



Alat Ukur Konstanta Waktu Resistor Kapasitor Berbasis Mikrokontroler

Andi Wahyu Pebrian^{1*}, A. Abd. Jabbar², Jasmawati³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

*Email : awahyufebrian@gmail.com

Abstract: Currently, the measurement of time constants in Resistor-Capacitor circuits still uses manual calculations, necessitating the development of measurement technology from analog to digital. This research aims to design and develop a digital-based time constant measurement tool for Resistor-Capacitor circuits. The research method uses a quantitative approach based on research and development with the implementation of an Arduino Nano microcontroller and Liquid Crystal Display. Testing was conducted on five capacitor variations with a fixed 100kΩ resistor in charging and discharging modes. Each test was performed five times to validate the consistency of results. The research results show that the developed measurement tool has a highest average error rate of 4.3%, well below the 10% tolerance limit. Comparative analysis with a standard multimeter shows good measurement consistency. This measurement tool can be implemented for digital measurement and analysis of Resistor-Capacitor circuits with a reliable level of accuracy.

Keywords: Resistor; Capasitor; Digital mesurement; Arduino nano; Mikrokontroler.

1. PENDAHULUAN

Konstanta waktu (τ): Ukuran waktu yang diperlukan untuk perubahan tertentu dalam tegangan dan arus di sirkuit RC dan RL. Umumnya, setelah empat konstanta waktu (4τ), kapasitor di sirkuit RC hampir terisi penuh dan tegangan melintasi kapasitor sekarang kira-kira 98% dari nilai maksimumnya. Interval ini dianggap sebagai respons transien sirkuit. Ketika waktu yang berlalu melebihi lima konstanta waktu (5τ) setelah pengalihan terjadi, arus dan tegangan telah mencapai nilai akhirnya, yang juga disebut respons kondisi stabil (Miclaus, 2018). Hampir setiap rangkaian Elektronika maupun Listrik mengalami masalah "Penundaan Waktu (Time Delay)" antara INPUT dan OUTPUT. Penundaan Waktu tersebut biasanya dikenal dengan istilah "Konstanta Waktu Rangkaian". Dalam bahasa Inggris Konstanta Waktu disebut dengan "Time Constant". Konstanta Waktu Rangkaian ini pada umumnya dipengaruhi oleh Komponen Reaktif seperti Kapasitor yang terhubung didalamnya. Satuan pengukuran Konstanta Waktu pada rangkaian Elektronika ataupun listrik adalah "Tau" atau simbol " τ " (Kho, 2022).

Rangkaian Resistor Capasitor (RC) adalah rangkaian listrik sederhana yang terdiri dari kapasitor (C) dan resistor (R) yang dihubungkan secara seri. Rangkaian ini memiliki dua kondisi dasar yaitu charging dan discharging. Rangkaian RC memiliki banyak aplikasi di dunia elektronika, antara lain sebagai filter sinyal, pembangkit waktu tunggal, penguat frekuensi, dan masih banyak lagi. Dalam praktikum elektronika, rangkaian RC sering digunakan sebagai model untuk mempelajari prinsip dasar kapasitansi dan waktu konstan pada rangkaian listrik (Zuha et al., 2023).

Alat ukur yaitu alat untuk mengetahui harga suatu besaran atau suatu variabel. Prinsip kerja alat ukur harus dipahami agar alat ukur dapat digunakan dengan cermat dan sesuai dengan pemakaian yang telah direncanakan (Sulistiadji & Pitoyo, 2009). Bagi seorang perancang elektronika, keberadaan kapasitansi meter sangatlah penting, karena sangat membantu dalam perancangan dan pembuatan suatu rangkaian elektronika yang membutuhkan keakuratan nilai kapasitansi dari kapasitor yang digunakan. Berbeda dengan alat ukur piranti elektronika lainnya seperti voltmeter, ampermeter dan ohmmeter yang sudah banyak dijumpai dan dapat diperoleh dengan mudah, alat ukur kapasitansi (*capacitance meter*) masih sulit dijumpai di pasaran. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan sebuah alat yang mampu mengukur nilai kapasitansi sebenarnya dari sebuah kapasitor (Samosir, 2016).

Mikrokontroler arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa sendiri. Arduino adalah kit mikrokontroler yang serba bisa dan sangat mudah penggunaannya. Untuk membuatnya diperlukan chip programmer (untuk menanamkan bootloader Arduino pada chip) (Suyanto & Yusuf, 2013). Mikrokontroler disebut juga MCU (Micro Chip Unit) atau μ C adalah salah satu komponen elektronik atau IC yang memiliki beberapa sifat dan components seperti komputer, yaitu: CPU (Central Processing Unit) atau unit pemrosesan terpusat, memori kode, memori data, dan I/O (port untuk input dan output) (Stocks, 2016). Berdasarkan Latar belakang dan literatur maka fokus penelitian ini merancang bangun alat ukur konstanta waktu rangkaian RC digital menggunakan metode *research and development*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Fokus penelitian adalah pengembangan alat ukur konstanta waktu rangkaian Resistor-Kapasitor (RC) berbasis digital menggunakan mikrokontroler Arduino Nano.

2.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare (UMPAR) dengan durasi waktu ± 2 bulan.

2.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari: Arduino nano, LCD I2C 16x2, Kapasitor (berbagai nilai), Resistor, Modul relay, Penjepit buaya, Kabel jumper, Modul I2C, Push button, dan Box untuk wadah rangkaian, serta IDE Arduino untuk pemrograman mikrokontroller.

2.4. Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan melakukan identifikasi kebutuhan dan spesifikasi alat ukur yang akan dibangun, selanjutnya merancang skema rangkaian dan diagram blok sistem. Melakukan pengembangan melalui perakitan komponen yang digunakan sesuai skema rangkaian dan diagram blok yang telah dibuat dan menyusun program sistem tersemat Arduino Nano menggunakan Arduino IDE. Implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak. Langkah terakhir adalah melakukan pengujian dan pengukuran terhadap blok-sistem dan sistem keseluruhan, selanjutnya menganalisis hasil dan membandingkan dengan alat ukur standar.

2.5. Teknik Pengumpulan Data

Ada 3 teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu: Observasi, Pengukuran pembandingan, dan Dokumentasi.

- Observasi : mencatat hasil pengukuran dari alat yang dikembangkan
- Pengukuran pembandingan: Menggunakan mutimeter standar sebagai referensi
- Dokumentasi: merekam proses pengembangan dan pengujian.

Teknik pengujian dilakukan dengan cara uji fungsional terhadap komponen yang digunakan, uji akurasi dengan cara membandingkan hasil pengukuran dengan perhitungan teoritis dan alat ukur standar, uji reliabilitas dengan cara melakukan pengukuran berulang sebanyak 5 (lima) kali untuk setiap variasi, dan uji konsistensi dengan membandingkan hasil pengukuran dalam mode pengisian dan pengosongan.

2.6. Analisis Data

Perhitungan konstanta waktu teoritis menggunakan rumus:

$$\tau = R * C$$

dimana:

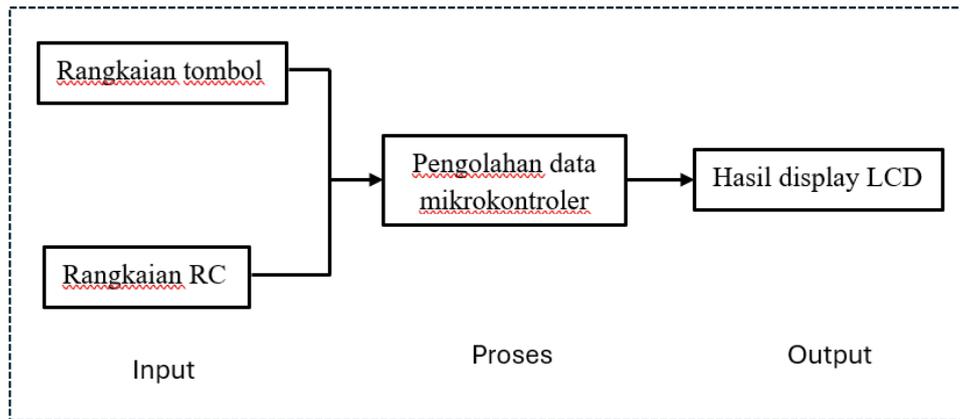
- τ = konstanta waktu (detik),
- R = resistansi (Ohm), dan
- C = kapasitansi (F)

Perhitungan persentase error:

$$\% \text{ Error} = [(\text{Nilai Terukur}-\text{Nilai Teoritis})/\text{Nilai Teoritis}] \times 100\%$$

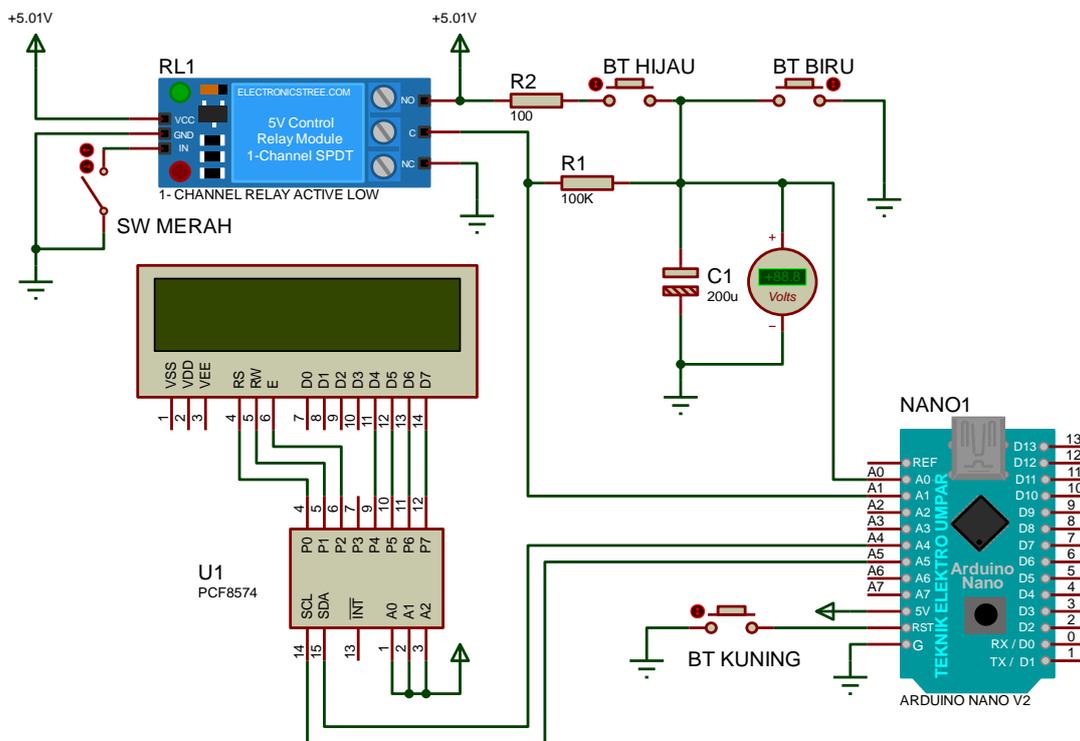
2.7. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1, terdiri dari: Rangkaian tombol, Rangkaian RC, Mikrokontroler (Pengolahan Data), Penampil LCD.



Gambar 1. Blok Diagram Alat Ukur Konstanta Waktu

Pada rangkaian tombol terdiri dari beberapa tombol yang berfungsi sebagai pemilihan mode pengosongan dan mode pengisian. Selanjutnya Rangkaian RC (resistor-capasitor) berupa terminal (penjepit buaya) untuk tempat pemasangan komponen resistor dan capasitor yang membentuk rangkaian RC mode pengisian atau mode pengosongan, pada saat dioperasikan arus akan mengalir melalui rangkaian RC menuju pin Arduino Nano untuk dilakukan perhitungan dan hasilnya ditampilkan pada LCD karakter 16x2.



Gambar 2. Rangkaian Alat Ukur Konstanta Waktu RC

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

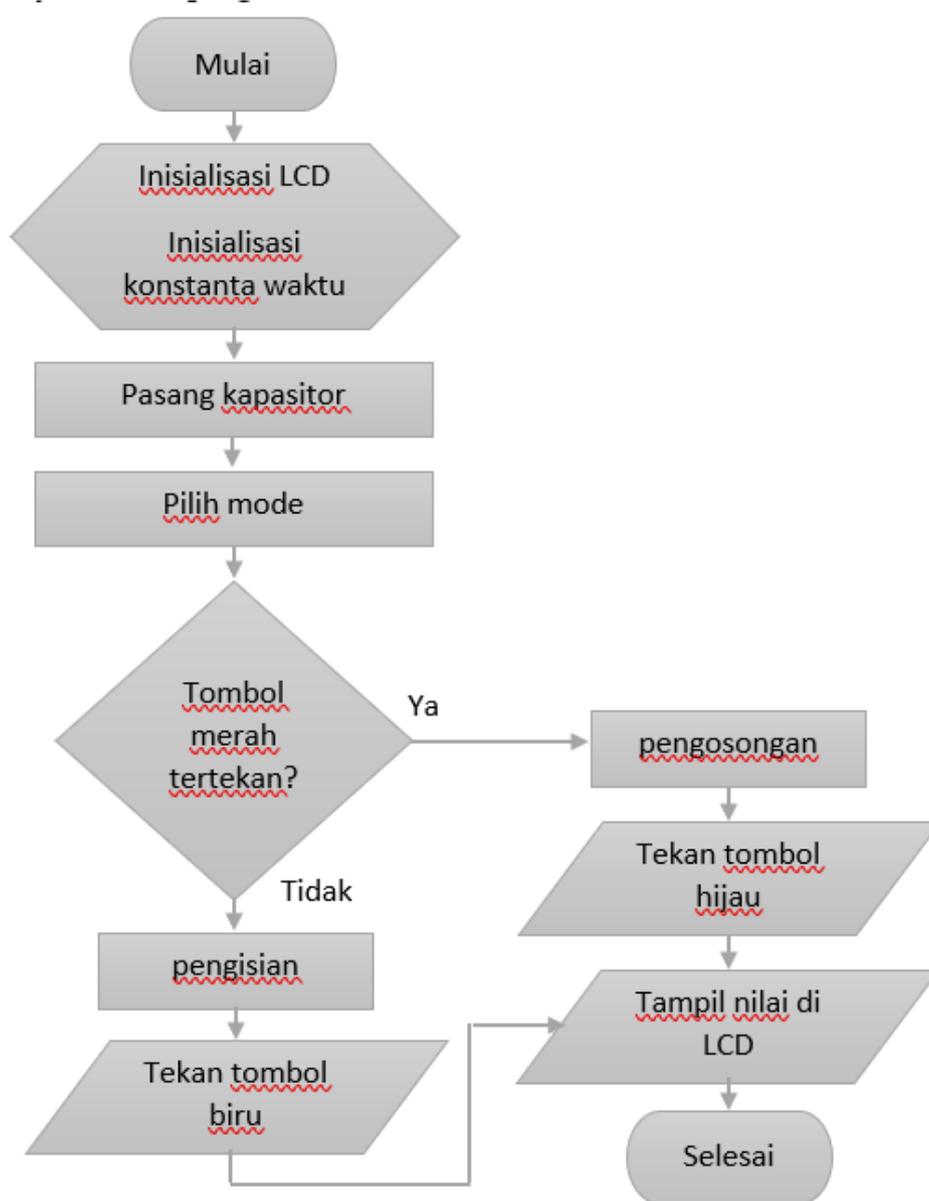
3.1. Hasil Rancangan Perangkat Peras

Hasil rancangan alat ukur konstanta waktu rangkaian resistor-capasitor berbasis digital diperlihatkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menjelaskan bahwa pada saat pengisian NO pada relay terhubung ke *common* maka tegangan 5v mengalir ke R1. Dan pada saat pengosongan NC terhubung dengan *common* maka R1 terhubung ke *ground*.

3.2. Hasil Rancangan Perancangan Perangkat Lunak

Alur pemrograman dan pengoperasian alat ukur konstanta waktu rangkaian RC disajikan pada Gambar 3



Gambar 3. Flowchart Alat Ukur Konstanta Waktu RC

3.3. Hasil Pengujian dan Pengukuran

3.3.1. Pengujian Nilai Konstanta Waktu Rangkaian RC pada Saat Pengisian

a. Kapasitor 4,7 μF

Pengujian rangkain RC pada saat pengisian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan, dan ada lima macam kapasitor yang digunakan dengan nilai kapasitansi yang berbeda. Pengujian ini, menggunakan nilai resistansi yang tetap yaitu 100k Ω . Adapun data yang diperoleh dari pengujian ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengisi kapasitor, melalui resistor dari tegangan pengisian mulai dari nol.

Tabel 1. Pengisian Konstanta Waktu Kapasitor 4.7 μF

Percobaan	Hasil Perhitungan (ms)	Hasil Alat Ukur (ms)	Pesentasi Kesalahan (%)
1	460	444	3.47
2	440	443	0.68
3	440	441	0.22
4	450	442	1.77
5	440	441	0.22
Rata-rata	446	442	1.3

Dari tabel 1 pengisian konstanta waktu di dapatkan rata-rata hasil perhitungan yaitu 446 mS, untuk hasil alat ukur yaitu 442 mS dan presentasi kesalahannya tidak lebih dari 10% yaitu 1.3% yang berarti alat bekerja dengan baik.

b. Kapasitor 330 μF

Pengujian kapasitor kelima yaitu dengan menghitung nilai kontanta waktu menggunakan rumus $\tau = R \times C$ kemudian melakukan percobaan pengukuran sebanyak 5 kali percobaan, lalu menghitung perbandingan hasil dari nilai perhitungan dan nilai alat ukur.

Tabel 2. Pengisian Konstanta Waktu Kapasitor 330 μF

Percobaan	Hasil Perhitungan (ms)	Hasil Alat Ukur (ms)	Pesentasi Kesalahan (%)
1	31940	34476	7.9
2	32160	32830	2.1
3	32240	32093	0.4
4	32390	32744	1.1
5	32110	32679	1.8
Rata-rata	32168	32968	2.7

Dari tabel 2 pengisian konstanta waktu di dapatkan rata-rata hasil perhitungan yaitu 32168 mS, untuk hasil alat ukur yaitu 32968 mS dan presentasi kesalahannya tidak lebih dari 10% yaitu 2.7% yang berarti alat bekerja dengan baik.

3.3.2. Pengujian Nilai Konstanta Waktu Rangkaian RC Saat Pengosongan

Pengujian rangkain RC pada saat pengosongan dilakukan sebanyak 5 kali percobaan, dan ada lima macam kapasitor yang digunakan dengan nilai kapasitansi yang berbeda. Pengujian ini, menggunakan nilai resistansi yang tetap yaitu 100kΩ. Adapun data yang diperoleh dari pengujian ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengosongkan kapasitor, melalui resistor dari tegangan pengosongan mulai dari 5V.

a. Kapasitor 4,7 μF

Pengujian rangkain RC pada saat pengosongan dilakukan sebanyak 5 kali percobaan, dan ada lima macam kapasitor yang digunakan dengan nilai kapasitansi yang berbeda. Pengujian ini, menggunakan nilai resistansi yang tetap yaitu 100kΩ. Adapun data yang diperoleh dari pengujian ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengosongkan kapasitor, melalui resistor dari tegangan pengosongan mulai dari 5V.

Tabel 3. Pengosongan Konstanta Waktu Kapasitor 4.7 μF

Percobaan	Hasil Perhitungan (ms)	Hasil Alat Ukur (ms)	Pesentasi Kesalahan (%)
1	460	446	3.04
2	440	438	0.45
3	440	440	0
4	450	442	1.78
5	440	431	2.04
Rata-rata	446	439	1.5

Dari tabel 3 pengosongan konstanta waktu di dapatkan rata-rata hasil perhitungan yaitu 446 mS, untuk hasil alat ukur yaitu 439 mS dan presentasi kesalahannya tidak lebih dari 10% yaitu 1.5% yang berarti alat bekerja dengan baik.

b. Kapasitor 330 μF

Pengujian kapasitor kelima yaitu dengan menghitung nilai kontanta waktu menggunakan rumus $\tau = R \times C$ kemudian melakukan percobaan pengukuran sebanyak 5 kali percobaan, lalu menghitung perbandingan hasil dari nilai perhitungan dan nilai alat ukur.

Tabel 4. Pengosongan konstanta waktu kapasitor 330 μF

Percobaan	Hasil Perhitungan (ms)	Hasil Alat Ukur (ms)	Pesentasi Kesalahan (%)
1	31940	32926	3.08
2	32160	32289	0.40
3	32240	32473	0.72
4	32390	32478	0.27
5	32110	32219	0.34
Rata rata	32168	32477	1

Dari tabel 4 pengosongan konstanta waktu di dapatkan rata-rata hasil perhitungan yaitu 32168 mS, untuk hasil alat ukur yaitu 32477 mS dan presentasi kesalahannya tidak lebih dari 10% yaitu 1% yang berarti alat bekerja dengan baik.

3.3.3 Pengujian Nilai Kapasitansi

Pengujian nilai kapasitansi dilakukan sebanyak 5 kali percobaan, dan ada lima macam kapasitor yang digunakan dengan nilai kapasitansi yang berbeda. Pengujian ini, menggunakan nilai resistansi yang tetap yaitu 100k Ω . Adapun data yang diperoleh dari pengujian ini adalah nilai kapasitansi berdasarkan multimeter tipe Zoyi ZT102A dan hasil kapasitansi alat ukur yang telah dibuat.

Tabel 5. Perbandingan Multimeter dan Alat Ukur Dengan Kapasitor 4.7 μF

Percobaan	Multimeter (μF)	Hasil Alat Ukur (μF)	Pesentasi Kesalahan (%)
1	4.6	4.5	2.1
2	4.4	4.4	0
3	4.4	4.4	0
4	4.5	4.4	2.2
5	4.4	4.3	2.2
Rata rata	4.4	4.4	1.3

Dari tabel 5 perbandingan multimeter dan alat ukur didapatkan rata-rata hasil perhitungan yaitu 4.4 μF , untuk hasil alat ukur yaitu 4.4 μF dan presentasi kesalahannya tidak lebih dari 10% yaitu 1.3% yang berarti alat bekerja dengan baik.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini menghasilkan produk berupa alat ukur konstanta waktu rangkaian resistor kapasitor(RC) berbasis mikrokontroler. Alat ini terdapat 2 mode yaitu mode pengisian dan mode pengosongan pada kapasitor yang nilai dari hasil pengukuran akan di tampilkan pada LCD. Pada saat pengujian di lab terdapat tiga kondisi

pengambilan data yaitu pada saat kapasitor mengisi, pada saat kapasitor kosong dan nilai kapasitansi. Dari hasil perbandingan pengukuran dengan hasil baca alat ukur diperoleh nilai selisih yang sedikit dengan presentasi kesalahan < 10% dengan nilai rata-rata terkecil 0.9% dan nilai tertinggi 4.3%. Jadi bisa dipastikan alat yang dibuat sudah bekerja dengan baik .

REFERENSI

- Kho, D. (2022). *cara menghitung konstanta waktu rangkaian RC (resistor kapasitor)*. <https://teknikelektronika.com/cara-menghitung-konstanta-waktu-rangkaian-rc-resistor-capasitor/>
- Miclaus, A. (2018). *StudentZone — April 2018 ADALM1000 SMU Training Topic 4: Transient Response of RC Circuit. April.*
- Samosir, A. S. (2016). Implementasi Alat Ukur Kapasitansi Digital (Digital Capacitance Meter) berbasis Muhammadiyah Parepare Mikrokontroler. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro, 10*(1), 21–24.
- Siagian, W. (2020). *Analisis Prinsip Kerja Proses Charge Dan Discharge Pada Capacitor Dengan Rangkaian Rc. Jurnal Ilmiah Simantek, 4*(2), 44–53.
- Stocks, N. (2016). *Mikrokontroler*. 1–23.
- Sulistiadji, K., & Pitoyo, J. (2009). Penggunaan_alat_ukur_dan_instrumen_ukur. *Alat Ukur Dan Instrument Ukur, 1*, 1–19.
- Suyanto, D., & Yusuf, H. (2013). Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler. *Elektum : Jurnal Teknik Elektro, 14*(2), 25–34.
- Zuha, Z. I. A., Yantidewi, M., & Sucahyo, I. (2023). Alat Eksperimen Charge Discharge Kapasitor pada Rangkaian RC Seri dengan Sensor Ina219. *Jurnal Kolaboratif Sains, 6*(7), 707–712. <https://doi.org/10.56338/jks.v6i7.3821>