

## RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ESTIMASI BIAYA PEMAKAIAN PERALATAN LISTRIK RUMAH TANGGA

**Sutarsi Suhaeb, Saharuddin, ABD. Rahman J**  
Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Makassar

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk : (1) Menciptakan rancang bangun alat untuk memonitoring penggunaan daya pada peralatan listrik rumah tangga sehingga mampu mememanajemen penggunaan listrik dengan baik, (2) Mengetahui unjuk kerja dan tingkat kelayakan rancang bangun alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, KWH, Serta Estimasi Biaya Pemakaian Peralatan Listrik Pada Rumah Tangga, dan (3) Mengetahui perbandingan pengukuran alat monitoring dengan alat ukur yang sejenis saat pemakaian terus-menerus selama satu minggu. Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian rancang bangun dan desain yang bersifat menghasilkan suatu bentuk alat yang diaplikasikan pada alat monitoring daya listrik. Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan, terhitung mulai bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2022 yang dilakukan di lingkungan tempat tinggal peneliti dan di laboratorium Pendidikan Teknik Elektronika. Dalam penelitian ini menghasilkan alat untuk memonitoring penggunaan alat listrik rumah tangga sehingga mampu mememanajemen penggunaan listrik dengan baik. Pada pengujian tingkat kelayakan alat ini menggunakan instrumen pengujian standar ISO 25010, pengujian ini hanya menggunakan 3 karakteristik ISO 25010 yaitu *functionality*, *reliability*, dan *usability*. Perancangan alat monitoring berjalan dan bekerja dengan baik dan dapat menjalankan instruksi yang telah diprogramkan dan hasil dari uji coba berdasarkan hasil pengujian analisis dari uji *functionality* mendapatkan persentase 100%, hasil uji coba *reliability* mendapatkan persentase 98%, dan hasil uji coba *usability* mendapatkan persentase 92% dengan kategori keseluruhan sangat layak. Hasil dari penelitian ini yaitu produk yang dibuat berupa alat dapat diterapkan.

Kata Kunci : Rancang Bangun, Monitoring, Daya, Beban Listrik, KWH.

### PENDAHULUAN

Peningkatan tarif dasar listrik untuk rumah tangga dan usaha kecil diakibatkan oleh pencabutan subsidi listrik berdasarkan Peraturan Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Peraturan Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan. Pemerintah memberikan subsidi kepada kelompok masyarakat tidak mampu. Hingga Desember 2016, 23 juta pelanggan

900 VA masih menerima subsidi.

Kelompok keluarga dengan kapasitas listrik 900 VA membayar Rp.585,00 untuk setiap penggunaan daya per Kilo Watt Hour (KWH), ditambah subsidi pemerintah Rp.875,00 per KWH. Dengan asumsi pemakaian listrik normal adalah 125 KWH setiap bulan, tagihannya adalah Rp.74.740,00 setiap bulan. Jika tidak mendapatkan subsidi, tagihan listrik

akan meningkat menjadi Rp.1.450,00 per KWH. Jika rata-rata pemakaian setiap bulannya adalah 125 KWH, maka tagihan yang harus dibayar menjadi Rp.185.794,00 setiap bulannya.

Pemakaian daya listrik dalam suatu bangunan bergantung pada penggunaan. Semakin banyak alat yang digunakan, semakin besar pula daya yang digunakan sehingga dapat menimbulkan beban arus yang berlebihan. Untuk manajemen penggunaan listrik yang lebih baik, diperlukan suatu alat elektronik yang dapat memonitor penggunaan listrik pada alat-alat listrik yang dinilai sangat tidak efisien, seperti penanak nasi, dispenser, lemari es, TV, setrika, dan mesin cuci.

Setiap rumah yang telah dialiri listrik harus memiliki KWH meter yang diklaim oleh PLN. Perangkat ini berfungsi sebagai pencatat penggunaan daya oleh pelanggan. Sebenarnya banyak keluhan dari pelanggan listrik tentang tagihan yang harus dibayarkan setiap bulan ke PLN. Hal ini disebabkan, antara lain, pihak PLN yang mencatat KWH meter setiap bulannya tidak dilakukan dengan periode yang pasti. Seringkali bagian pencatat absen di lapangan untuk memantau secara rutin. Alasan lainnya adalah dalam beberapa kasus juga dari pihak konsumen listrik sendiri yang tidak mengetahui bahwa mereka tidak efisien dalam memanfaatkan pemakaian listrik.

Besarnya pemakaian energi listrik oleh setiap klien dapat diketahui oleh PLN dari alat yang disebut KWH meter. Kilo Watt *Hour* adalah alat untuk mengukur seberapa besar pemakaian energi listrik setiap jamnya. Sejak awal, kemampuan KWH meter untuk menghitung penggunaan energi listrik secara analog. Dalam perkembangan inovasi, memungkinkan kita untuk membuat KWH meter dengan tujuan agar pelanggan listrik dapat mengetahui berapa rupiah yang harus mereka bayarkan setiap bulan ke PLN.

KWH meter sangat vital sebagai alat monitoring yang dapat menghitung daya yang digunakan setiap jam dan menghitung perkiraan biaya yang dikeluarkan. Instrumen ini memproses arus dan tegangan yang mengalir untuk mengetahui berapa banyak daya yang digunakan. Kita dapat menghitung KWH yang akan dikalikan dengan biaya listrik per KWH-nya untuk memperoleh biaya yang diharapkan untuk dibayar.

Dengan membuat perangkat ini, para pengguna listrik rumah tangga diharapkan mampu untuk menghitung dan melakukan kalkulasi beban listrik yang bertujuan untuk menghemat daya yang digunakan di perangkat rumah tangga.

### **Monitoring**

Seperti yang dikemukakan oleh Dr. Harry Hikmat (2010), monitoring adalah

cara yang paling umum untuk mengumpulkan dan memeriksa data berdasarkan penanda yang ditetapkan secara sengaja dan terus-menerus pada kegiatan/program sehingga langkah-langkah perbaikan dapat dilakukan untuk peningkatan tambahan program/kegiatan. Monitoring adalah memeriksa yang dapat digambarkan sebagai memantau apa yang perlu diperhatikan, tingkat pemeriksaan yang lebih tinggi selesai untuk memungkinkan perkiraan dalam jangka panjang yang menunjukkan perkembangan menuju suatu tujuan atau menjauh darinya.

Monitoring akan memberikan data tentang status dan pola perkiraan dan penilaian yang dilakukan berulang-ulang, Monitoring pada umumnya dilakukan untuk alasan tertentu, untuk benar-benar melihat siklus dan item yang menyertainya atau untuk menilai kondisi atau kemajuan menuju tujuan. Monitoring adalah program standar untuk mengumpulkan informasi dan memperkirakan kemajuan tujuan program.

### **Sumber Listrik PLN**

Sumber listrik PLN (Pembangkit Tenaga Listrik Negara) adalah sumber energi listrik dengan arus bolak-balik atau Alternating Current (AC) yang dihasilkan dari generator AC, baik dari Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) maupun dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) maupun dari pembangkit listrik lainnya

yang menghasilkan sumber listrik dengan arus AC.

Sumber listrik AC menciptakan tegangan dan polaritas yang umumnya berubah dari polaritas positif ke negatif atau sebaliknya secara periodik dengan fungsi waktu, dengan bentuk gelombang sinus. Untuk sumber listrik dari PLN sendiri adalah gelombang sinus, sedangkan untuk gelombang persegi dan segitiga umumnya banyak digunakan pada inverter.

Tegangan dan arus AC biasanya dalam nilai RMS (*Root Mean Square*). RMS disebut juga *mean square*, yang merupakan estimasi faktual dari ukuran suatu kapabilitas yang memiliki kebesaran yang tidak menentu. Daya listrik dicirikan sebagai tingkat di mana energi listrik dihantarkan dalam rangkaian listrik.

### **Beban Listrik**

Beban linier adalah beban yang menciptakan struktur arus yang sama dengan struktur tegangan. Karena sumber tegangan sinusoidal murni, beban linier membuat arus yang sedang berlangsung dalam jaringan juga menjadi sinusoidal murni. Beban linier dapat diurutkan menjadi 3 macam:

1. Beban resistif (R), digambarkan dengan arus yang sedang berlangsung dengan tegangan. Beban yang memiliki sifat resistif akan memiliki sifat yang sama dengan resistor.

2. Beban induktif (L), digambarkan dengan penurunan tegangan yang berlangsung di belakang arus sebesar  $90^\circ$ . Beban induktif memiliki sifat yang mirip dengan induktor (L).
3. Beban kapasitif (C), digambarkan dengan suatu arus yang berjalan sebelum tegangan sebesar  $90^\circ$ . Beban kapasitif memiliki sifat yang mirip dengan kapasitor (C).

### **KWH Meter**

KWH meter adalah alat ukur terkoordinasi yang digunakan untuk mengukur seberapa besar energi dinamis dalam satuan kilo watt hour. Sedangkan yang dimaksud dengan alat ukur terkoordinasi adalah alat yang mengkoordinasikan dan mengukur arus, tegangan,  $\cos \phi$  dan semacamnya yang diberikan ke beban untuk jangka waktu tertentu. Fungsi KWH meter elektronik pada umumnya terdiri dari 3 fase, yaitu:

1. Identifikasi tegangan dan arus sesaat.
2. Mengalikan dua jumlah (tegangan dan arus) untuk mendapatkan daya sesaat.
3. Mengintegrasikan atau mengakumulasi hasil perkalian tegangan dan arus pada butir 2 diatas.

### **Arduino Uno**

Arduino Uno adalah sebuah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega 328. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin input dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input*

analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Untuk membantu mikrokontroler agar cenderung untuk digunakan, cukup dengan menghubungkan *Board* Arduino Uno ke PC menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC ke konektor DC atau baterai untuk menjalankannya.

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* dan *output*, memanfaatkan kemampuan *pinMode()*, *digitalwrite()*, dan *digitalRead()*. Fungsi ini bekerja pada 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau mendapatkan arus terbesar sebesar 40 mA dan memiliki resistor pull-up (terlepas secara default) sebesar 20-50 KOhm.

Arduino Uno memiliki berbagai fasilitas untuk berkomunikasi dengan PC, Arduino Uno lainnya, atau mikrokontroler lainnya. ATmega3282 memberikan korespondensi berurutan UART TTL (5v), yang dapat diakses pada pin digital 0 (RX) dan pin digital 1 (TX) yang terkomputerisasi.

### **Modul PZEM-004T**

Modul PZEM-004T merupakan modul sensor yang memiliki banyak kemampuan (multifungsi) diantaranya memiliki kemampuan misalnya memperkirakan daya, tegangan, arus dan energi yang terkandung dalam suatu aliran

listrik. Modul PZEM-004T dilengkapi dengan sensor tegangan dan sensor aliran (CT) sebagai kumparan bundar dengan model pusat split terkoordinasi, karena penggunaan pusat split memiliki keuntungan karena tidak sulit digunakan karena cenderung langsung dipasang pada kabel listrik yang dihubungkan tanpa perlu melepas kabel.

Tipe sebenarnya dari papan modul PZEM-004T berukuran 3,1 cm x 7,4 cm, modul PZEM-004T dilengkapi dengan bundelan kumparan transformator arus (CT) yang memiliki lebar 33 mm. Modul PZEM-004T memiliki dua segmen kabel, khususnya dari kabel terminal input untuk tegangan dan arus dan terminal input kabel untuk korespondensi berurutan.

Pemasangan kabel sesuai kebutuhan, modul ini dilengkapi dengan papan pin TTL yang mendukung komunikasi data berurutan yang dikirimkan ke hardware. PZEM-004T dapat dihubungkan dengan perangkat yang memiliki port USB atau RS-232 (seperti PC) menggunakan kabel konverter seperti TTL ke USB atau TTL ke RS232.

### **Modul HLK-PM01**

Modul HLK-PM01 adalah modul catu daya *mini* yang mengubah tegangan AC 220V sepenuhnya menjadi tegangan DC 5V 600mA (3W). Dengan ukuran yang kecil dan *compact*, catu daya ini cocok untuk proyek yang membutuhkan daya

lebih sedikit, misalnya memanfaatkan pada proyek Arduino.

Modul HLK-PM01 ini memiliki 4 buah pin yaitu 2 pin *input* yang dihubungkan dengan sumber tegangan listrik AC atau listrik PLN dan 2 buah pin *output* sebagai sumber tegangan listrik DC 5 Volt pada proyek yang akan dibuat.

### **LCD**

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan inovasi CMOS yang bekerja dengan tidak menciptakan cahaya namun memantulkan cahaya di sekitarnya ke *front-lit* atau mengkomunikasikan cahaya dari *back-lit*. Kemampuan LCD (*Liquid Cristal Display*) sebagai penampil informasi seperti karakter, huruf, angka atau desain (Khoirul Iman : 2016).

LCD adalah lapisan kombinasi antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium langsung sebagai *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Pada titik ketika katoda digerakkan oleh medan listrik (tegangan), partikel organik yang panjang, silinder sesuai dengan elektroda *segment*. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya tingkat belakang diikuti oleh lapisan reflektor. Cahaya yang dicerminkan tidak dapat menembus molekul yang telah menyesuaikan dan *segment* yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk

karakter data yang ingin ditampilkan.

## METODE PENELITIAN

### Desain Perancangan

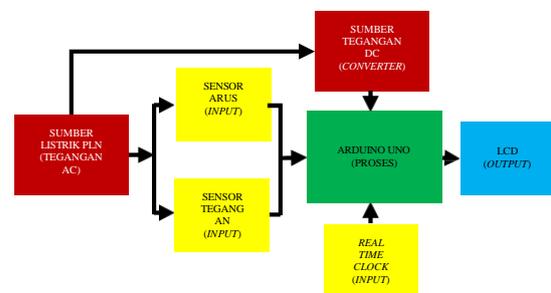
Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian rancang bangun dan desain yang bersifat menghasilkan suatu bentuk alat yang diaplikasikan pada alat monitoring daya listrik. Dengan adanya alat ini, diharapkan dapat mempermudah masyarakat untuk memonitoring penggunaan daya pada peralatan listrik rumah tangga sehingga mampu manajemen penggunaan listrik dengan baik.

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan, terhitung mulai bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2022 yang dilakukan di lingkungan tempat tinggal peneliti dan di laboratorium Pendidikan Teknik Elektronika.

Produk ini menggunakan metode penelitian rancang bangun, yaitu perancangan menggunakan modul sensor PZEM-004T sebagai sensor tegangan dan sensor arus listrik. Alat monitoring daya listrik ini menggunakan Arduino Uno sebagai pemroses sinyal atau data dari sensor PZEM-004T dan *output* yang berupa informasi hasil pengukuran tegangan, arus, daya, KWH, serta estimasi biaya pemakaian peralatan listrik rumah tangga.

Penelitian ini dimulai dengan perancangan desain rangkaian elektronik dengan menggunakan aplikasi *SketchUp*.

Aplikasi ini adalah salah satu yang sering digunakan untuk membuat rancangan atau desain rancangan elektronik yang berupa gambar 3D. Setelah itu, alat ini dirancang ketika sensor PZEM-004T mendeteksi tegangan dan arus yang telah dimasukkan, maka mengirimkan sinyal ke Arduino Uno. Setelahnya sinyal diolah dan diteruskan ke LCD sebagai *output* pengukuran tegangan, arus, daya, KWH, serta estimasi biaya pemakaian peralatan listrik rumah tangga.



Gambar 1.

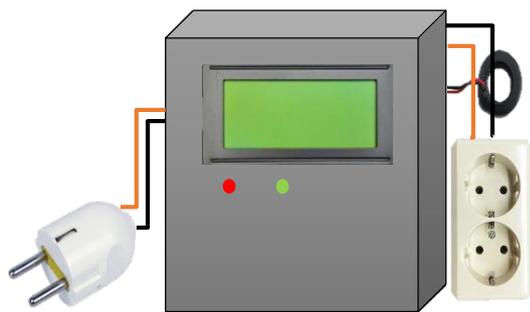
Blok Diagram Sistem Alat Monitoring

### Alat dan Bahan yang Digunakan

Dalam perancangan alat monitoring ini, beberapa alat dan komponen digunakan berdasarkan spesifikasi, jenis dan jumlah kebutuhan. Alat yang digunakan dalam pembuatan alat monitoring adalah *cutter*, obeng set, solder, timah, penghisap timah, gunting, bor tangan, multimeter, PC/laptop, dan tang.

Bahan yang digunakan adalah Arduino Uno, Sensor PZEM-004T, LCD, HLK-PM01, modul SD card, RTC, kabel *jumper*, mur, baut, dan kabel.

## Gambar Desain Produk



Gambar 2.  
Contoh Desain Produk

Tahap ini merupakan tahap kedua setelah semua komponen elektronik dikerjakan. Hal yang dilakukan dalam perancangan konstruksi mekanik ini adalah merancang tempat/*box project* untuk meletakkan komponen-komponen rangkaian alat yang telah dirancang.

Hal pertama yang dilakukan adalah membuat desain tempat rangkaian sesuai dengan ukuran seluruh komponen alat dengan menggunakan aplikasi pembuatan desain proyek yaitu aplikasi *SkechUp*.

## HASIL PENELITIAN

### Deskripsi Produk

Rancang bangun alat monitoring penggunaan alat listrik rumah tangga menggunakan modul PZEM-004T sebagai sensor tegangan, arus, dan daya listrik. Alat ini dibuat dengan tujuan mengestimasi biaya pemakaian peralatan listrik rumah tangga untuk menghemat penggunaan listrik. Dalam perancangan yang telah dilakukan, alat ini terbagi dalam beberapa bagian seperti, modul PZEM-004T, modul

Hi-Link PM01, RTC (*Real Time Clock*), LCD (*Liquid Crystal Display*), dan mikrokontroller yang digunakan adalah arduino uno dan *software* yang digunakan adalah arduino IDE.

Sistem kerja alat monitoring penggunaan alat listrik rumah tangga ini adalah ketika alat diberikan masukan tegangan AC 220 Volt, lalu tegangan akan melalui modul Hi-Link PM01 untuk dikonversi menjadi tegangan DC 5 Volt sebagai *power supply* pada rangkaian. Selanjutnya tegangan melalui sensor PZEM-004T dan menuju ke terminal colokan beban. Jika alat monitoring tidak diberikan beban berupa peralatan listrik, maka alat monitoring belum mulai menghitung waktu lamanya memonitoring peralatan listrik dan hanya mengukur tegangan.

Jika alat monitoring diberikan beban berupa peralatan listrik, maka alat monitoring akan mulai menghitung waktu lamanya alat memonitoring peralatan listrik. Selanjutnya alat monitoring mulai melakukan pengukuran tegangan, arus, daya, KWH, serta menghitung estimasi biaya pemakaian listrik.

### Hasil Uji Coba

#### Pengujian *Functionality*

Pengujian ini didasarkan pada instrumen berupa *test case* yang berisi 10 butir pertanyaan. Setiap fungsi yang berjalan dengan baik maka tester atau

validator ahli akan memberikan tanda *checklist* di kolom “Ya”. Namun, apabila fungsi tidak berjalan dengan baik, maka akan diberi tanda *checklist* di kolom “Tidak” pada *test case* tersebut.

Berdasarkan pengujian aspek *functionality*, dapat diketahui tingkat keberhasilan produk yang telah di uji validator adalah 100%. Karena persentase *functionality* adalah 100%, maka dapat disimpulkan berdasarkan syarat kategori kelayakan produk bahwa produk ini dinyatakan “Sangat Layak” untuk digunakan.

**Pengujian Reliability**

Pengujian untuk karakteristik *reliability* dilakukan dengan mengamati hasil kerja alat dengan beberapa pengukuran dan pengamatan menggunakan alat ukur pembanding yang terstandar kalibrasi untuk mengetahui tingkat keandalan alat. Adapun kriteria hasil pengujian alat yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Pengamatan Hasil Uji Coba Alat

No.	Indikator Keberhasilan Produk	Hasil Uji Coba	
		Ya	Tidak
1.	Sensor PZEM-004T mengukur tegangan, arus, dan daya listrik	✓	
2.	RTC Menghitung Waktu	✓	
3.	Arduino Membaca Data dari Sensor dan RTC	✓	
4.	Arduino Mengirim Data ke LCD	✓	
5.	LCD Menampilkan Informasi	✓	

Tahap ini dilakukan pengujian alat dimana setiap modul berfungsi dengan semestinya yang diharapkan.

Tabel 2. Pengecekan Tegangan

No.	Jenis Pengujian	Kriteria pengujian	Hasil pengujian
1.	Tegangan Power Utama	220 VAC	194 VAC
2.	Tegangan HLK-PM01	5 VDC	4,97 VDC
3.	Tegangan Arduino	5 VDC	4,97 VDC
4.	Tegangan Sensor PZEM-004T	5 VDC	4,53 VDC
5.	Tegangan RTC DS3231	3 VDC	2,47 VDC
6.	Tegangan LCD	5 VDC	4,97 VDC

Pada tahap ini, dilakukan proses pengukuran tegangan setiap modul agar semua modul dapat berjalan. Dari hasil pengukuran berbeda dengan teori, dimana disebabkan karena beberapa faktor, yaitu dalam sebuah multimeter terdapat beberapa resistor yang dapat menghambat arus ketika pengukuran dan setiap modul yang diukur mempunyai nilai resistansi yang berbeda sehingga hasil pengukuran berbeda dengan teori.

Tabel 3. Pengujian Alat Selama Satu Minggu

Hari	Tegangan	Arus	Daya	kWh	Waktu
Senin	189,9 V	0.14 A	21 W	0,573 kWh	24 jam
Selasa	195,6 V	0.15 A	23 W	1,147 kWh	48 jam
Rabu	197,9 V	0.16 A	23 W	1,717 kWh	72 jam
Kamis	199,9 V	0.16 A	24 W	2,280 kWh	96 jam
Jumat	195,9 V	0.15 A	23 W	2,856 kWh	120 jam
Sabtu	204 V	0.17 A	25 W	3,471 kWh	144 jam
Minggu	211,9 V	0.17 A	26 W	4,092 kWh	168 jam

Tahap ini dilakukan pengujian alat monitoring selama satu minggu dengan

menggunakan beban induktif berupa pompa air aquarium.

Tabel 4.  
Pengujian Akurasi Pengukuran Tegangan Alat Monitoring

No.	Tegangan yang Diamati (V)		Error (%)
	Alat Monitoring	Voltmeter	
1.	188,9 V	189 V	0,05
2.	194,6 V	195 V	0,20
3.	197,9 V	198 V	0,05
4.	199,9 V	200 V	0,05
5.	195,9 V	196 V	0,05
6.	204 V	204 V	0
7.	211,9 V	212 V	0,05
Error Rata-rata (%)			0,06

Pada tahapan ini, data kesalahan atau *error* yang didapat dari perbandingan pengukuran alat monitoring dengan voltmeter didapatkan persentase kesalahan rata-rata dalam mengukur tegangan sebesar 0.06% atau sebesar akurat 99,94%.

Tabel 5.  
Pengujian Akurasi Pengukuran Arus Alat Monitoring

No.	Tegangan yang Diamati (V)		Error (%)
	Alat Monitoring	Ampere meter	
1.	0.14 A	0.12 A	2
2.	0.15 A	0.13 A	2
3.	0.16 A	0.14 A	2
4.	0.16 A	0.14 A	2
5.	0.15 A	0.13 A	2
6.	0.17 A	0.13 A	4
7.	0.17 A	0.14 A	3
Error Rata-rata (%)			2,4

Tabel 5, merupakan hasil dari pengujian akurasi pengukuran arus alat monitoring dengan menggunakan beban induktif berupa pompa air aquarium selama satu minggu, yang dibandingkan dengan

pembacaan arus dari Amperemeter yang terstandar kalibrasi. Berdasarkan dari hasil perhitungan *error* sensor diperoleh nilai rata-rata *error* sebesar 2,4% atau akurat sebesar 97,6%.

Tabel 4.10  
Pengujian Akurasi Pengukuran Daya Alat Monitoring

No.	Daya yang Diamati (P)		Error (%)
	Alat Monitoring	KWH Meter	
1.	20,8 Watt	20,6 Watt	0,9
2.	22,6 Watt	22,4 Watt	0,9
3.	23,3 Watt	23 Watt	1,3
4.	23,7 Watt	23,4 Watt	1,3
5.	22,6 Watt	22,4 Watt	0,9
6.	24,8 Watt	24,6 Watt	0,9
7.	26,4 Watt	26,2 Watt	0,9
Error Rata-rata (%)			1

Hasil dari pengujian akurasi pengukuran daya alat monitoring dengan menggunakan beban induktif berupa pompa air aquarium selama satu minggu, yang dibandingkan dengan pembacaan daya dari KWH meter yang terstandar kalibrasi, diperoleh nilai rata-rata *error* sebesar 1% atau akurat sebesar 99%.

Tabel 4.11  
Pengujian Akurasi Pengukuran kWh Alat Monitoring

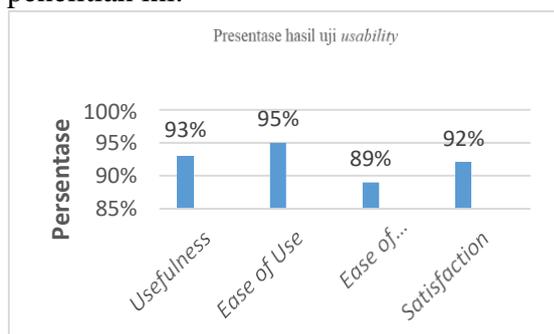
No.	KWH yang Diamati (W)		Error (%)
	Alat Monitoring	KWH Meter	
1.	0,573 KWH	0,57 KWH	0,9
2.	1,147 KWH	1,14 KWH	0,9
3.	1,717 KWH	1,71 KWH	1,3
4.	2,280 KWH	2,27 KWH	1,3
5.	2,856 KWH	2,85 KWH	0,9
6.	3,471 KWH	3,46 KWH	0,9
7.	4,092 KWH	4,09 KWH	0,9
Error Rata-rata (%)			1

Hasil dari pengujian akurasi pengukuran KWH alat monitoring dengan menggunakan beban induktif berupa pompa air aquarium selama satu minggu, yang dibandingkan dengan pembacaan daya dari KWH meter yang terstandar kalibrasi. Berdasarkan dari hasil perhitungan *error* diperoleh nilai rata-rata *error* sebesar 1% atau akurat sebesar 99%.

Karena persentase *reliability* memiliki perbandingan akurasi untuk tegangan sebesar 99,94%, arus sebesar 97,6%, daya sebesar 99%, dan persentase kesalahan ukur untuk KWH sebesar 99%, maka uji *reliability* memiliki perhitungan kesalahan/*error* dengan persentase rata-rata 98%. Berdasarkan syarat kategori kelayakan produk, produk ini dinyatakan “Sangat Layak” untuk digunakan.

### Pengujian Usability

Berikut ini tanggapan dari responden mengenai Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, KWH, Serta Estimasi Biaya Pemakaian Peralatan Listrik Pada Rumah Tangga sesuai tempat dilaksanakannya penelitian. Responden pada peneliti ini sebanyak 5 responden yaitu sebagai objek pada penelitian ini.



Gambar 3.  
Diagram Persentase Hasil Uji Coba Usability

Respon yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan untuk instrumen pengujian *Usability* mencapai rata-rata 92% dengan kategori “Sangat Layak”. Hal ini dapat diartikan bahwa Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, KWH, Serta Estimasi Biaya Pemakaian Peralatan Listrik Pada Rumah Tangga ini Layak digunakan oleh masyarakat pada umumnya.

### SIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Setelah melalui tahap perancangan, pengujian dan pembahasan hasil pengujian secara keseluruhan dari Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, KWH, Serta Estimasi Biaya Pemakaian Peralatan Listrik Pada Rumah Tangga, maka dapat diambil beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut: Dalam perancangan alat ini menghasilkan alat untuk memonitoring penggunaan alat listrik rumah tangga sehingga mampu manajemen penggunaan listrik dengan baik.

Tahap awal pembuatan alat ini dengan menggunakan aplikasi Diptrace untuk jalurnya. Perancangan ini terdiri dari tiga aspek, yaitu *input*, proses, dan *output* pada *hardware* dan merangkainya. Setelah itu pembuatan *coding* program di aplikasi *software* arduino IDE untuk memfungsikan

alat yang telah dirancang.

Perancangan alat monitoring berjalan dan bekerja dengan baik dan dapat menjalankan instruksi yang telah diprogramkan. Hasil dari uji coba berdasarkan hasil pengujian analisis dari Uji Functionality mendapatkan persentase 100% (Sangat layak), analisis dari Uji Reliability mendapatkan persentase rata-rata 98% (Sangat layak), serta analisis dari Uji Usability mendapatkan persentase 92% (Sangat layak).

Pada monitoring penggunaan daya dan estimasi biaya peralatan listrik, didapat penggunaan setrika memiliki konsumsi daya paling boros yaitu sebesar 305 Watt dan estimasi biaya sebesar Rp.6,7/menit.

Berdasarkan hasil pengujian alat monitoring dengan alat ukur sejenis yang dilakukan selama satu minggu, dapat diketahui bahwa alat monitoring memiliki perbandingan persentase kesalahan ukur untuk tegangan sebesar 0,06%, arus sebesar 2,4%, daya sebesar 1%, dan persentase kesalahan ukur untuk KWH sebesar 1%.

### Saran

Saran berdasarkan analisis dan kesimpulan dari produk tersebut dalam usaha meningkatkan mutu dan kualitas produk adalah sebagai berikut: Untuk mendapatkan tingkat pembacaan arus yang presisi, diperlukan jenis sensor arus yang lebih baik dalam hal resolusi pembacaan

hingga sensitifitas pembacaan arusnya untuk mengurangi tingkat penyimpangan atau *error* dari pembacaan arus.

Dapat ditambah dengan sistem IoT (*Internet of Think*) untuk pengaturan relay/saklar yang terhubung ke handphone agar dapat mengamati dan mengontrol pemakaian peralatan listrik lebih mudah.

Penulis menyadari alat yang telah dirancang terlampaui sederhana sebagai proyek tugas akhir karena keterbatasan biaya dan kemampuan, maka dari itu diharapkan pengembangan alat tersebut baik oleh mahasiswa maupun dosen.

### DAFTAR PUSTAKA

- A. Fitriandi, E. Komalasari, and H. Gusmedi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway," J. Rekayasa dan Teknol. Elektro, vol. 10, no. 2, pp. 87–98, 2016.
- Diah Risqiwati, Ahmad Ghozali dan Zamah Sari. Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Prabayar dengan Menggunakan Arduino Uno. Universitas Muhammadiyah Malang Vol.1 No.2 Hal. 47-54 2016.
- Elga Aris Prasetyo. 2017. cara menambahkan librari pada arduino IDE.<https://www.arduinoindonesia.id/2017/02/cara-menambahkan-library-pada-arduino.html>. (Diakses 8 februari 2022).
- Heri Andrianto & Aan Darmawan. 2016. Arduino Belajar Cepat dan pemrograman. Bandung: Penerbit Informatika.
- Hendra Septa. 2015. Karakteristik Alat

- Ukur. <http://hendrasepta22.blogspot.com/2015/11/karakteristik-alat-ukur.html>. (Diakses 12 April 2022)
- Imam Khoirul. 2016. LCD dengan L2C Module untuk Arduino. <https://khoiruliman.wordpress.com/2016/06/07/lcd-dengan-i2c-module-untuk-arduino/>. (Diakses 9 februari 2022)
- Junaidi & Yuliyani Dwi Prabowo, 2018. Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis ARDUINO. Bandar Lampung: Badan Penerbit AURA CV. Anugrah Utama Raharja. [http://repository.lppm.unila.ac.id/7492/1/Buku Mikrokontroler.pdf](http://repository.lppm.unila.ac.id/7492/1/Buku_Mikrokontroler.pdf) (Diakses 10 februari 2022)
- M. Prathik, K. Anita dan V. Anitha. Smart Energy Meter Surveillance Using IoT. Assistant Professor, Department of Electrical and Electronics Engineering Sri Sairam Engineering College Chennai. 5 November 2018.
- Muhamad Juhan dan Tri Rijanto. Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications (GSM) 8001 Berbasis Arduino Uno. Jurusan Teknik Elektro. Volume 8 Nomor 147-55 Tahun 2019.
- P. Sciencedirect, "ScienceDirect ScienceDirect Faults Monitoring System in the Electric Power Grid of Medium Voltage Monitoring System in the Electric Power Grid of Medium Voltage Voltage," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 130, pp. 696–703, 2018.
- Pebrianto Eko. 2017. Tarif Listrik Pelanggan 900 VA Golongan Mampu Naik. <https://www.liputan6.com/bisnis/read/2937331/tarif-listrik-pelanggan-900-va-golonganmampu-kembali-naik-di-mei>. (Diakses 8 februari 2022)
- S. Sapiie dan O. Nishino, Pengukuran dan alat ukur listrik. Jakarta: Pradya paramita, 1994.
- Santoso,H..(2015).E-Book Gratis Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula, <http://www.elangsakti.com/2015/07/ebook-gratis-belajar-arduino-pemula.html> (Diakses 10 Februari 2022)
- T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and E. M. Rumbayan, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," *Tek. Elektro dan Komputer*, vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015.