

Rancang Bangun Alat *Electrical Safety Analyzer* (ESA) Berbasis Arduino Uno Untuk Uji Kelistrikan Infant Warmer

Joselyn Arya Govilla

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang

Bayu Wahyudi

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang

Jl. Kol. Warsito Sugiarto Km 2,5 Gunungpati Semarang

joselynaryagovilla@stikessemarang.ac.id, bayuwahyudi@atemsemarang.ac.id

Abstract. *The Electrical Safety Analyzer is a calibration tool commonly used to measure leakage currents. In this study, the performance of the PZEM-004t sensor was compared with the sensor used in the Fluke Biomedical brand Electrical Safety Analyzer 612 to measure the validity of the instrument used to carry out various electrical safety tests, including tests. ground cable resistance, current consumption test, and to check whether the device under test meets electrical requirements.. This tool also makes things easier for electromedical technicians. This tool, designed for electrical testing of electromedical equipment, requires sensors and a microcontroller. The voltage and current sensors use a voltage follower circuit, an inverting amplifier and the microcontroller uses an Arduino Mega. The test method is to compare the measurement results of the TA module tool with the measurement results of the Fluke Biomedical brand Electrical Safety Analyzer tool in 5 trials with an interval of 5 minutes for each test. From the test results for the phase to neutral voltage, the largest error was obtained at 0.6% for the infant warmer load. From the results of the phase to ground voltage test, the largest error was obtained at 0.3% for the infant warmer load. In testing the current on the infant warmer load, an error of 0.0-0.1% was obtained.*

Keywords: *Leakage Current, Electrical Safety Analyzer(ESA), Function Test.*

Abstrak. Electrical Safety Analyzer merupakan alat kalibrasi yang biasa digunakan untuk mengukur arus bocor, dalam penelitian ini membanding performa sensor PZEM-004t dengan sensor yang digunakan pada Electrical Safety Analyzer 612 merk Fluke Biomedical untuk mengukur validitas instrumen yang digunakan untuk melakukan berbagai uji keamanan listrik, termasuk uji resistansi kabel pembumian, uji konsumsi arus, dan untuk memeriksa apakah perangkat yang diuji memenuhi persyaratan listrik.. Alat ini juga mempermudah teknisi elektromedis. Alat yang dirancang untuk uji kelistrikan peralatan elektromedik ini membutuhkan sensor dan microcontroller. Sensor tegangan, dan arus yang di menggunakan rangkaian voltage follower, penguat inverting dan microcontroller nya memakai Arduino Mega. Metode pengujian yaitu membandingkan hasil pengukuran alat modul TA dengan hasil pengukuran alat Electrical Safety Analyzer merk fluke biomedical sebanyak 5 kali percobaan dengan selang waktu 5 menit setiap pengujian. Dari hasil pengujian tegangan fasa to netral diperoleh error terbesar 0,6% pada beban infant warmer, pada hasil pengujian tegangan fasa to ground diperoleh error terbesar 0,3% pada beban infant warmer. pada pengujian arus pada beban infant warmer diperoleh error sebesar 0,0-0,1%.

Kata kunci: Arus Bocor, Electrical Safety Analyzer (ESA), Uji fungsi.

LATAR BELAKANG

Rumah sakit merupakan suatu fasilitas pelayanan Kesehatan yang memiliki banyak sekali peralatan elektromedis. Namun sering tidak jarang pula sering terjadi pemadaman karena MCB off akibat daya listrik tercapai (Auliani, 2021). Jika peristiwa tersebut sering terjadi maka akan merusak dan mempercepat usia dari peralatan elektromedis di rumah sakit. Kerusakan umum yang terjadi biasanya ada kebocoran arus pada peralatan elektromedis yang mengakibatkan sengatan. Jika tersentuh oleh pasien, sengatan ini sangat berbahaya yang bisa melukai pasien. Sengatan (setrum) dapat mengakibatkan kerusakan pada tubuh manusia bahkan kematian. Arus listrik yang mengalir melalui organ penting seperti jantung dan otak sangat berbahaya karena mempengaruhi kerja organ-organ tersebut. Arus listrik memanaskan jaringan tubuh sehingga menyebabkan terbakar (Chaniago, 2018).

Dalam upaya mempertahankan fungsi dan keandalan alat maka diperlukan pemeliharaan yang dilaksanakan oleh petugas. instansi yang bersangkutan maupun pihak lain secara terprogram dan berkesinambungan. Untuk mencapai fungsi dan keandalan alat tersebut selain dilakukan pemeliharaan juga perlu dilaksanakan kalibrasi secara berkala (Ubaidillah, 2018). Electrical Safety Analyzer (ESA) merupakan alat uji yang digunakan untuk menguji keselamatan (safety) dari suatu peralatan kesehatan maupun rumah sakit yang berbasis kelistrikan. Pengujian yang bisa dilakukan adalah kebocoran arus (leakage current), daya tahan perlindungan pembumian (Protective Earth Resistance), daya tahan isolasi (Insulation Resistance) (Kuswoyo, 2022).

Berkaitan dengan hal tersebut, maka di susunlah sebuah karya tulis ilmiah dengan judul “Rancang Bangun Alat Electrical Safety Analyzer (Esa) Berbasis Arduino Uno Untuk Uji Kelistrikan Infant Warmer”. Penulis berharap dengan adanya alat ini maka dapat memberikan inovasi dan referensi yang komprehensif kepada para mahasiswa/ahli tentang Electrical Safety Analyzer (ESA).

KAJIAN TEORITIS

Teori Penunjang

Electrical Safety Analyzer (ESA)

Electrical Safety Analyzer (ESA) merupakan alat uji yang digunakan untuk menguji keselamatan listrik (safety) dari suatu peralatan kesehatan maupun rumah sakit yang berbasis kelistrikan. Berikut merupakan parameter yang terdapat pada Electrical Safety Analyzer merk Fluke. Berikut parameter alat ESA merk Fluke yang dapat dilihat pada tabel 2.1 (Tajuk, 2009).

Tabel 2. 1 Parameter Electrical Safety Analyzer Merk Fluke

N o.	Parameter	Terukur	Toleransi
1.	Tegangan Input (L-N)	VAC	$\pm 10\%$
2.	Tegangan Input (L-PE)	VAC	$\pm 10\%$
3.	Tegangan Input (PE-N)	VAC	$\pm 10\%$
4.	Resistansi Penumbumian Protaktif	Ω	$\leq 0.2\Omega$
5.	Arus Bocor Peralatan Polaritas Normal	μA	$\leq 500\mu A$
6.	Arus Bocor Peralatan Polaritas Terbalik	μA	$\leq 500\mu A$
7.	Arus Bocor Selungkup Polaritas Normal	μA	$\leq 500\mu A$
8.	Arus Bocor Selungkup Polaritas Normal Tanpa Penumbumian	μA	$\leq 500\mu A$
9.	Arus Bocor Selungkup Polaritas Terbalik	μA	$\leq 500\mu A$
10.	Arus Bocor Selungkup Polaritas Terbalik Tanpa Penumbumian	μA	$\leq 500\mu A$
11.	Arus Bocor Bagian yang diaplikasikan	μA	$\leq 500\mu A$
12.	Resistansi Osilasi	$M\Omega$	$> 2M\Omega$

Electrical Safety Analyzer Standard

Standart Internasional yang banyak digunakan dan diadopsi oleh banyak negara di dunia untuk Electrical Safety adalah standar IEC (International Electrotechnic Commission). IEC 60601-1 merupakan standar umum untuk keselamatan listrik. Tujuan utama keselamatan listrik adalah untuk memastikan suatu peralatan aman digunakan oleh pengguna dan pasien. Keselamatan listrik berdasarkan IEC dikelompokkan ke dalam beberapa jenis, contohnya/antara lain keselamatan listrik untuk (Code, 2002):

1. Peralatan Medis.
2. Peralatan X ray.
3. Peralatan Bedah dengan frekuensi tinggi.
4. Sistem Peralatan Kesehatan (termasuk peralatan non medis) IEC 60601-1 Requirement :
 - Protective Earth Resistance :0.2 MΩ
 - Insulation Resistance Main Part :2 MΩ (minimal)
 - Earth Leakage Current :500 μA
 - Enclosure Leakage Current :100 μA
 - Patient Leakage Current :100μA (B&BF);10μA(CF)

Klasifikasi Type dan Kelas Peralatan Medik Sesuai IEC

1. Type-type peralatan medik :
 - a. Type B merupakan peralatan yang mempunyai pengamanan terhadap tegangan kejut sesuai ambang batas arus bocor yang diijinkan (normal 100 μA, tanpa pembumian 500 μA) tapi tidak boleh digunakan/berhubungan langsung dengan jantung.
 - b. Type BF merupakan peralatan yang mempunyai pengamanan terhadap tegangan kejut lebih baik dari peralatan type B yang tercapai, karena adanya isolasi (normal 100 μA, tanpa pembumian 500 μA) tapi tidak boleh digunakan/berhubungan langsung dengan jantung.
 - c. Type CF merupakan peralatan yang mempunyai pengamanan terhadap tegangan kejut paling baik yang tercapai dengan meningkatkan mutu isolasi (normal 10μA, tanpa pembumian 50 μA) dan boleh digunakan/berhubungan langsung dengan jantung.

<i>Symbols</i>	<i>Description</i>	<i>Symbol</i>	<i>Description</i>
	Type B		Type B Defibrillation protection
	Type BF		Type BF Defibrillation protection
	Type CF		Type CF Defibrillation protection

Gambar 1 Type peralatan medik

2. Kelas-kelas peralatan medik :

- a. Peralatan kelas I : merupakan peralatan yang mempunyai sistem pengamanan terhadap bahaya kejut listrik tidak hanya tergantung pada basic insulation, tetapi juga mengandalkan pengamanan tambahan yaitu adanya protective eart conductor yang terpasang secara permanen yang dihubungkan ke bagian-bagian lain dan alat akan yang bersifat konduktor/penghantar dan dapat disentuh/dicapai oleh tangan (accessible conductive parts). Perlu diketahui bahwa jika terjadi kegagalan fungsi pengaman dan basic insulation, maka fungsi pengamanan diambil alih oleh protective earth conductor. Ciri-ciri peralatan dengan kelas I yaitu peralatan tersebut memperoleh sumber tegangan dan luar (external supply mains, seperti: external battery,external converter,genset dsb).
- b. Peralatan kelas II : Merupakan peralatan yang mempunyai sistem pengaman terhadap bahaya kejut tidak hanya mengandalkan pada basic insulation saja, tetapi juga tergantung pada sistem pengaman sistem double insulation. Pada peralatan ini disamping memiliki pengaman basic insulation, juga memiliki pengaman tambahan berupa supplementary insulation dan atau reinforced insulation. Apabila terjadi kegagalan fungsi pengaman dari basic insulation, maka fungsi pengaman akan diambil alih oleh pengaman lapis kedua yaitu supplementary insulation dan atau oleh reinforced insulation. class II ini tidak ada/tidak memiliki protective earth conductor.
- c. Peralatan kelas III : Merupakan peralatan yang mempunyai sistem pengaman terhadap bahaya kejut listrik tergantung/menggunakan supply tegangan “safety extra low voltage”(SELV).

Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino merupakan pengendali mikro single board yang bersifat opensource, dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang. Hardware dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan software serta bahasa sendiri. Arduino merupakan sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Disebut sebagai platform karena, arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah suatu kombinasi dari hardware bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. Ada banyak projek dan alat-alat di kembangkan oleh akademis dan profesional dengan menggunakan arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang di buat oleh pihak lain untuk bisa di sambungkan dengan arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi.

Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah sebuah board arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital Input / Output, 15 buah di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, 16 buah analog input, 4 UART (port serial). Arduino Mega 2560 di lengkapi kristal 16 Mhz, koneksi USB, adaptor listrik, header ICSP, dan tombol reset (Wahyudi, 2016).



Gambar 2 Tampilan Arduino Mega 2560

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. Arduino ATmega328 menyediakan 4 hardware komunikasi serial UART TTL (5 Volt). Sebuah chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai COM Port Virtual (pada device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi Windows masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operasi OS X dan Linux akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis (Wahyudi, 2021). Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1 (Wahyudi, 2023).

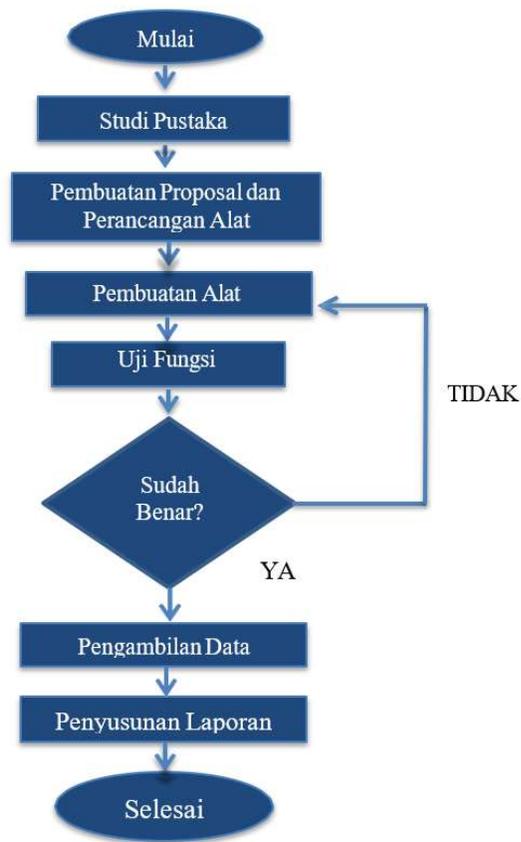
Liquid Crystal Display (LCD) TFT

Penampil (display) elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol-simbol lainnya. Liquid Crystal Display (LCD) adalah kristal cair pada layar yang digunakan sebagai modul tampilan informasi dengan memanfaatkan tegangan listrik untuk mengubah bentuk kristal-kristal cairnya sehingga membentuk tampilan simbol, angka, dan atau huruf pada layar (Gaol, 2022). TFT LCD yang merupakan singkatan atau kepanjangan dari Thin Film Transistor Liquid Crystal Display. Jenis Layar TFT, menawarkan kualitas yang lebih baik, termasuk gambar dan resolusi lebih tinggi jika dibandingkan dengan generasi layar sebelumnya (Saputra, 2017).



Gambar 3 Liquid Crystal Display (LCD) TFT

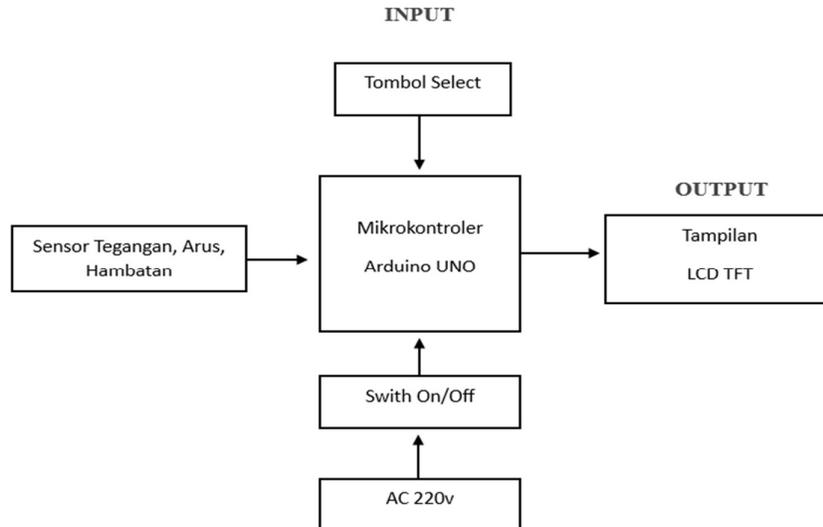
METODE PENELITIAN



Gambar 4 Flowchart penelitian

Berikut merupakan Gambar diatas Diagram Alir Penelitian yang peneliti lakukan dijelaskan pada flowchart diatas

Blok Diagram Alat



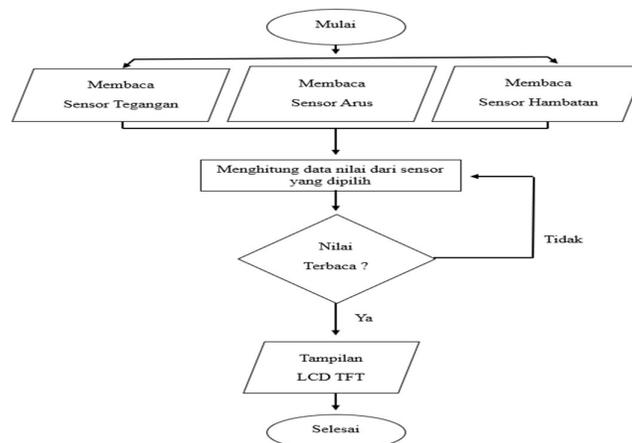
Gambar 5 Blok Diagram Alat

Adapun keterangan dari blok diagram pada gambar di atas adalah sebagai berikut:

Sumber tegangan berasal dari tegangan listrik pln yang dilanjutkan menuju tombol On/Off agar bisa dimatikan ketika sudah tidak digunakan. Jika sudah dinyalakan, Relay akan mengamankan tegangan Ac agar tidak terus mengalir dan akan masuk menuju Arduino. Mikrokontroler Arduino UNO akan mendapat tegangan dan dengan keluaran itu maka akan membaca sensor dengan pengaturan yang sudah ditentukan. Mikrokontroler akan menerima berupa data analog dari sensor dan memprosesnya yang kemudian akan mengirimkan data digital dan selanjutnya ditampilkan pada LCD TFT.

Flowchart Alat

Berikut merupakan gambar flowchart



Keterangan :

1. Mulai, proses sistem mulai bekerja.
2. Proses pembacaan sensor.
3. Memasukkan/input data nilai dari sensor yang dipilih.
4. Jika data nilai dari sensor tidak terbaca maka akan mengulangi proses sebelumnya.
5. Jika data nilai dari sensor sukses terbaca maka dapat memperoleh hasil.
6. Hasil akan ditampilkan oleh LCD TFT.
7. Selesai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengukuran yang akan dilakukan penulis adalah dengan mengukur tegangan ketika alat berfungsi, Setelah segala persiapan dan peralatan terpenuhi maka mulai dilakukan pengambilan data dengan melakukan pengukuran pada tiap-tiap titik pengukuran (TP). Dalam melakukan pengukuran pada hal ini penulis menggunakan multimeter.

Titik Pengukuran 1 (TP 1)

Pengukuran yang dilakukan oleh peneliti pada sumber daya jala-jala PLN menggunakan multimeter digital dengan cara mengukur output dengan probe multimeter digital. Sebelum menyentuh probe, peneliti menempatkan selector AC pada multimeter. Pada Titik Pengukuran 1 (TP1), probe berwarna merah disentuh ke tegangan (+) Monitor dan probe hitam disentuh ke tegangan (-) Monitor. Setelah melakukan pengukuran hasilnya dapat di lihat pada dan Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Pengukuran jala-jala PLN

Hasil Pengukuran			
Pengukur	Tegangan (V)	Rata – Rata(V)	Datasheet(V)
1	218,6		
2	218,6		
3	218,6	218,6 V	220,0 V
4	218,6		
5	218,6		

Keluaran dari output daya jala-jala PLN, secara teori menghasilkan 220,0 volt,berikut presentasi kesalahan.

$$220,0 - 218,6$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\quad}{220,0} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kesalahan} = 1,5 \%$$

Titik Pengukuran 2 (TP 2)

Pengukuran yang dilakukan oleh peneliti pada sumber daya Mikrokontroller Arduino Mega menggunakan multimeter digital dengan cara mengukur output dengan probe multimeter digital. Sebelum menyentuh probe, peneliti menempatkan selector DC pada multimeter.

Pada Titik Pengukuran 2 (TP 2), probe berwarna merah disentuh ke tegangan (+) Raspberry dan probe hitam disentuh ke tegangan (-) Raspberry. Setelah melakukan pengukuran hasilnya dapat di lihat pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.2 berikut

Tabel 3 Pengukuran Vin Arduino Mega

Hasil Pengukuran		
Pengukuran	Tegangan (V)	Rata – Rata(V) Datasheet(V)
1	4,62	4,60 V 5,0 V
2	4,61	
3	4,60	
4	4,59	
5	4,59	

Keluaran dari output raspberry, secara teori menghasilkan 5,0 volt, berikut presentasi kesalahan.

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{5,0 - 4,60}{5,0} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kesalahan} = 8 \%$$

Titik Pengukuran 3 (TP 3)

Pengukuran yang dilakukan oleh peneliti pada sumber daya LCD TFT touchscreen menggunakan multimeter digital dengan cara mengukur output dengan probe multimeter digital. Sebelum menyentuh probe, peneliti menempatkan selector DC pada multimeter. Pada Titik Pengukuran 3 (TP 3), probe berwarna merah disentuh ke tegangan (+) keyboard dan probe hitam disentuh ke tegangan (-) LCD TFT touchscreen . Setelah melakukan pengukuran hasilnya dapat di lihat pada dan Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Pengukuran LCD TFT 2,4 Inch

Hasil Pengukuran		
Pengukuran	Tegangan (V)	Rata – Rata(V) Datasheet(V)
1	4,47	4,49 V 5,0 V
2	4,45	
3	4,48	
4	4,50	
5	4,57	

Keluaran dari output keyboard, secara teori menghasilkan 5,0 volt, berikut presentasi kesalahan.

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{5,0 - 4,49}{5,0} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kesalahan} = 7,2 \%$$

Uji Fungsi

Pada uji fungsi Elektrical Safety Analyzer pada parameter Tegangan Alat didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 5 Pengujian Tegangan alat rancang bangun dibandingkan ESA merk Fluke

No	Tegangan ESA berbasis Arduino Mega	Tegangan ESA merk FLUKE
1	218.06 V	230.4 V
2	218.06 V	230.4 V
3	218.06 V	230.3 V
4	218.06 V	230.4 V
\bar{x}	218.06 V	230.4 V

Pada pengujian tegangan alat infant warmer diubungkan dengan socket AC yang terdapat pada alat Elektrical Safety Analyzer baik yang rancang bangun maupun dari pembanding merk Fluke, Selisih yang dihasilkan antara kedua alat tersebut adalah 12,34. Berikut presentasi kesalahan jika dibandingkan dengan ESA merk Fluke.

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{230,4 - 218,06}{230,4} \times 100\%$$

230,4

% Kesalahan = 5,3 %

Pada uji fungsi Elektrical Safety Analizer pada parameter Resistansi Pembumian Infant Warmer pada alat didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 6 Pengujian Resistansi pembumian alat rancang bangun dibandingkan ESA merk Fluke

No	Hasil Resistansi (pembumian) infantwarmer	Hasil Resistansi (pembumian) infantwarmer
1	1.1 Ω	1.5 Ω
2	1.1 Ω	1.5 Ω
3	1.1 Ω	1.6 Ω
4	2.2 Ω	1.5 Ω
\bar{x}	1.4	1.52

Pada pengujian tegangan alat infant warmer diubungkan dengan socket AC yang terdapat pada alat Elektrical Safety Analizer baik yang rancang bangun maupun dari pembanding merk Fluke, Berikut presentasi kesalahan resistansi pembumian alat rancang bangun jika dibandingkan dengan ESA merk Fluke.

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{1,52 - 1,4}{1,52} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kesalahan} = 7 \%$$

Pada uji fungsi Elektrical Safety Analizer pada parameter Arus Bocor pada alat Infant Warmer didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 7 Pengujian kebocoran arus alat rancang bangun dibandingkan ESA merk Fluke

No	Hasil kebocoran arus infantwarmer	Hasil kebocoran arus infantwarmer dengan menggunakan ESA merk Fluke
1	5.92 μ A	5.8 μ A
2	5.92 μ A	5.8 μ A
3	5.92 μ A	5.7 μ A
4	5.92 μ A	5.7 μ A
\bar{x}	5.92 μ A	5.75 μ A

Pada pengujian tegangan alat infant warmer diubungkan dengan socket AC yang terdapat pada alat Elektrical Safety Analyzer baik yang rancang bangun maupun dari pembanding merk Fluke, Berikut presentasi kesalahan kebocoran arus alat rancang bangun jika dibandingkan dengan ESA merk Fluke.

$$5,92 - 5,75$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\quad}{5,75} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kesalahan} = 2,9 \%$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang di dapat, Titik Pengukuran 1 (TP1) jala-jala PLN dengan rata-rata 218,6 dan nilai error 1,5%. Titik Pengukuran 2 (TP2) tegangan Vin Arduino Mega dengan rata-rata 4,6 dan nilai error 8 %. Titik Pengukuran 3 (TP3) LCD TFT 2,4 inch dengan rata-rata 4,73 dan nilai error 7%. Pada uji fungsi alat rancang bangun pada parameter tegangan didapatkan rata-rata 218,06 dengan nilai error dibandingkan dengan ESA merk fluke sebesar 5,3%, pada parameter Arus bocor pembumian didapatkan rata-rata 5,92 μ A dengan nilai error dibandingkan dengan ESA merk fluke sebesar 2,9%, pada parameter Resistansi pembumian didapatkan rata-rata 1,52 Ω dengan nilai error dibandingkan dengan ESA merk fluke sebesar 7%,.

DAFTAR REFERENSI

- Auliani, I. (2021). Evaluasi Sistem Pelaksanaan Manajemen Pemeliharaan Alat Medis di Instalasi Pemeliharaan dan Perbaikan Peralatan Medis Rumah Sakit (IP3MRS) RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau Tahun 2020. *Jurnal Pengabdian Kesehatan Komunitas (Journal of*
- Chaniago, W. (2018). Peran Tokoh Agama Dalam Penanggulangan Tindak Pidana Penangkapan Ikan Menggunakan Potassium dan Setrum di Sungai Ogan Desa Munggu Kecamatan Muara Kuang Kabupaten Ogan Ilir (Doctoral dissertation, UPT Perpustakaan UIN Raden Fatah Palembang).
- CODE, P. (2002). Medical electrical equipment–Part 2-44: Particular requirements for the safety of X-ray equipment for computed tomography.
- Gaol, T. H. L., Despa, D., & Sudjarwanto, N. (2022). Prototipe Pembatas Biaya Daya Listrik pada Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 9(1).
- Kuswoyo, H., Susana, E., & Tjahjadi, H. (2022). Design of Personal Health Monitoring Devices for Early Detection of Silent Hypoxia. *TEKNIK*, 43(1), 8-16.
- PENYELIDIKAN, L. A. (2009). TAJUK PROJEK: Mechanocatalysis with Electrically Induced Contractile Electro-Active Polymer.
- Ubaidillah, U. (2018). Analisis Penentuan Waktu Perawatan Mesin dan Penggantian Komponen Mesin Kritis di PT. Trijaya Adymix Mandiri (Studi Kasus: di SPPBE Jl. Raya Mojoagung) (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945).
- Wahyudi, A., & Agoes, S. (2016). Implementasi Otomatisasi Mesin Grating Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 18(2), 177-187.
- Wahyudi, B., Adella, D. J., & ABA, M. U. N. (2021). Analisis Data Berat Badan Dan Panjang Bayi Dengan Alat Ukur Panjang Dan Berat Badan Bayi Berbasis Arduino. *Elektrika*, 13(2), 42-46.
- Wahyudi, B., Ningtias, D. R., & Widyastuti, A. (2023). Kalibrator Infant Warmer Berbasis Arduino Uno Dilengkapi dengan Penyimpanan Data. *Elektrika*, 15(1), 23-28.