

## Peningkatan Kemampuan Software Pada Alat Uji Puntir Logam

Izzi Rohmatulloh<sup>1\*</sup>, Muhamad Fitri<sup>1)</sup>,

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin, Universitas Mercubuana

\*e-mail: [41316310021@student.mercubuana.ac.id](mailto:41316310021@student.mercubuana.ac.id)

### ABSTRAK

Pengujian sifat material pada baja dan komposit sangat dibutuhkan untuk mengetahui sifat material yang digunakan. Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat material yaitu metode pengujian puntir. Dalam penggunaannya, alat uji puntir juga dilihat dari aspek kemudahan dalam pengoperasiannya. Untuk meningkatkan kemudahan penggunaan serta fleksibilitasnya, alat uji puntir perlu dimodifikasi dengan menggunakan 1 program yang dapat digunakan baik untuk material baja maupun komposit. Dalam penelitian ini, modifikasi program dibuat dengan perangkat lunak untuk dapat menampilkan data secara *realtime* grafik tegangan geser, regangan geser, torsi, dan sudut puntirnya. Input data dari program ini menggunakan sensor *load cell* dan *rotary encoder* yang akan mencatat berat dan sudut putarnya, dan motor listrik sebagai penggerak *spindle* yang akan memuntir spesimen sampai putus. Data yang didapat oleh sensor selanjutnya diproses menggunakan mikrokontroler Arduino Mega dan diolah pada Microsoft Visual #C untuk ditampilkan datanya. *Output* data yang didapat pada perangkat lunak disimpan dengan format \*.csv untuk data dan \*.png untuk dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Pengujian puntir spesimen dengan perangkat lunak ini dilakukan pada material ST37 yang memiliki dimensi sama dan spesimen yang diuji berjumlah 3 pcs agar menghasilkan *trendline* grafik data yang stabil. Diperoleh hasil bahwa pengujian sistem *control loadcell* dengan membandingkan antara berat aktual dan berat yang dibaca load cell pada monitor menghasilkan data *error* dengan nilai rata-rata sebesar 0,5%. Sementara pengujian sistem *control rotary encoder* dengan membandingkan jumlah pulsa dengan sudut aktual menghasilkan pembacaan *rotary encoder* pada monitor yang mencapai 0,15°.

**Kata kunci :** *arduino mega; microsoft visual c#; modifikasi program; pengujian puntir.*

### ABSTRACT

*Testing the material properties of steel and composites is needed to determine the properties of the material used. One of the tests used to determine the material's properties is the torsion test method. In its use, torsion test equipment is also seen from the ease of operation. The torsion tester needs to be modified To increase the ease of use and flexibility by using one program that can be used for both steel and composite materials. In this study, software modifications were made to display data in real-time on the graphs of shear stress, shear strain, torque and twist angle. Data input from this program uses a load cell sensor and rotary encoder, which will record the weight and grade of rotation, and an electric motor as the spindle drive, which will twist the specimen until it breaks. The data obtained by the sensor is then processed using the Arduino Mega microcontroller and processed in Microsoft Visual # C to display the data. The output data obtained from the software is stored in \*.csv format for data and \*.png for display in graphical form. Testing of specimen torsion with this software is carried out on ST37 material, which has the exact dimensions. The number of specimens tested is three pcs to produce a stable trendline data graph. The result is that testing the load cell control system by comparing the actual weight and the weight read by the load cell on the monitor produces error data with an average value of 0.5%. While testing the rotary encoder control system by comparing the number of pulses with the actual angle, the rotary encoder reading on the monitor reaches 0.15°.*

**Keywords :** *arduino mega; microsoft visual c#; program modification; torsion testing.*

### PENDAHULUAN

Di perkembangan jaman sekarang ini kebutuhan terhadap penggunaan material logam dan komposit semakin berkembang. Untuk mendapatkan kualitas

yang diinginkan serta mencegah kegagalan dalam penggunaannya, maka perlu dilakukan beberapa pengujian material (Wawandaru & Fitri, 2017).

Industri baja sebagai industri strategis menghasilkan bahan baku penting bagi infrastruktur

(gedung, jalan, jembatan, jaringan listrik serta telekomunikasi), produksi barang modal (mesin pabrik, material pendukung serta suku cadangnya), alat transportasi (kapal laut, kereta api dan relnya) hingga produksi senjata. Pengujian mekanik material pada baja sangat dibutuhkan untuk mengetahui spesifikasi dan sifat dari baja yang digunakan.

Secara umum sifat mekanis material sangat diperlukan untuk material yang digunakan untuk material struktur yang menahan beban (Fitri, Mahzan, & Hidayat, 2021) (Nurato & Fitri, 2019). Itulah mengapa penelitian tentang sifat mekanis banyak dilakukan oleh peneliti baik pada material Baja (Fitri et al., 2019) (Fitri, 2020), maupun juga pada material komposit (Zaleha et al., 2017) (Fitri & Mahzan, 2016) (Fitri & Mahzan, 2018) (Mahzan et al., 2017). Saat ini penggunaan material komposit semakin meluas menggantikan material logam (Fitri & Mahzan, 2020) (Fitri & Mahzan, 2020) (Fitri, Susilo, et al., 2021). Misalnya saja material komposit polimer yang hampir menggantikan komponen-komponen automotive mulai dari interior, dashboard, Setir, bumper dan sebagainya (Fitri, Mahzan, & Anggara, 2021) .

Salah satu pengujian untuk mengetahui sifat mekanik dan karakteristik material adalah dengan metode pengujian puntir. Uji puntir merupakan salah satu pengujian logam khususnya digunakan untuk menguji baja-baja untuk perkakas,. Uji puntir sangat bermanfaat untuk berbagai penggunaan dibidang teknik. Pada era industrialisasi saat ini uji puntir banyak digunakan dalam bidang kontruksi mesin, penggunaan alat uji puntir ini disebabkan makin meluasnya penggunaan matrial logam dan komposit dan semakin kompleks nya paduan-paduan yang diberikan sehingga menghasilkan bahan yang lebih kuat dan semakin ringan.

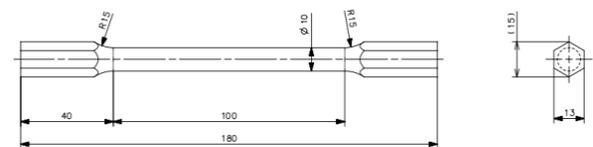
Uji puntir memberikan hasil pengukuran yang mendasar mengenai plastisitas suatu logam dibandingkan uji tarik. Untuk benda puntir langsung menghasilkan kurva tengangan geser-regangan geser. Suatu harga regangan yang besar dapat diperoleh dari uji puntir, tanpa menimbulkan keruwetan, misalnya pengecilan penampang karena tarikan atau pembengkakan (*barreling*) karena tekanan akibat gesekan pada benda uji. Selain itu pada puntiran, pengujian pada laju regangan konstan atau laju regangan tinggi dapat dilakukan lebih mudah. Namun pada umumnya, alat uji puntir yang ada pada saat ini belum fleksibel dikarenakan program yang digunakan masih harus di *install* ulang berdasarkan material yang digunakan antara bahan logam dan komposit .

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam

proses pengujian. Diantaranya adalah spesimen yang dipuntir harus dengan kecepatan putaran yang stabil. Sementara alat uji puntir yang ada masih menggunakan putaran manual dengan *handle*. Hal ini tentunya sangat sulit untuk menjaga keakuratan hasil pengujian. Karenanya alat uji ini perlu dimodifikasi dengan penambahan motor sebagai penggerak untuk mengatasi masalah di atas. Setelah dimodifikasi, tentunya *software* perlu disesuaikan serta dibuat lebih praktis, sehingga tidak perlu mengganti *software* setiap kali menguji material yang berbeda. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan modifikasi program agar 1 program bisa digunakan pada 2 jenis material tanpa harus meng-*install* ulang setiap kali mengganti material, yaitu antara material komposit dan material *steel*.

**METODE PENGUJIAN ALAT UJI PUNTIR TERDAHULU**

Alat uji puntir yang ada di Laboratorium Material Universitas Mercubuana menggunakan metode pengujian standar ASTM E-143, *Standart Test Method for Shear Modulus at Room Temperatures* (ASTM International, 2020) untuk menentukan modulus geser suatu material (F. Kurniawan & Anggara, 2020) (I. Kurniawan et al., 2018). Dalam penelitian ini, bahan spesimen yang digunakan dalam uji puntir untuk mengetahui kestabilan dari pembacaan data yaitu material ST37 dengan dimensi seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Ukuran spesimen standar ASTM E-143

Material yang digunakan memiliki tegangan tarik spesimen ( $\sigma_s$ ) sebesar 500 MPa, diameter spesimen ( $D_s$ ) sebesar 10 mm, panjang spesimen ( $L_s$ ) sebesar 100 mm dan tegangan geser spesimen sebesar  $60\% \times \sigma_s$  yaitu 300 MPa. Sehingga torsi spesimen dapat ditentukan dari persamaan (Fitri, 2020) berikut ini:

$$T_s = \frac{\pi}{6} \times \tau_s \times D_s^3 \dots\dots (1)$$

$$T_s = \frac{3.14}{6} \times 300 \times 10^3$$

$$T_s = 58,875 \text{ N.mm}$$

Dimana:

- $T_S$  = Torsi Spesimen (N.mm).
- $\tau_S$  = Tegangan Geser Spesimen (MPa).
- $D_S$  = Diameter Spesimen (mm).

Untuk faktor keamanan mesin (SF) ditentukan sebesar 2, sehingga torsi maksimum ( $T_m$ ) yang direncanakan untuk mematahkan spesimen tersebut dapat ditentukan dari persamaan berikut ini :

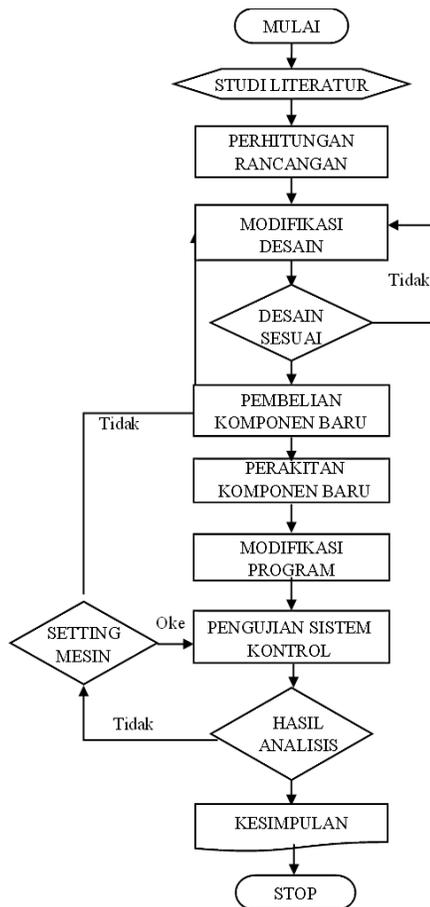
$$T_m = T_S \times S_F \quad \dots\dots (2)$$

$$T_m = 58.875 \times 2$$

$$T_m = 117.750 \text{ N.mm}$$

Dimana:

- $T_m$  = Torsi Maksimum (N.mm).
- $S_f$  = Safety Faktor



Gambar 2. Diagram alir modifikasi alat uji puntir

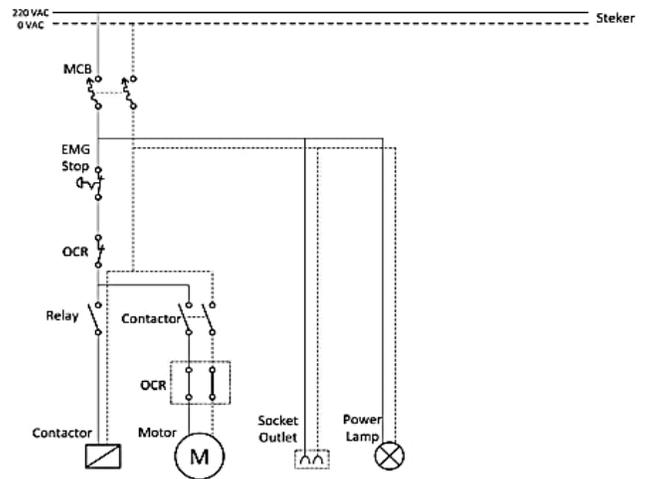
**METODOLOGI PELAKSANAAN**

Diagram alir proses modifikasi alat uji puntir memiliki sebelas proses seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

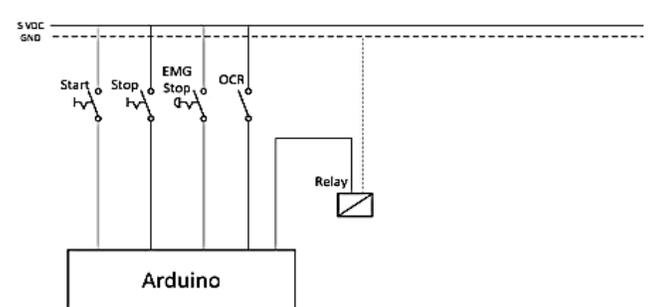
**Perancangan Perangkat Keras**

Motor digunakan untuk merubah putaran *handle* yang semula menggunakan tangan secara manual kemudian diganti dengan putaran motor secara otomatis. Detail lengkap rangkaian motor yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.

**Rangkaian Motor**



**Rangkaian ke Arduino**



Gambar 3. Rangkaian motor yang digunakan

Dari Gambar 3 dapat dilihat motor sebagai penggerak mendapat masukan dari tombol *start*, *stop* dan *emergency*.

**Alat Yang Digunakan**

Untuk proses modifikasi desain alat uji puntir, digunakan alat yang memiliki spesifikasi seperti dirangkum pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Alat dan Spesifikasi Digunakan

Nama Alat	Spesifikasi
Personal Komputer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lenovo</li> <li>Intel(R) Core(TM) i7-8550U CPU @1,89 GHz (8CPUs), ~20 GHz, RAM 12 GB</li> </ul>
Software	Arduino IDE

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. PENGUJIAN SISTEM PENGGERAK**

**1. Pengujian Rangkaian Tombol**

Berdasarkan hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa tombol telah berfungsi dengan baik terlihat saat tombol dalam kondisi OFF atau tidak di tekan status di serial monitor (0) dan saat tombol dalam kondisi ON atau di tekan status di serial monitor berubah menjadi (1).

**2. Pengujian Rangkaian Motor**

Pengujian rangkaian motor ini bertujuan untuk memastikan apakah motor berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya. Dalam melakukan pengujian ini perlu diperhatikan apakah rangkaian elektrik sudah terpasang dengan benar. Program yang akan dijalankan terdapat 3 input yaitu tombol *start*, *stop* dan *emergency*. Tombol *start* berfungsi untuk menjalankan putaran motor. Adapun tombol *stop* berfungsi menghentikan putaran motor dan tombol *emergency* berfungsi untuk menghentikan putaran motor dalam keadaan darurat agar menjaga keamanan saat putaran motor dalam kondisi yang tidak normal.

**B. PENGUJIAN SISTEM CONTROL**

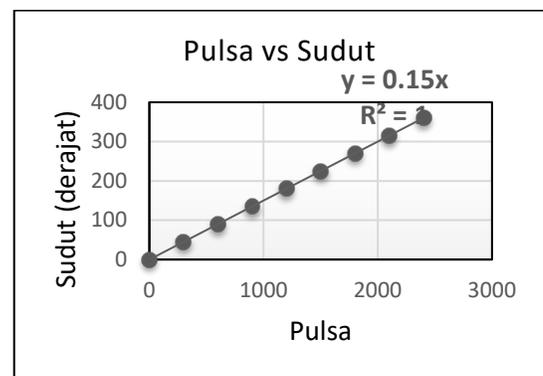
**1. Pengujian Rangkaian Arduino Mega**

Berdasarkan hasil pengujian arduino mega diperoleh hasil bahwa program dapat *ter-compile* dan

*ter-upload* dengan baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengujian arduino mega dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk pengujian selanjutnya.

**2. Kalibrasi Sensor Rotary Encoder**

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan nilai koefisien determinasi atau  $R^2 = 1$ , yang artinya perbandingan antara pulsa dan sudut sama besarnya atau berbanding lurus. Untuk fungsi  $y = 0,15x$  memiliki arti bahwa setiap 1 pulsa menghasilkan sudut sebesar  $0,15^\circ$ . Sehingga untuk perbandingan antara program *rotary encoder* dan perhitungan manual sudah sama.



**Gambar 4.** Grafik pengujian *rotary encoder*

**2. Kalibrasi Sensor Load Cell**

Berdasarkan hasil percobaan didapatkan *error* dengan nilai rata-rata sebesar 0,5% seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dengan akurasi tersebut maka *load cell* sudah dapat disimpulkan layak digunakan.

**Tabel 2.** Hasil Kalibrasi Sensor *Load Cell*

No.	Berat Aktual [kg]	Berat Pembacaan [kg]	Error [%]
1	0,674	0,672	0,3
2	0,677	0,672	0,8
3	0,701	0,697	0,5
4	0,702	0,699	0,4
Rata-Rata			0,5

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Otomatisasi sistem penggerak yang dibuat dengan penambahan motor dapat berjalan dengan baik dan putaran yang dihasilkan lebih konstant 2 rpm. Pengembangan sistem penggerak dengan penambahan program arduino dengan input tombol pengendali berjalan dengan baik, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan saat digunakan.

Pengujian sistem *control loadcell* dengan membandingkan antara berat aktual dan berat yang dibaca load cell pada monitor menghasilkan data *error* dengan nilai rata-rata sebesar 0,5%. Sementara pengujian sistem *control rotary encoder* dengan membandingkan jumlah pulsa dengan sudut aktual menghasilkan pembacaan *rotary encoder* pada monitor yang mencapai 0,15°.

### B. SARAN

Untuk perbaikan maka penelitian selanjutnya disarankan agar sistem dapat ditambahkan mini-PC, monitor dan printer tersendiri agar proses pengujian bisa lebih mudah tidak tergantung dengan laptop tertentu. Selain itu juga dapat ditambahkan kamera sehingga proses pengujian dapat ditampilkan ke monitor dan dapat selanjutnya disimpan dengan format \*mp4. Untuk sistem chucking dapat dibuat otomatis dengan hidrolik agar proses lebih efisien.

## REFERENSI

- ASTM International. (2020). Standard Test Method for Shear Modulus at Room Temperature. *ASTM E143-20*.
- Fitri, M. (2020). Pengaruh Beban Lentur Pada Poros Stainless Steel Terhadap Siklus Kegagalan Fatik. *Jurnal Teknik Mesin*, 09(3), 149–155.
- Fitri, M., & Mahzan, S. (2016). The Effect of Fibre Content, Fibre Size and Alkali Treatment to Charpy Impact Resistance Of Oil Palm Fibre Reinforced Composite Material. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 160(1).
- Fitri, M., & Mahzan, S. (2018). Influence Of Coupling Agent And Fibre Treatment To Mechanical Properties Of Oil Palm Fibre Reinforced Polymer Matrix Composite. *Journal of Mechanical Engineering*, 5(Specialissue 4), 223–232.
- Fitri, M., & Mahzan, S. (2020). The Regression Models of Impact Strength of Coir Coconut Fiber Reinforced Resin Matrix Composite Materials. *International Journal of Advanced Technology in Mechanical, Mechatronics and Materials*, 1(1), 32–38.
- Fitri, M., Mahzan, S., & Anggara, F. (2021). The Mechanical Properties Requirement for Polymer Composite Automotive Parts - A Review. *International Journal of Advanced Technology in Mechanical, Mechatronics and Materials*, 1(3), 125–133.
- Fitri, M., Mahzan, S., & Hidayat, I. (2021). The Effect of Coconut Coir Fiber Powder Content and Hardener Weight Fractions on Mechanical Properties of an EPR-174 Epoxy Resin Composite. *Sinergi*, 25(3), 361–370.
- Fitri, M., Sukiyono, B., & Simanjuntak, M. L. (2019). Pengaruh Waktu Penahanan pada Perlakuan Panas Paska Pengelasan terhadap Ketangguhan Sambungan Las Baja. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(2), 80.
- Fitri, M., Susilo, T., Feriyanto, D., & Zago, D. M. (2021). Effect Of Morphology And Percentage Of Second Phase Content Of Coconut Coir On The Impact Strength Of Epoxy Resin Composites. 8(6), 3880–3894.
- Kurniawan, F., & Anggara, F. (2020). Sistem Akuisisi Data Mesin Uji Puntir Berbasis Arduino Uno dan Microsoft Visual C #. *Rotasi*, 22(3), 155–161.
- Kurniawan, I., Budiarto, U., & Mulyatno, I. P. (2018). Analisa Kekuatan Puntir, Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Uji Metalografi Baja S45C Sebagai Bahan Poros Baling-Baling Kapal (Propeller Shaft) Setelah Proses Tempering. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1), 313–322.
- Mahzan, S., Fitri, M., & Zaleha, M. (2017). UV Radiation Effect Towards Mechanical Properties Of Natural Fibre Reinforced Composite Material: A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 165, 12021.
- Nurato, & Fitri, M. (2019). Pengaruh Prosentase Serat Kelapa Sawit Terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Matriks Resin. *Rotasi*, 21(4), 215.
- Wawandaru, M., & Fitri, M. (2017). Perancangan Alat Uji Impak Material Plastik Dengan

Takik. *Zona Mesin*, 8(3), 41–48.  
Zaleha, M., Mahzan, S., Fitri, M., Kamarudin, K., Eliza, Y., & Tobi, A. M. (2017). Wave Velocity Characteristic For Kenaf Natural Fibre Under Impact Damage. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 165, 1–9.