

Perancangan Sistem Monitoring Pada Mesin Uji Puntir Berbasis ARDUINO

Dwi Handoko¹⁾, Reski Bashirila²⁾, Agus Rohermanto³⁾.

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak

E-mail: ¹⁾handwi66@yahoo.co.id

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem monitoring pada mesin uji puntir manual berbasis microcontroller arduino untuk mendapatkan data momen puntir, sudut puntir dan perubahan defleksi pada spesimen. Sistem monitoring dibuat menggunakan perangkat lunak yang dapat menampilkan secara realtime grafik data momen puntir, defleksi dan sudut puntirnya. Sistem monitoring ini menggunakan sensor load cell, limit switch dan dial indikator yang akan mencatat berat, sudut putar dan defleksinya. Sensor tersebut akan dikalibrasi untuk mengetahui nilai kepresisian dari penggunaannya. Data yang didapat oleh sensor selanjutnya diproses dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega dan diolah pada Microsoft Excel untuk ditampilkan datanya, output data pada perangkat lunak disimpan dengan format excel. Hasil pengujian kalibrasi mendapatkan fungsi persamaan load cell $y = 6.6498x + 48.867$ dengan tingkat keyakinan 99,98%. Pengujian puntir spesimen dengan perangkat lunak ini dilakukan pada material besi beton dengan dimensi Sesuai Standar ASTM dengan spesimen yang diuji berjumlah 4 pcs mendapatkan rata-rata tegangan puntir 0.40 dan rata-rata sudut puntir sesungguhnya 18.2120 rad.

Kata Kunci: pengujian puntir, sistem monitoring, Arduino Mega, load cell, limit switch, dial indikator.

Abstract

In this study, a monitoring design was carried out on a manual torsion testing machine based on an Arduino microcontroller to obtain data on torsional moments, torsion angles, and changes in deflection of the specimen. The monitoring system is made using software that can display real-time graph data of torsional moments, deflections, and torsional angles. This monitoring system uses load cell sensors, limit switches, and dial indicators that will record the weight, angle of rotation, and deflection. The sensor will be calibrated to determine the precision value of its use. The data stored by the sensor is then served using the Arduino Mega microcontroller and processed in Microsoft Excel to display the data, the output data on the software is stored in the excel format. The test results get the load cell equation function $y = 6.6498x + 48,867$ with a confidence level of 99.98%. Torsion testing of specimens with this software is carried out on iron-concrete materials with dimensions according to ASTM Standards with 4 specimens tested getting average torsional stress of 0.40 and an average torsional angle of 18,2120 rad.

Keywords: torsion testing, monitoring, Arduino Mega, load cell, dial indicator.

1. PENDAHULUAN

Pengujian material memiliki peran penting untuk mengetahui sifat dari sebuah material baja, kekuatan material dalam menahan beban dan dapat juga digunakan untuk menemukan material yang baru. Untuk pengujian material juga sudah banyak dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari suatu material [1].

Pada sebuah proses permesinan, sifat material perlu diketahui agar dapat menentukan material yg cocok buat proses permesinan. Tujuannya untuk meningkatkan keamanan dari penggunaan mesin. Dari pengujian material ini, bisa diketahui sifat mekanik dari suatu material. Banyak percobaan yang dilakukan dalam pengujian material untuk mengetahui sifat berasal material. Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian tarik, tekan, bengkok dan punter[2].

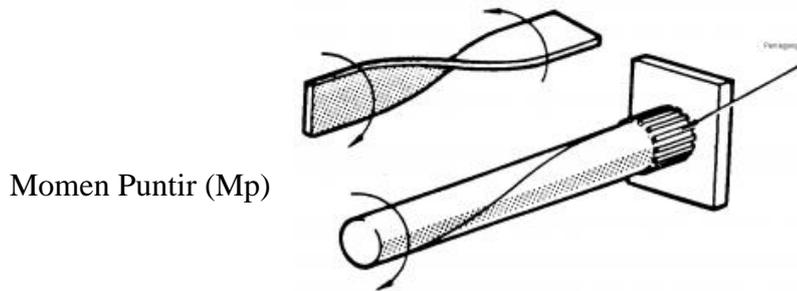
Pengujian puntir dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari suatu material. Prinsip kerja pengujian puntir cukup sederhana, yaitu dengan cara mencekam salah satu ujung benda kerja pada ragum yang tetap dan ujung yang lainnya di cekam pada mesin yang dapat diputar sehingga menimbulkan momen puntir. Pada mesin uji puntir yang lama, pengambilan data hasil pengujian dilakukan dengan cara mencatat secara manual. Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan sistem monitoring berbasis arduino untuk mendapatkan data momen puntir, sudut puntir dan perubahan defleksi pada specimen. Diharapkan penelitian ini dapat mempermudah penggunaannya agar tidak lagi mencatat hasil pengujian secara manual. Data hasil pengujian tersimpan di SD Card sehingga mempermudah dalam pengolahan data lebih lanjut. Rancangan yang dimaksud disini adalah dengan cara memasang sensor *load cell*, *limit switch* dan *dial indicator* [3][4].

Uji puntir (*torsion test*) adalah salah satu pengujian merusak yang mengakibatkan suatu material mengalami patahan. Uji puntir pada suatu spesimen dilakukan untuk menentukan keplastisan suatu material. Spesimen yang digunakan pada pengujian puntir adalah batang dengan penampang melingkar karena bentuk penampang ini paling sederhana sehingga mudah untuk diukur. Spesimen tersebut hanya dikenai beban puntiran pada salah satu ujungnya karena dua pembebanan akan menyebabkan sudut puntir tidak konstan.

Pengukuran yang dilakukan pada uji puntir adalah momen puntir dan sudut puntir. Pengukuran ini kemudian dikonversikan menjadi sebuah grafik momen

puntir terhadap sudut puntir (dalam putaran). Namun, pada daerah plastis hubungan antara momen puntir dengan sudut puntir tidak linier lagi, sehingga diperlukan rumus yang berbeda untuk mencari tegangan geser [2].

Adapun rumus untuk mendapatkan momen puntir adalah sebagai berikut [5]:



Gambar 1. Tegangan Puntir

$$M_p = F \times L$$

Keterangan :

M_p = Momen Puntir (Nm)

F = Massa (Kg) (untuk mendapatkan newton dikalikan dengan $9,81\text{m/s}^2$)

L = Panjang batang penekan load cell (m)

Dengan demikian maka rumus-rumus yang akan digunakan dalam proses pengolahan data adalah [6]:

$$\tau_p = \frac{M_p}{W_p}$$

$$= \frac{M_p \times 16}{\pi \times d^3}$$

$$G = \frac{M_p \times L}{\gamma \times I_p} \times \left(\frac{180}{\pi}\right)$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

$$\Phi = \gamma \times L$$

$$\theta' = \text{arc tg} \frac{X}{102}$$

$$\gamma = \theta'' - \theta'$$

$$\text{Rad} = \text{derajat} \times \pi / 180$$

$$\text{Rad} = 1 \times 3.14 / 180 = 0.017444444$$

Keterangan :

τ_p = Tegangan puntir (N/m^2)

M_p = Momen puntir (Nm)

W_p = Momen tahanan puntir (m^3)

G = Modulus gelincir atau kekakuan

I_p = Momen inersia polar (m^4)

X = Defleksi (dibaca pada dial indikator)

θ'' = Sudut yang diperoleh dari data (1 putaran 6°) ($^\circ$)

θ' = Sudut defleksi

γ = Sudut puntir sesungguhnya

Φ = Sudut puntir spesifik

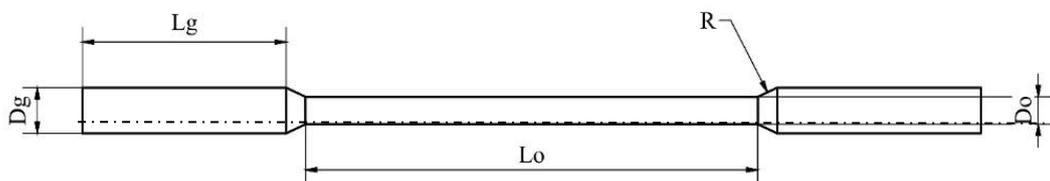
L = Panjang benda uji (m)

E = Elastisitas

Adapun standar pengujian yang digunakan dengan standar ASTM (*American Society of Testing and Material*) tipe E-143 (*Standar Test Method for Shear Modulus at Room Temperatures*)[7][8].

Tabel 1. Dimensi Specimen pengujian Puntir

Spesimen	Diameter Spesimen (mm)				
	D_o	L_o	R	D_g	L_g
ASTM E-143	6	100	9	10	45

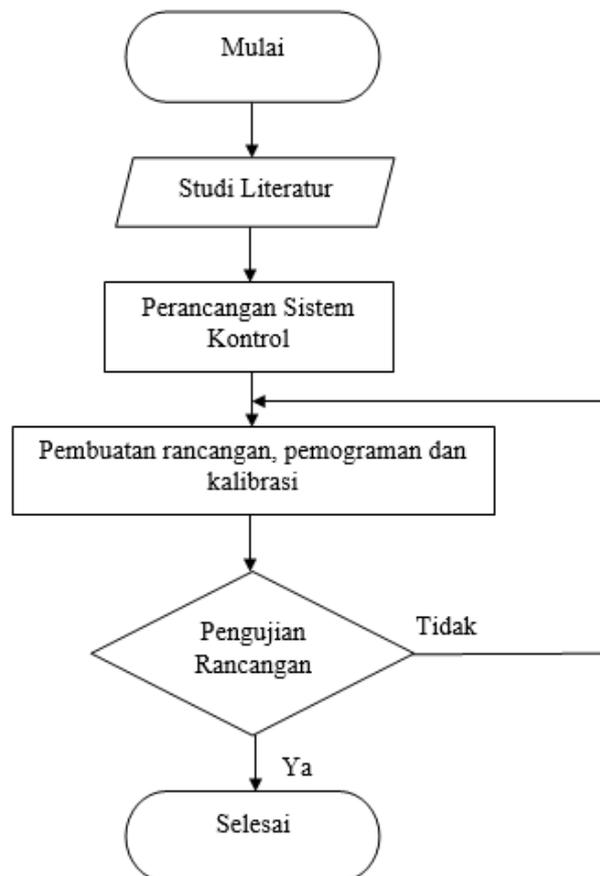


Gambar **Error! No text of specified style in document..** Dimensi Spesimen Uji Puntir

Keterangan: D_o = Diameter yang dibutuhkan
 L_o = Pajang diameter yang dibutuhkan
 R = Radius
 D_g = Diameter Awal
 L_g = Panjang penampang

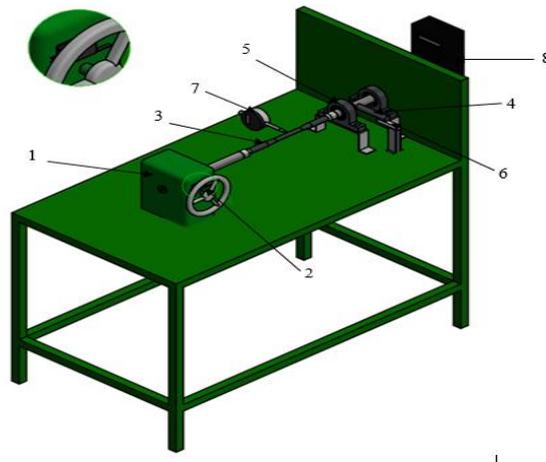
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen, dimana metode penelitian ini dilakukan untuk melihat suatu hasil dan hasil ini akan memperlihatkan kedudukan hubungan antara variabel yang diteliti. Adapun tahapan penelitian adalah aktivitas yang dilakukan pada sebuah penelitian yang dimana terdiri dari tahapan-tahapan yang memiliki proses yang dilakukan secara terstruktur dan bertujuan untuk menyelesaikan sebuah permasalahan pada penelitian ini. Adapun penyusunan tahapan pengujian skripsi ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar **Error! No text of specified style in document..** Alur Penelitian

Adapun gambar dari perancangan sistem kontrol pada mesin uji puntir sebagai berikut:

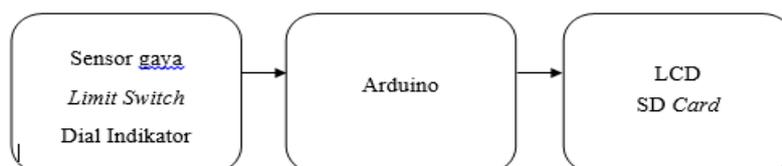


Gambar 4. Perancangan Sistem

Keterangan:

- a. *Gearbox*
- b. *Limit Switch*
- c. Spesimen
- d. Penekan
- e. *Pillow Block*
- f. *Load Cell*
- g. Dial Indikator
- h. *Panel Box*

Adapun untuk diagram rancangan pada mesin uji puntir sebagai berikut:



Gambar 5. Diagram alir rangkaian sistem pada mesin uji punter

Pada diagram diatas dapat dilihat bahwa sensor gaya akan membaca gaya pada material pada mesin uji puntir, *limit switch* akan menunjukkan pembacaan sudut

yang terjadi pada *gearbox* dan dial indikator membaca perubahan bentuk dari benda kerja. Dari semua data tersebut maka diproses oleh arduino dan akan ditampilkan pada LCD yang kemudian data tersebut akan disimpan pada *SD card*. Data tersebut akan dilakukan pengolahan lebih lanjut di laptop [9].

Adapun beberapa komponen yang akan digunakan adalah sebagai berikut [10]:

- *Load Cell*
- *Dial Indicator Digital*
- *Limit Switch*
- Modul *LCD*: modul *display LCD I2C 16x2*.
- Modul *SD Card*: *SD Card reader writer* modul.

Untuk mengetahui fungsi dari suatu komponen maka perlu dilakukan pemrograman pada masing-masing sensor dan modul yang digunakan dan kemudian program tersebut diupload ke *Arduino Board* melalui *Arduino software IDE* [11]. Melakukan kalibrasi pada sensor agar pembacaan dari sensor tersebut sesuai dengan nilai pada alat standarnya. Kalibrasi sensor load cell dilakukan dengan cara meletakkan beban yang sudah diketahui beratnya pada load cell. Pemberian beban dilakukan dengan cara bertahap dari 1 kg, 2 kg, 3 kg hingga 20 kg. Untuk mendapatkan nilai kalibrasi faktor akan dibuat *trandline* antara beban yang digunakan dengan hasil pembacaan analog *arduino* maka akan didapatkan nilai kalibrasi faktor yang dimana nilai kalibrasi faktor tersebut akan digunakan untuk program pembacaan dari load cell.

Peralatan yang digunakan

- a. *Arduino Mega 2560*.
- b. Sensor *Load Cell*.
- c. Modul Penguat *HX711*.
- d. Kabel konektor.
- e. Software *Arduino IDE*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah-langkah Pengujian

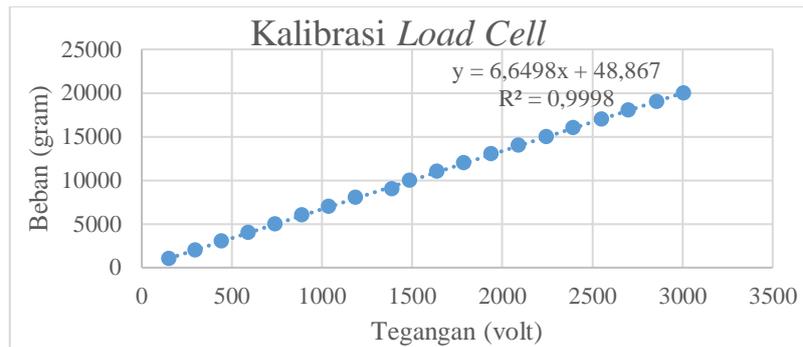
- a. Menghubungkan kabel merah (*load cell*) ke pin E + di modul penguat *HX711*.

- b. Menghubungkan kabel hitam (*load cell*) ke pin E di modul penguat HX711.
- c. Menghubungkan kabel hijau (*load cell*) ke pin A di modul penguat HX711.
- d. Menghubungkan kabel putih (*load cell*) ke pin A+ di modul penguat HX711.
- e. Menghubungkan pin GND (HX711) ke pin GND di Arduino Mega 2560.
- f. Menghubungkan pin VCC (HX711) ke pin 5V di Arduino Mega 2560.
- g. Menghubungkan pin DT (HX711) ke pin 4 di Arduino Mega 2560.
- h. Menghubungkan pin SCK (HX711) ke pin 5 di Arduino Mega 2560.
- i. Siapkan karung beras 20 kg sebagai wadah saat *load cell* diberi beban.
- j. Melakukan kalibrasi *sensor load cell* dengan beban yang sudah diketahui beratnya.
- k. Gantungkan karung pada lubang baut pertama pada *load cell*.
- l. Masukkan beban dengan berat 1 kg kedalam karung dan catat hasil pembacaan analog *arduino*.
- m. Kemudian tambah beban dengan berat 1 kg lagi kedalam karung dan lakukan pencatatan lagi terhadap hasil pembacaan analog *arduino*.
- n. Lakukan secara berurutan hingga beban sampai 20 kg.
- o. Selanjutnya mengolahnya ke *Microsoft Excel* dan membuat grafik *trendline* antara beban pemberat dan pembacaan analog *arduino* untuk mendapatkan fungsi persamaan.
- p. Setelah didapat fungsi persamaan, selanjutnya memprogram pembacaan *load cell* dan memasukkan fungsi persamaan yang telah didapat sebagai nilai faktor kalibrasi.

Untuk mendapatkan hasil yang dipercaya dilakukan kalibrasi sensor dengan alat ukur pembandingan maka hasil kalibrasi dapat dilihat sebagai berikut:

a. Hasil Kalibrasi *Load Cell* Dengan Timbangan

Setelah mendapat data hasil perbandingan antara pembacaan analog *arduino* dengan timbangan seperti pada tabel 3.1 maka data tersebut dibuat dalam bentuk grafik seperti pada gambar berikut.

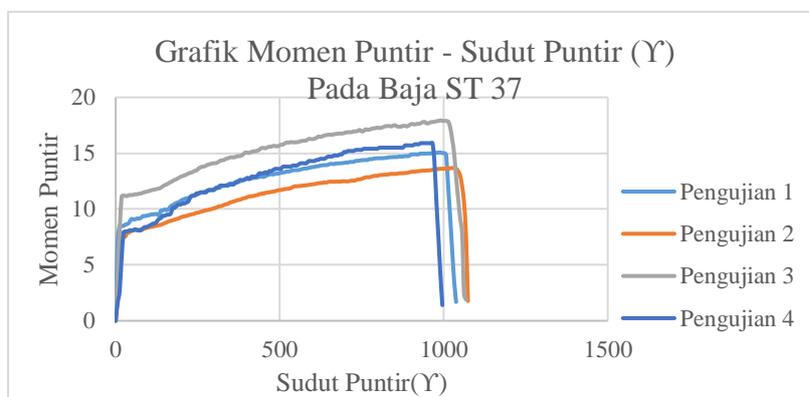


Gambar 6. Grafik Kalibrasi Load Cell

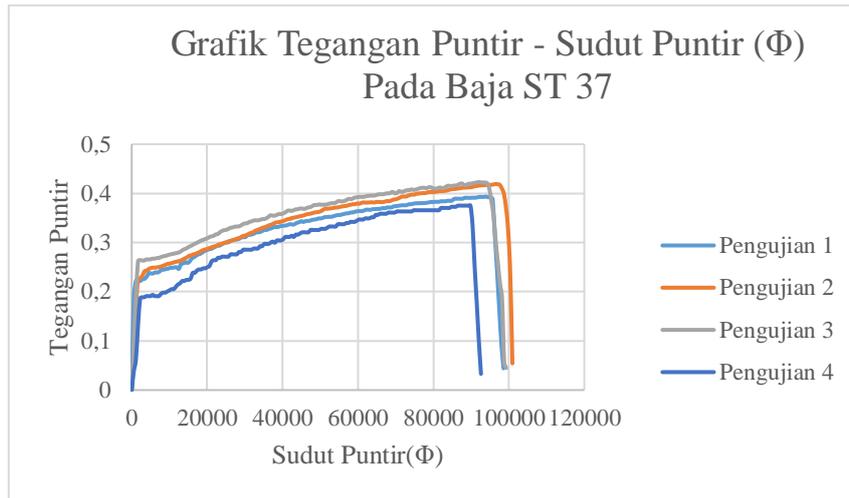
Pada proses kalibrasi dilakukan dengan cara memberikan beban pemberat secara berurutan dari 1 kg sampai 20 kg untuk mendapatkan nilai nol sehingga pembacaan sensor sesuai dengan beban pemberat tersebut. Pada gambar 3.11 dapat dilihat bahwa nilai (R^2) antara pembacaan analog *load cell* dengan timbangan mendekati nilai 1. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpangan yang terjadi pada data tersebut hanya sebesar 1%. Selanjutnya persamaan hasil kalibrasi yaitu $y = 6.6498x + 48.867$ disubstitusikan kedalam program pembacaan.

b. Grafik Hasil Pengujian

Adapun grafik momen puntir – sudut puntir (γ) dapat dilihat pada gambar 7 dan grafik tegangan regangan – sudut puntir (Φ) dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Grafik Momen Puntir – Sudut Puntir (γ)



Gambar 8. Grafik Tegangan Puntir – Sudut Puntir (Φ)

Tabel 2. Rata-Rata Tegangan Puntir Maksimum dan Sudut Puntir Maksimum

No.	Tegangan Puntir Maksimum (N/m^2)	Sudut Puntir Maksimum (rad)
1	0.39	18.1073
2	0.42	18.7353
3	0.42	18.6307
4	0.38	17.3747
Rata-rata	0.40	18.2120

Dari hasil pengujian diambil rata-rata tegangan puntir maksimum dan sudut puntir maksimum (rad) dari 4 hasil pengujian dan kemudian dan setiap rata-rata dari hasil pengujian di rata-rata kan kembali sehingga didapatkan rata-rata tegangan puntir maksimum adalah $0.40 N/m^2$ dan rata-rata sudut puntir maksimum adalah 18.2120 radian.

4. SIMPULAN

Dari kegiatan pengujian dengan judul “Perancangan Sistem Monitoring pada Mesin Uji Puntir Berbasis *Arduino*” dapat disimpulkan:

- a. Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan sistem monitoring pada mesin uji puntir dengan menggunakan mikrokontroler *Arduino* dengan sensor *load cell* sebagai pembacaan gaya yang di ubah menjadi momen puntir, dial indikator dengan digital sebagai pembacaan defleksi dan *limit switch* sebagai pembacaan sudut puntir.

- b. Dari hasil pengujian puntir pada baja ST 37 dengan rata-rata tegangan puntir maksimum 0.40 N/m^2 dan rata-rata sudut puntir maksimum 18.2120 rad .

5. SARAN

Penulis memberi beberapa saran kepada pembaca, adapun saran-sarannya sebagai berikut:

- a. Gunakan sensor dengan spesifikasi yang lebih baik agar data yang dihasilkan lebih akurat.
- b. Pada proses merangkai mikrokontroler dan pin lainnya diharapkan agar lebih teliti agar tidak terjadi kesalahan fatal yang dapat merusak komponen dan perangkatnya.
- c. Untuk lebih mendapatkan data secara real time, perlu kiranya penambahan motor servo atau yang sejenis untuk menghitung jumlah putaran secara simultan

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. Kurniawan F, "Sistem Akuisisi Data Mesin Uji Puntir Berbasis Arduino Uno dan Microsoft Visual C#," *ejournal UNDIP*, vol. 22, no. 3, pp. 155-161, 2020.
- [2] A. A. S. Kirono, "Pengaruh Tempering Pada Baja ST 37 Yang Mengalami Karburasi Dengan Bahan Padat Bahan Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro," *Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta*, Vols. -, no. C, pp. 1-10, 2013.
- [3] D. Iswanda, *Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Alat Uji Unjuk Kerja Panel Surya*, Pontianak: Politeknik Negeri Pontianak, 2018.
- [4] U. S. S. W. J. Agus Virgono, "Perancangan Sistem Pengendali Dan Monitoring Kecelakaan Mobil Berbasis Vehicular Ad Hoc Network (VANET) Menggunakan Sensor Limit Switch Dan Rotary Encoder," *Universitas Telkom*, p. 780, 2016.
- [5] M. Majid, "Implementasi Arduino Mega 2560 Untuk Kontrol Miniatur Elevator Barang Otomatis," *UNNES*, 2016.
- [6] Arduino, "Store Arduino," 2016. [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>. [Accessed 22 Juli 2021].

- [7] Materialedo, "Teknik Material," 2016. [Online]. Available: <https://materialedo.wordpress.com/2016/10/12/teori-dasar-uji-bahan/>. [Accessed 11 April 2021].
- [8] U. B. I. P. M. Indra Kurniawan, "Analisa Kekuatan Puntir, Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Uji Metalografi Baja S45C Sebagai Bahan Poros Baling-Baling Kapal (Propeller Shaft) Setelah Proses Tempering," *ejournal.undip*, pp. 313-322, 2019.
- [9] _____, "Jurnal Teknik," 2016. [Online]. Available: <http://myblognovieka.blogspot.com/2016/05/dial-indicator-fungsi-dan-cara-kerjanya.html>. [Accessed 03 Mei 2021].
- [10] M. O. Putri, "Rancang Bangun System Penyimpanan Data Di Mikro Sd Untuk Keperluan Pengukuran Besaran Listrik Berbasis Mikrokontroler," *Universitas Sumatra Utara*, p. 32, 2020.
- [11] R. Nuryanto, "Pengukur Berat Dan Tinggi Badan Ideal Berbasis Arduino," *DocPlayer*, 2015.