, kikir, mistar siku, meter ukur, tipe X, clamp C. Bahan: Besi pelat 2 mm	Panel bawah terbuat dari pelat baja dengan tebal 2 mm. Pelat diukur kemudian dipotong sesuai ukuran yang telah ditentukan pada gambar kerja.
4	Dudukan Gripper 	Alat : gerinda tangan, mesin frais, mistar siku, ragum, palu karet. Bahan : besi pelat 4 mm	Dudukan gripper ini dibuat dari pelat baja dengan tebal 4 mm. dibuat berbentuk U flens, kedua ujung sisi dilubang dengan proses frais sebagai tempat pengikatan baut pada box. Sedang bagian tengah lubang difrais untuk lubang baut pengikat gripper.
5	Braket Force Gauge 	Alat : gerinda tangan, mesin bor, mesin las, mistar siku, ragum, palu karet. Bahan : besi pelat 2,5 mm, mata bor	Braket force gauge ini dibuat menggunakan pelat baja dengan ketebalan 2.5 mm sesuai gambar kerja. Pelat dipotong berbentuk persegi panjang. Kemudian dibending membentuk profil U flens. Selanjutnya dilubang dengan cara dibor.
6	Penutup Depan Box 	Alat : Gerinda tangan, mesin bor, mistar siku, clamp C, palu karet. Bahan : besi pelat 2 mm, mata bor	Penutup depan box dibuat menggunakan pelat baja dengan tebal 2 mm. Pelat ini dipotong berbentuk persegi panjang dengan ukuran yang sudah ditentukan. Kemudian pelat di bor di 4 bagian sebagai tempat terpasangnya tombol.

Prosedur Pengujian

Untuk pengujian alat ini, serat kelapa dan serat lidah mertua digunakan, dengan sampel 10 untuk masing-masing jenis serat. Tujuan pengujian adalah untuk mengukur gaya tarik (F) dalam satuan N atau Kgf. Serat yang diuji ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4 Ilustrasi Serat Alam: (a) Bentuk serat lidah mertua dan (b) Serat kelapa

Pelaksanaan Pengujian

Untuk melakukan uji coba dengan alat ini, spesimen uji diletakkan pada gripper pencekam dan dikencangkan. Setelah itu, gunting sisi samping karton. Kemudian, proses

pengujian dimulai pada alat uji tarik. Salah satu cara untuk menjalankan uji coba alat uji tarik adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Proses Pengujian

Kekuatan tarik serat yang akan diuji diukur melalui pengujian dan pengumpulan data. Untuk melakukan pengujian, pertama-tama hubungkan kabel ke sumber listrik. Kemudian, sambungkan kabel ke gauge kekuatan ke komputer atau laptop yang telah diinstal aplikasi untuk melihat tekanan yang diberikan pada spesimen. Kemudian, letakkan spesimen pada gripper. Setelah spesimen terpasang, gunting kertas di sisi kiri dan kanan agar tidak memberikan tekanan selama pengujian. Terakhir, tekan tombol On pada On/Off Button.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancang Bangun

Hasil dari proses perancangan dan pembuatan, yang dimulai dari desain dan berakhir pada tahap akhir proses perakitan, ditunjukkan pada gambar di bawah ini, di mana alat uji tarik serat digunakan.



Gambar 6. Hasil Pembuatan Alat Uji Tarik Digital

Data Pengujian Bahan Serat

Tabel 2 dan 3 menunjukkan hasil pengujian dan perhitungan bahan serat setelah pengujian tarik pada serat.

Tabel 2.
Hasil Uji Tarik Pada Bahan Serat Lidah Mertua

Kode Spesimen	Diameter Serat (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Gaya Tarik (N)	Tegangan Tarik (MPa)
SL1	0,07	0,004	2,10	497,45
SL2	0,09	0,006	2,30	361,72
SL3	0,09	0,006	1,30	220,48
SL4	0,06	0,003	1,90	603,42
SL5	0,13	0,013	5,60	422,12

Tabel 3.
Hasil Uji Tarik Pada Bahan Serat Kelapa

Kode Spesimen	Diameter Serat (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Gaya Tarik (N)	Tegangan Tarik (MPa)
SK1	0,37	0,106	10,90	103,28
SK2	0,33	0,084	7,10	84,76
SK3	0,39	0,117	6,60	56,23
SK4	0,48	0,181	9,10	50,31
SK5	0,56	0,246	19,00	77,18

KESIMPULAN

Hasil dari proses rancang bangun alat uji tarik serat tunggal adalah prototype mesin uji tarik serat tunggal digital berbasis mikrokontroler dengan spesifikasi: dimensi: 450 x 398 x 182 mm, kapasitas sampel: 35 x 11 x 245 mm, mikrokontroler, arduino uno, force gauge, motor stepper 100 N, tegangan listrik 220 V, kecepatan tarik 1 mm/menit. Hasil uji fungsi mesin uji tarik serat pada serat lidah mertua diperoleh kekuatan tarik rata-rata 421.038 MPa dan serat kelapa kekuatan tarik rata-ratanya 74.352 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Moh. H. (2020). *Analisa Sifat Mekanik Pada Komposit Matrik Polyester Dengan Penguat Serat Pohon Pepaya*.
- Arsyad, M., Ritto, J., Rachman, A., Lestari, D. R. A., & Palembang, E. (2019). Rancang Bangun Alat Uji Tarik Serat Alam. *Jurnal Sinergi Jurusan Teknik Mesin*, 17(1), 65. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v17i1.1594>

- Gea, F. (2022). *Pembuatan Alat Uji Tarik Universal Statis Dengan Penggerak Servomotor Berkapasitas Maksimum 1 kN*.
- Mukhlis, M., Latif, L. A., & Suyuti, M. A. (2022). Rancang Bangun Alat Uji Tarik Serat Berbasis Digital. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1).
- Nilimaa, J., & Nilforoush, R. (2023). A Direct Tensile Strength Testing Method for Concrete from Existing Structures. *CivilEng*, 4(1), 333–344. <https://doi.org/10.3390/civileng4010019>
- Nofriadiman, Ernita, T., & Sandro. (2022). Perancangan Alat Pencuci Tangan Sistem Pedal Praktis. *Jurnal Teknik dan Teknologi Tepat Guna*, 1(1), 1–6.
- Novianto, Moh. R., Olivia, M., & Wibisono, G. (2021). Kuat Tekan Beton Blended Abu Terbang Dengan Tambahan Serat Nanas. *Jom FTEKNIK*, 8(2), 1–6.
- Nur, R., & Suyuti, M. A. (2018). *Perancangan mesin-mesin industri*. Deepublish.
- Putra, W. T., Winangun, K., & Fadelan. (2019). Analisa Kekuatan Tarik Seng Galvanis Terhadap Beban Yang Di Berikan. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 1–7.
- Rafiq Yanhar, M., & Siagian, P. (2023). *Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Serat Kayu Mahoni Tanpa Pengaruh Alkali*. 4(2).
- Reza Hanovatias, Y., & Mahyudin, A. (2023). *Karakterisasi Sifat Mekanik dan Biodegradable Komposit Hibrid Polipropilena dengan Pati Singkong Menggunakan Serat Pinang dan Serat Eceng Gondok*. 12(3), 459–465. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.3.459-465.2023>
- Saghoa, Y. C., & Tulung, N. M. (2018). Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 1–8.
- Santana, W., Thahar, B., Mardiaty, E., & Salim, J. (2017). The effect of alcohol-containing mouthwash and alcohol-free mouthwash towards the power chains force decay. *Padjadjaran Journal of Dentistry*, 29(3). <https://doi.org/10.24198/pjd.vol29no3.14476>
- Suyuti, M. A., Nur, R., & Iswar, M. (2019). *Perancangan Alat Proses Tekuk (Teori Dan Aplikasi)*. Deepublish.
- Tutorial Books. (2021). *Autodesk Fusion 360 For Beginners June 2*.
- Verma, G., & Malik, S. (2018). *Autodesk Fusion 360 Black Book*.