

Alat Ukur Konstanta Resistor Kapasitor Berbasis Mikrokontroler

Andi Wahyu Pebrian^{1*}, A. Abd. Jabbar², A. Irmayani Pawelloi³

^{1*23}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

*Email : awahyufebrian@gmail.com

Abstrak: Alat ukur konstanta Resistor Kapasitor saat ini masih bersifat perhitungan manual. Diperlukan adanya pengembangan teknologi di bidang elektronika pada alat ukur komponen dan rangkaian dari analog ke digital. Penelitian bertujuan untuk merancang bangun alat ukur konstanta waktu rangkaian RC secara digital. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif berdasarkan *research and development*. Menggunakan alat Arduino nano ditampilkan pada LCD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancang bangun alat ukur konstanta waktu rangkaian RC berjalan baik. Hasil ukur yang di dapatkan sebesar 4.3% <10% mengindikasikan bahwa alat tersebut berjalan baik dan dapat dimanfaatkan pada analisis digital.

Abstract: *Current resistor capacitor constant measuring instruments are still manual calculations. It is necessary to develop technology in the field of electronics in component and circuit measuring instruments from analog to digital. The study aims to design and build a digital RC circuit time constant measuring instrument. This study uses a quantitative method based on research and development. Using the Arduino nano tool displayed on the LCD. The results of the study showed that the design of the RC circuit time constant measuring instrument worked well. The measurement results obtained were 4.3% <10%, indicating that the tool worked well and could be used in digital analysis.*

Keywords: *Time constant, RC circuit, Measuring instrument, Microcontroller.*

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 (Midlaus, 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 μC 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

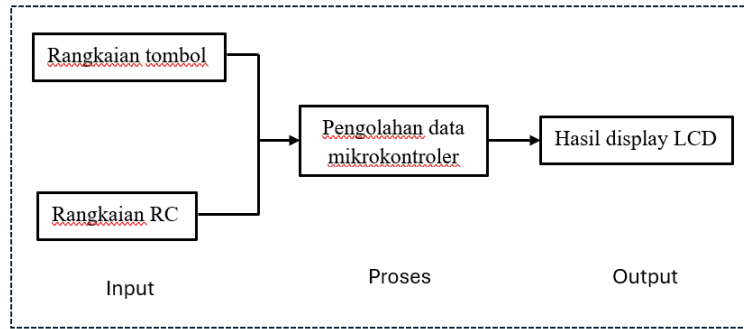
Metode penelitian kuantitatif berdasarkan *research and development*. Menggunakan alat Arduino nano yang ditampilkan pada LCD. Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu *hardware* dan *software*.

1. Perangkat Keras (*hardware*)

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari beberapa komponen dan modul elektronika, yaitu arduino uno, kapasitor, resistor, modul relay, LCD I2C 16x2, capcit buaya, kabel jumper, modul I2C, dan *push button*.

2. Perangkat Lunak (*software*)

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah aplikasi arduino IDE yang berfungsi untuk memprogram arduino nano.



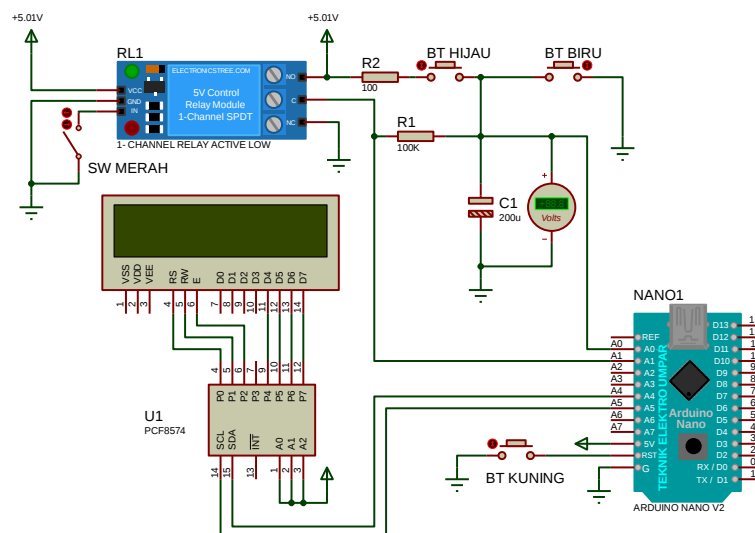
gambar 1. blok diagram alat ukur konstanta waktu

Gambar 1 blok diagram alat ukur konstanta waktu adalah gambaran dari sistem alat ukur kontanta waktu rangkaian Resistor Kapasitor (RC) sebagai input adalah komponen Resistor, kapasitor (RC), telah di tentukan nilainya dan dirangkai menjadi rangkaian Resistor Kapasitor (RC) . Kemudian mikrokontroller yang dipakai adalah arduino nano, dan outputnya adalah LCD. Perancangan alat alat membutuhkan sebuah box, sebagai wadah untuk rangkaian, arduino dan LCD. Apabila rangkaian sudah benar maka lanjut pada pengapload program untuk menampilkan nilai kontanta waktu yang telah di buat pada arduino IDE setelah program berhasil maka lanjut pada pemasangan power supply yang diambil dari Arduino kemudian melakukan pengujian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan *perangkat keras* pada sistem alat ukur konstanta waktu rangkaian resistor kapasitor (RC) terbagi 2 (dua) yaitu mode pengisian kapasitor dan mode pengosongan pada kapasitor. Rangkaian diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian alat ukur konstanta waktu RC

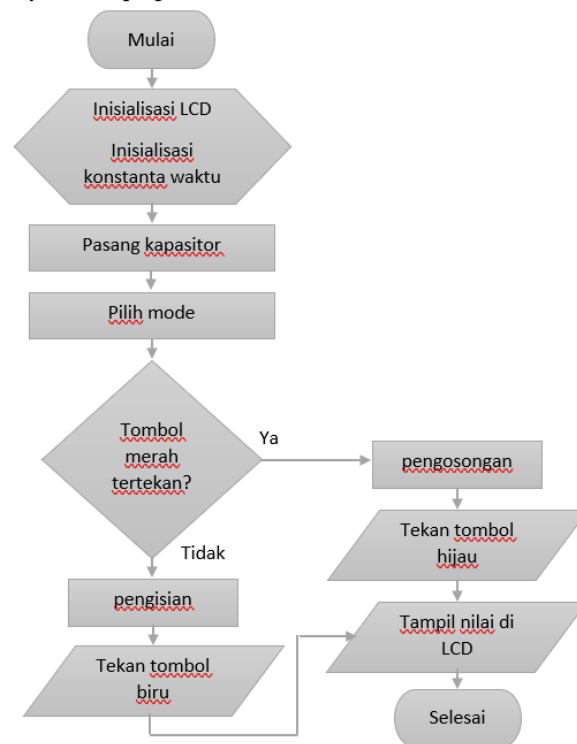
Gambar 2 menjelaskan bahwa pada saat pengisian NO pada relay terhubung ke *common* maka tegangan 5v mengalir ke R1. Dan pada saat pengosongan NC terhubung dengan *common* maka R1 terhubung ke *ground*.

Komponen perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Nano. Perangkat ini berfungsi sebagai pengendali utama untuk menampilkan data hasil pengukuran pada LCD
2. Modul Relay berfungsi untuk memutuskan dan menyambungkan ke mode pengisian dan pengosongan
3. LCD 16x2 dan modul I2C berfungsi menampilkan hasil pengukuran nilai kapasitansi dan kontanta waktu rangkaian RC.
4. *Push botton* yang digunakan pada perangkat ini ada 4 buah yaitu :
 - *Push botton* berwarna merah berfungsi memilih mode pengisian dan mode pengosongan kapasitor.
 - *Push botton* berwarna kuning berfungsi sebagai reset atau kembali ke menu awal tampilan.
 - *Push botton* berwarna hijau berfungsi memulai pengisian dari tegangan 0volt.
 - *Push botton* berwarna biru berfungsi memulai pengosongan dari tegangan 5volt.
5. Power supply 5volt berfungsi sebagai sumber tegangan arduino nano.
6. Resistor 100K Ω berfungsi sebagai nilai resistansi tetap rangkaian RC yang digunakan pada pengujian.

2. Perancangan perangkat lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak (*software*) dilakukan dengan menggunakan software Arduino IDE. Perangkat lunak ini adalah bagian dari pembuatan program yang akan dimasukkan ke mikrokontroler yaitu berupa perintah untuk mengolah data masukan untuk diaplikasikan.



Gambar 3. Flowchart alat ukur konstanta waktu RC

3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui berfungsi tidaknya alat. Adapun prosedur pengujiannya adalah pengujian nilai konstanta waktu rangkaian RC pada saat pengisian, pengujian nilai konstanta waktu rangkaian RC pada saat pengosongan, pengujian nilai kapasitansi dan hasil data keseluruhan penelitian.

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 μ F

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 μ F

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.

3.2 Pengujian nilai konstanta waktu rangkaian RC pada 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 100k Ω . 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 μ F

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 100k Ω . 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 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 $4.4 \mu\text{F}$, untuk hasil alat ukur yaitu $4.4 \mu\text{F}$ dan presentasi kesalahannya tidak lebih dari 10% yaitu 1.3% yang berarti alat bekerja dengan baik.

3.5 Hasil Data Keseluruhan Penelitian

a. Hasil data keseluruhan pengisian

Tabel 6. Nilai rata-rata hasil keseluruhan pengisian

Nilai kapasitor (μF)	Nilai kapasitansi (C)		Nilai konstanta waktu (TC)		Presentasi kesalahan (%)	
	Multimeter (μF)	Alat ukur (μF)	Perhitungan (mS)	Alat ukur (mS)	C	TC
4.7	4.4	4.4	446	442	1.3	1.3
10	9.4	9.3	944	936	1.3	1.1
22	21.3	21.7	2132	2182	1.8	2.9
100	101.9	97.4	10190	10391	4.3	2.6
330	321.6	324.7	32168	32968	0.9	2.7

b. Hasil data keseluruhan pengosongan

Tabel 7. Nilai rata-rata hasil keseluruhan pengosongan

Nilai kapasitor (μF)	Nilai kapasitansi (C)		Nilai konstanta waktu (TC)		Presentasi kesalahan (%)	
	Multimeter (μF)	Alat ukur (μF)	Perhitungan (mS)	Alat ukur (mS)	C	TC
4.7	4.4	4.4	446	439	1.3	1.5
10	9.4	9.3	944	932	1.3	1.5
22	21.3	21.7	2132	2172	1.8	1.9
100	101.9	97.4	10190	9754	4.3	4.3
330	321.6	324.7	32168	32477	0.9	1

Cara menghitung nilai konstanta waktu rangkaian RC untuk pengisian:

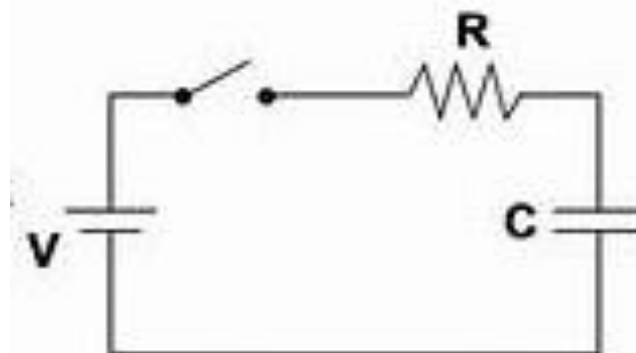
$$\begin{aligned}\tau &= R \times C \\ \tau &= 100 \text{ k}\Omega \times 4.6 \text{ }\mu\text{F} \\ \tau &= (100 \times 10^3) \times (4.6 \times 10^{-6}) \\ \tau &= 100000 \times 0.0000046 \\ \tau &= 0.46 \text{ s} = 460 \text{ mS}\end{aligned}$$

Cara menghitung nilai konstanta waktu rangkaian RC untuk pengosongan:

$$\begin{aligned}\tau &= R \times C \\ \tau &= 100 \text{ k}\Omega \times 319.4 \text{ }\mu\text{F} \\ \tau &= (100 \times 10^3) \times (319.4 \times 10^{-6}) \\ \tau &= 100000 \times 0.0003194 \\ \tau &= 31.94 \text{ s} = 31940 \text{ mS}\end{aligned}$$

3.6 Tampilan rangkaian pengisian dan pengosongan

a. Rangkaian pada saat pengisian

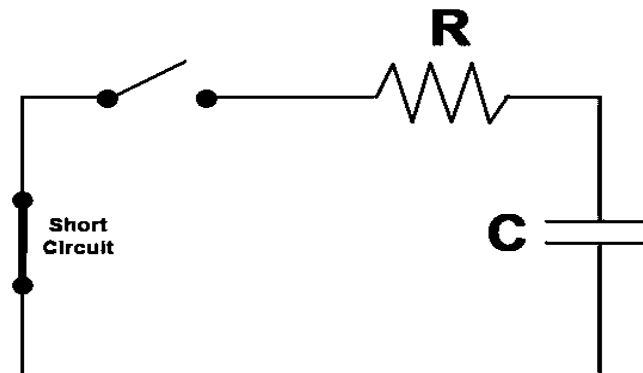


Gambar 4. rangkaian pengisian RC

Pada Gambar 4 menunjukkan kapasitor, (C) secara seri dengan resistor, (R) membentuk rangkaian Pengisian RC yang terhubung melintasi supply baterai DC (Vs) melalui sakelar mekanis. Ketika sakelar ditutup, kapasitor secara bertahap akan

mengisi melalui resistor sampai tegangan yang melintasi mencapai tegangan supply baterai.

b. Rangkaian pada saat pengosongan:



Gambar 5. rangkaian pengosongan RC

Pada gambar 5 saat kapasitor pengosongan maka dilakukan *short circuit* pada rangkaian RC sehingga arus yang mengalir nol. Jika kapasitor yang terisi penuh ini sekarang terputus dari tegangan supply, ia akan menyimpan energinya yang dibangun selama proses pengisian tanpa batas waktu (dengan asumsi kapasitor ideal dan mengabaikan segala kerugian internal), menjaga tegangan di terminalnya konstan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini menghasilkan produk berupa alat ukur konstanta waktu rangkaian resistor kapasitor(RC) berbasis mikrokontroller. 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 .

DAFTAR PUSTAKA

- Kho, D. (2022). *cara menghitung konstanta waktu rangkaian RC (resistor capasitor)*. <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.*
- Pawelloi, A. I., & Hasan, J. A. (2023). Sistem Kendali Kualitas Air dan Filterasi Air Aquarium Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Mosfet*, 3(2), 11–16. <https://doi.org/10.31850/jmosfet.v3i2.2670>
- Pebrian, A. W. (2024). *PERANCANGAN ALAT UKUR KONSTANTA WAKTU RESISTOR KAPASITOR (RC) BERBASIS MIKROKONTROLER*. Parepare: Universitas

- 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 Mikrokontroller. *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>