

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka pada tugas akhir ini membahas tentang alat yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dan penambahan referensi dalam pengembangan sistem yang ingin dirancang dalam tugas akhir ini.

Penelitian tentang alat kontrol konsumsi daya pernah dilakukan oleh Bahrul Alam Maslyawan, Sidik Nurcahyo , Ari Murtono dengan judul “Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Pada Kamar Kost Serta Estimasi Biaya Keluaran Berbasis IoT (Internet of Things)” menghasilkan alat untuk memonitoring penggunaan daya listrik kemudian mengestimasi biaya yang dikeluarkan. Terdapat beberapa fitur didalamnya yaitu mode prabayar dan pascabayar, pengaturan tarif, pengaturan saldo, dan mode kunci. Kekurangan penelitian ini adalah perlu ditambah pemantauan dan pengukuran pada sumber DC, serta penambahan keypad atau push button untuk kontrol alat apabila tidak terhubung dengan jaringan internet [4]. Penelitian yang dilakukan oleh Galla Herandy, Bambang Suprianto dengan judul “Monitoring Biaya Dan Pengukuran Konsumsi Daya Listrik Berbasis Arduino Mega2560 Menggunakan Web” menggunakan metodologi penelitian kuantitatif, penelitian ini menggunakan angka sebagai hasil pengukuran daya yang dipakai. Kekurangan ini adalah masih menggunakan domain dan hosting berbayar [5].

Penelitian yang dilakukan oleh Abdul Khaliq Lubis dengan judul “Alat Penghitung Konsumsi Daya Pada Alat Elektronik Interface Android Berbasis Arduino Uno” alat ini menggunakan sensor arus ACS 712 sebagai sensor penghitung arus pada beban. Sistem yang digunakan dalam perancangan alat ukur ini adalah Arduino Uno, mikrokontroler tersebut mempunyai ADC 10 bit sehingga data hasil konversi dapat lebih presisi. Kekurangan alat ini adalah kemasan alat ini masih riskan dan belum aman [6]. Penelitian yang dilakukan oleh Gatot Santoso, Wiwik Handajadi, dan Slamet Hani, Gani Halim Baskara dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Dan Pengendali Pemakaian Daya Listrik Berbasis Sms Gateway” alat ini menggunakan sensor ACS712-30A sebagai pengukur arus yang mengalir dari sumber ke beban dan

menggunakan sensor ZMPT101B untuk mengukur tegangannya. Untuk mengirimkan data yang sudah diolah oleh Arduino Uno menggunakan SIM900 untuk mengirimkan jumlah pemakaian melalui SMS. Pada penelitian ini dibuat alat ukur penggunaan daya listrik ketika ada beban yang terpasang, sensor arus akan mendeteksi arus listrik yang mengalir dan sensor tegangan akan mendeteksi tegangan jala-jala listrik setiap saat. Kekurangan alat ini adalah masih menggunakan sms[7] .

Penelitian yang dilakukan oleh Haqqu Makhabbah, Achmad Imam Agung dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Dan Pemutus Daya Otomatis Berbasis Internet” alat ini digunakan untuk monitoring tegangan (V), Arus (A), Daya (W), pemakaian daya dalam waktu sekian jam (kWh), Faktor Daya ($\cos \pi$), Frekuensi (Hz). Selain itu prototipe ini juga dapat memutus daya secara otomatis ketika pengguna belum membayar tagihan pada tanggal yang sudah ditentukan. Kekurangan penelitian ini adalah masih menggunakan ampere relay 10 A [8].

Penelitian yang dilakukan oleh Piet Yohanes Lakapu, Nursalim, Evtaleny R. Mauboy dengan judul “Sistem Kontrol Dan Monitor Untuk Manajemen Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Kelistrikan Rumah Tangga R-1” menghasilkan sistem yang dapat mengontrol penggunaan listrik dalam jarak jauh melalui web dan sistem yang dapat memonitor data konsumsi listrik secara realtime dan ditampilkan dalam grafik serta menghitung besar tarif listrik yang dikeluarkan setiap bulan. Kekurangan penelitian ini adalah raspberry pi tidak bisa dihubungkan langsung dengan sensor analog [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Raviki Dwi Alfian, Subuh Isnur Haryudo, Unit Three Kartini, Nur Kholis dengan judul “Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Dan Kontrol Daya Listrik Pada Rumah Kos Berbasis Internet Of Things” alat ini memantau pemakaian tarif listrik secara real-time dengan jarak jauh menggunakan alat monitoring pemakai tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis internet of things. Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif komparatif dengan pengambilan data nilai tegangan dan arus dari alat rancangan akan dibandingkan dengan alat ukur mutimeter merk cellkit. Kekurangan penelitian ini adalah belum menggunakan relay, modul charger baterai otomatis dan baterai untuk backup sebagai cadangan daya ketika listrik padam[10] . Penelitian yang dilakukan oleh Eka Budhy Prasetya dengan judul “Aplikasi Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega328”

menghasilkan alat yang dapat memantau dan mengontrol pemakaian daya listrik, menggunakan sensor arus, sensor tegangan, Mikrokontroler ATmega328P, Relay dan Modul GSM sebagai SMS Gateway sehingga pengguna mengetahui sedini mungkin potensi gangguan. Penelitian yang dilakukan oleh Yosafat Indra Inasa, Boni Pahlano Lapanoro, Iklas Sanubary dengan judul “Rancang Bangun Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P pada Rumah Indekos” menghasilkan alat untuk mengontrol pemakaian energi listrik di rumah indekos dengan menggunakan sistem password administrator dan SMS administrator. Kekurangan penelitian ini adalah pembacaan sensor yang belum stabil serta masih menggunakan sensor yang masih kurang akurat. Kekurangan penelitian ini adalah menggunakan NodeMCU ESP 8266 dan jangkauan jarak kurang jauh[11].

Penelitian yang dilakukan oleh Amir Shodiq, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar dengan judul “Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis Internet Of Things” menghasilkan alat untuk alat yang dapat memantau dan mengontrol pemakaian daya listrik, menggunakan sensor arus, sensor tegangan, Mikrokontroler ATmega328P, Relay dan Modul GSM sebagai SMS Gateway sehingga pengguna mengetahui sedini mungkin potensi gangguan[12].

Penelitian ini berbeda dengan penelitian diatas, penelitian ini berupa “Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Pembatas Konsumsi Energi Listrik”. Penelitian ini bertujuan untuk mengontrol konsumsi daya, memonitoring arus, tegangan, daya dan energi serta membatasi pengeluaran daya secara *real time* sesuai dengan waktu sekarang. Alat Pembatas Konsumsi Energi Listrik dipasang pada beban untuk 5 peralatan listrik. Data diambil dari alat rancangan yang terdiri dari Arduino Mega 2560, Solid State Relay, Modul Bluetooth HC 05, PZEM 004T, Modul RTC DS3231, LCD 20X4, I2C. Alat ini juga terkoneksi dengan App Inventor sehingga dapat dimonitor di aplikasi serta dapat diakses oleh banyak orang. Menggunakan buzzer sebagai tanda peringatan daya yang dipakai sampai batas pemakaian. Input pembatas daya adalah dengan mengatur menggunakan tombol untuk *setting* dibuat dua mode yaitu mode manual dan mode bluetooth, otomatis ketika daya mencapai batas, arus yang ada di stop kontak akan diputus sampai hari berikutnya. Kemudian hari selanjutnya akan ON Kembali.

Perbedaan pembatas energi dengan penelitian lainnya adalah kebanyakan penelitian hanya memonitoring saja tidak ada fitur pembatas daya nya. Alat ini juga menggunakan App Inventor yang terkoneksi

dengan *Bluetooth*, jadi ketika tombol untuk mengatur pembatas daya atau *LCD* rusak alat bisa langsung dikoneksikan dengan *Bluetooth* tanpa harus memperbaiki tombol atau *LCD* nya terlebih dahulu.

2.2. Perbandingan jurnal

No	Jurnal	kontroller	Sensor	Output	Fungsi
1	Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Pada Kamar Kost Serta Estimasi Biaya Keluaran Berbasis IoT (Internet of Things)	NodeMCU	ZMPT101 B, ACS712	Relay, Cayenne	merancang serta mengontrol sistem alat monitoring konsumsi daya listrik pada kamar kost serta estimasi biaya keluaran berbasis IoT (Internet of Things).
2	Monitoring Biaya Dan Pengukuran Konsumsi Daya Listrik Berbasis Arduino Mega2560 Menggunakan Web	Arduino Mega 2560, modul ESP 8266	SDM230 modbus	WEB	memonitoring penggunaan daya dan biaya tagihan listrik yang bisa memonitoring penggunaan konsumsi daya tiap kamar atau tiap ruang dan tiap lantai pada sebuah gedung
3	Alat Penghitung Konsumsi Daya Pada Alat Elektronik Interface Android Berbasis Arduino Uno	Arduino Uno R3, modul Bt Hc 05	ACS 712	LCD	membuat sebuah aplikasi perhitungan biaya listrik khususnya golongan rumah tangga.
4	Rancang Bangun Alat Ukur Dan Pengendali	Arduino Uno, modul SIM900	ZMPT101 B, ACS 712-30	LCD, relay	alat ukur penggunaan daya listrik ketika ada beban yang

No	Jurnal	kontroller	Sensor	Output	Fungsi
	Pemakaian Daya Listrik Berbasis Sms Gateway				terpasang, sensor arus akan mendeteksi arus listrik yang mengalir dan sensor tegangan akan mendeteksi tegangan jala-jala listrik
5	Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Dan Pemutus Daya Otomatis Berbasis Internet	Modul wifi ESP 8266	PZEM 004T	WWW, Android	pengukuran konsumsi daya listrik pada setiap kamar dalam satu hunian dan ruang tersebut tidak membayar tagihan dalam waktu yang sudah ditentukan, daya listrik akan langsung diputus secara otomatis
6	Sistem Kontrol Dan Monitor Untuk Manajemen Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Kelistrikan Rumah Tangga R-1	Relay, Arduino Uno, Raspberry pi	PZEM 004T	web	sistem yang dapat mengontrol beban listrik rumah tangga secara offline maupun online serta dapat menyajikan data arus, tegangan, daya, factor daya, frekuensi dan energi secara realtime serta dapat ditampilkan dalam bentuk grafik data harian, bulanan

No	Jurnal	kontroller	Sensor	Output	Fungsi
					dan grafik penggunaan energi.
7	Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Dan Kontrol Daya Listrik Pada Rumah Kos Berbasis Internet Of Things	NodeMCU 8266, RTC DS3231	PZEM 004T	LCD, Bylink	memantau pemakaian tarif listrik secara real-time dengan jarak jauh menggunakan alat monitoring pemakai tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis internet of things
8	Aplikasi Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega328	Atmega 328p, SIM 900	ACS 712, ZMPT101 B	Smartphone	memantau dan mengontrol pemakaian daya listrik, sehingga pengguna mengetahui sedini mungkin potensi gangguan
9	Rancang Bangun Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P pada Rumah Indekos	Atmega 328p	ACS712, ZMPT101 B	LCD, smartphone	alat kontrol pemakaian energi listrik yang dapat mengontrol pemakaian energi pada kamar indikos.
10	Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Pembatas Konsumsi Energi Listrik	NodeMCU esp 8266,	ACS 712, ZMPT101 B	LCD, Smartphone	memonitoring dan mengontrol pemakaian daya listrik dengan sistem yang memudahkan
11	Tugas Akhir	Arduino	PZEM	LCD, APP	Memonitoring

No	Jurnal	kontroller	Sensor	Output	Fungsi
		Mega 2560	004T, RTC DS3231	INVENTO R	dan membatasi pemakaian energi listrik yang telah diatur serta dapat dikontrol melalui aplikasi smarthphone karena terkoneksi dengan <i>Bluetooth</i> dan terdapat rekaman sementara per stop kontak konsumsi energi yang dipakai saat alat itu di <i>setting</i> .

2.3. Dasar Teori

1.2.1 Daya

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Daya listrik AC dibagi menjadi 3 yaitu: daya semu(S), daya aktif(P) dan daya reaktif(Q)[13]. Daya merupakan energi yang diperlukan untuk melakukan usaha/kerja. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai setiap detiknya. Satuan daya listrik adalah Watt. Sedangkan 1 Watt = 1 Joule/detik.

Rumus daya 1 fasa:

- Daya semu (S)
 $S = V \times I$ (VA)
- Daya aktif (P)
 $P = V \times I \times \cos \phi$ (WATT)
- Daya reaktif (Q)
 $Q = V \times I \times \sin \phi$ (VAR)

1.2.2 Arus

Arus listrik adalah sebuah aliran yang terjadi banyaknya muatan listrik

yang mengalir dari satu titik ke titik lainnya pada rangkaian listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat timbul saat terjadi beda potensial dalam rangkaian penghantar atau biasa disebut beda potensial antara dua titik[14].

Arus listrik dapat dibedakan menjadi dua dilihat dari arah alirannya, yaitu:

1. Arus Searah (Direct Current atau DC), pada jenis arus searah ini arus listrik mengalir dari titik berpotensi tinggi menuju titik berpotensi rendah.
2. Arus Bolak Balik (Alternating Current atau AC). Jenis arus ini mengalir secara berubah ubah mengikuti garis waktu.

Rumus arus listrik adalah cara menghitung seberapa muatan listrik yang mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit untuk tiap satuan waktu Ampere bisa dinyatakan coulomb per sekon dan 1 ampere yaitu 1 coulomb muatan yang mengalir untuk waktu 1 sekon. Seperti pada satuan panjang ataupun massa, satuan kuat arus bisa dinyatakan ke dalam satuan yang lebih kecil yaitu miliampere (mA) dan mikroampere.

$$I = \frac{V}{R}$$

Dimana

- I = arus listrik (A)
- V = tegangan
- R= hambatan

1.2.3 Tegangan

Tegangan Listrik adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan unit muatan listrik dari satu tempat ke tempat lainnya. Tegangan listrik yang dinyatakan dengan satuan Volt ini juga sering disebut dengan beda potensial listrik karena pada dasarnya tegangan listrik adalah ukuran perbedaan potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik[15]. Dalam suatu rangkaian tertutup, tegangan listrik berbanding lurus dengan kuat arus listrik dan kemampuannya untuk

menggerakkan listrik dipengaruhi oleh besarnya hambatan, dirumuskan:

$$V = I \cdot R$$

Keterangan:

- V = tegangan/potensial listrik (volt)
- I = kuat arus listrik (A)
- R = hambatan listrik (Ω)

Selain itu, hubungannya dengan daya listrik, dirumuskan dengan persamaan matematis:

$$V = P/I$$

Keterangan:

- V = tegangan/potensial listrik (volt)
- I = kuat arus listrik (A)
- P = daya listrik (watt)

1.2.4 Biaya

Rumus pemakaian listrik = daya alat (Watt) x lama pemakaian (jam), lalu akan didapat hasil dengan satuan Watt. Hasil tersebut kemudian dibagi seribu untuk dijadikan satuan kWh listrik, setelah itu dikalikan dengan tarif listrik per kWh yang berlaku[16].

1.2.5 Energi

Energi listrik atau tenaga listrik adalah salah satu jenis energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik atau energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W)[17].

Berikut beberapa rumus mencari Energi :

Rumus 1 : $W = P \times t$

Rumus 2 : $W = V \times I \times t$

Rumus 3 : $W = I \times R \times I \times t$

Keterangan :

W = Energi, Satuannya adalah Joule.

P = Daya, Satuannya adalah Watt.

t = Time/Waktu, Satuannya adalah Second.

V = Beda Potensial, Satuannya adalah Volt.

I = Kuat Arus, Satuannya adalah Ampere.

R = Hambatan, Satuannya adalah Ohm.

1.2.6 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560[18]. Bentuk fisik dari Arduino Mega Mega 2560 ditampilkan pada Gambar 2.4. Arduino umumnya digunakan dalam peralatan kontrol, dan dalam “alat monitoring dan pembatas konsumsi energi listrik” ini berperan sebagai mikrokontroler pemroses data. Spesifikasi dari Arduino mega 2560 *operating voltage* 5v dan *input voltage (recommended)* 7- 12 V.



Gambar 2. 1 Arduino mega 2560

1.2.7 Solid State Relay

SSR merupakan sebuah saklar elektronik dengan semi konduktor yang mampu mengontrol arus listrik yang lebih besar dengan hanya memakai arus listrik kecil. Pada penelitian tugas akhir ini solid state relay digunakan sebagai pemutus arus pada stop kontak Ketika energi telah mencapai batas yang di set. Spesifikasi control method DC to AC, output current 40 A, input voltage DC 3-32 V, output voltage AC 24-380 V.



Gambar 2. 2 SSR

1.2.8 LCD 20x4

Display LCD alfanumerik dengan jumlah karakter 20 x 4. Display ini dapat menampilkan 20 karakter mendatar, 4 karakter menurun[19]. Pada tugas akhir ini LCD digunakan sebagai komponen untuk menampilkan data hasil pengukuran sensor PZEM 004T. Spesifikasi blue backlight I2C, supply voltage 5v.



Gambar 2. 3 LCD 20X4

1.2.9 Modul RTC DS3231

Modul RTC DS3231 adalah sebuah rangkaian elektronik embedded sistem yang berfungsi untuk menyimpan data waktu dan tanggal dengan tingkat presisi / akurasi tinggi serta diintegrasikan dengan serial EEPROM AT24C32 untuk keperluan penyimpanan data lainnya. Pada tugas akhir ini modul RTC DS3231 di gunakan sebagai penunjuk waktu jam dan tanggal pada LCD dan App Inventor. Spesifikasi operating voltage 3,3 - 5,5 V, dimensi 38mm x 22mm x 14mm.



Gambar 2. 4 Modul RTC DS3231

1.2.10 PZEM 004T

PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur : Voltage / Tegangan, Arus, Daya, Frekuensi, Energi dan Power Faktor. Dengan kelengkapan fungsi / feature ini, maka modul PZEM-004T sangat ideal untuk digunakan sebagai project maupun eksperimen alat pengukur daya pada sebuah jaringan listrik seperti rumah atau gedung[20]. Pada tugas akhir ini sensor PZEM 004T digunakan sebagai koponen untuk untuk mengukur arus, tegangan, daya dan energi yang dikonsumsi. Spesifikasi working voltage 80~260 VAC, power 100A/22000W, frekuensi 45-65Hz.



Gambar 2. 5 PZEM 004T

1.2.11 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada tugas akhir ini buzzer digunakan sebagai tanda peringatan energi telah mencapai batas yang di set. Terdapat delay antara buzzer dan SSR. Spesifikasi tegangan kerja 5 V, konsumsi arus 30 mA.



Gambar 2. 6 Buzzer

1.2.12 Power Supply 5V Adaptor

Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC Power Supply atau Catu daya DC. Pada tugas akhir

ini power supply digunakan sebagai komponen untuk mengubah arus AC menjadi DC. Spesifikasi *operating voltage* 5v.



Gambar 2. 7 Power Supply Adaptor

1.2.13 Modul Bluetooth HC 05

Bluetooth HC-05 adalah sebuah modul Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial wireless (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke Bluetooth. HC-05 menggunakan modulasi bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz. Pada tugas akhir ini modul HC 05 digunakan sebagai koneksi ke *smartphone*. Spesifikasi kecepatan dapat mencapai 1Mbps pada mode sinkron, kecepatan dapat mencapai 2.1 Mbps / 160 kbps pada mode asinkron maksimum.



Gambar 2. 8 Modul Bt HC 05

1.2.14 I2C

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa

informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Pada tugas akhir ini I2C digunakan sebagai komponen untuk menampilkan data ke LCD. Spesifikasi tegangan 5v, dimensi 54x19mm.



Gambar 2. 9 I2C

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Metode Pengumpulan Data

Beberapa teknik yang dipakai dalam pengumpulan dan pendukung penelitian ini yaitu dengan melakukan observasi dan kepustakaan. Pada penulisan tugas akhir ini didapatkan data dari hasil pengukuran sensor seperti arus, tegangan, daya serta energi. Metode pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh data-data adalah sebagai berikut :

1. Observasi

Observasi adalah suatu pengamatan langsung suatu objek yang akan di teliti bertujuan untuk mendapatkan data hasil pengukuran monitoring serta mengamati secara langsung cara kerja alat.

2. Studi Pustaka

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mempelajari jurnal-jurnal yang mendukung, termasuk di dalamnya *literature* tentang penulisan dan mengenai hal-hal yang mendukung pembuatan program pada Arduino. Kemudian mempelajari dari sumber data yang lain seperti dari *internet*.

3.2 Instrumen Penelitian

a) perangkat Keras

Adapun perangkat keras yang digunakan untuk mengembangkan dan mengumpulkan data pada alat ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 1 komponen perangkat keras

No	Komponen	Jumlah	Fungsi
1	Laptop <i>Aspire E 14</i>	1	Sebagai media dalam pembuatan program, desain alat dan pembuatan proposal/ laporan
2	<i>Android / Smartphone</i>	1	Digunakan sebagai media untuk mengambil data dan dokumentasi

No	Komponen	Jumlah	Fungsi
3	Modul Bluetooth HC 05	1	Sebagai komponen untuk koneksi smatphone
4	Arduino MEGA 2560	1	Sebagai mikrokontroler pemroses data
5	Sensor PZEM - 004T	5	Digunakan sebagai sensor untuk mengukur arus, tegangan, daya dan energi
6	<i>Solid state relay</i>	1	Sebagai pemutus arus pada stop kontak
7	LCD 20 x 4	1	Sebagai komponen untuk menampilkan data
8	<i>Modul RTC DS3231</i>	1	Sebagai komponen untuk penunjuk waktu jam dan tanggal
9	<i>Buzzer Aktif</i>	1	Sebagai komponen untuk tanda peringatan energi telah mencapai batas

b. Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam alat ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Komponen Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak	Fungsi
1	Aplikasi Arduino IDE	Digunakan sebagai media pembuatan program/coding Arduino Mega 2560

2	Program Microsoft word	Sebagai media pembuatan laporan
3	App Inventor	Sebagai aplikasi untuk menampilkan data ke smartphone
4	AutoCAD	Sebagai media untuk pembuatan rancangan alat
5	Fritzing	Sebagai media untuk pembuatan wiring

3.3 Metode Perencanaan

Tahap ini merupakan tahap analisa kebutuhan sistem. Pengumpulan data dalam tahap observasi, kepustakaan yang akan menciptakan sebuah sistem dan melakukan tugas yang diinginkan oleh pengguna. Hasil pengumpulan data ini sebagai acuan sistem analisis untuk menerjemahkan ke dalam bahasa pemrograman.

a. Desain Sistem

Tahap dimulai dengan pernyataan masalah dan diakhiri dengan rincian perancangan yang dapat ditransformasikan ke sistem operasional. Transformasi ini mencakup seluruh aktivitas pengembangan perancangan.

b. Penulisan Kode Program

Melakukan penghalusan rincian perancangan ke penyebaran sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Transformasi ini juga mencakup perancangan peralatan yang digunakan, prosedur-prosedur pengoperasian, deskripsi orang-orang yang akan menggunakan sistem dan sebagainya.

c. Implementasi Sistem

Implementasi yang akan digunakan meliputi proses pengaplikasian sistem yang sesuai dengan perancangan awal, dan membuat *prototype* untuk mengetahui kekurangan dan kelemahan sistem yang kemudian dilakukan pengkajian ulang dan perbaikan terhadap sistem.

d. Evaluasi Sistem

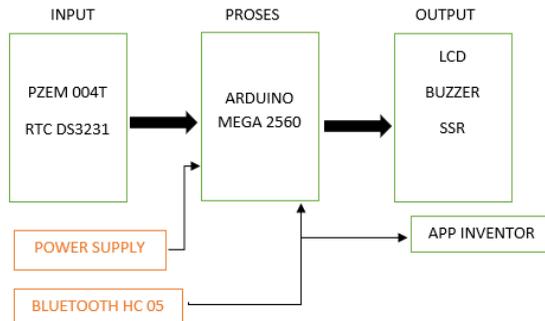
Evaluasi yang digunakan dalam pembuatan sistem tersebut yaitu evaluasi sistem. Evaluasi sistem dengan melakukan percobaan-

percobaan sistem tersebut dan mencari kekurangan-kekurangan yang ada serta memperbaikinya.

3.4 Metode Perancangan Alat

3.4.1 Blok Diagram

Pembuatan blok diagram untuk menggambarkan proses kerja alat. Blok diagram inilah yang nantinya akan digunakan sebagai gambaran garis besar pembuatan tugas akhir. Blok diagram yang dilakukan dalam pembuatan alat dapat dilihat pada



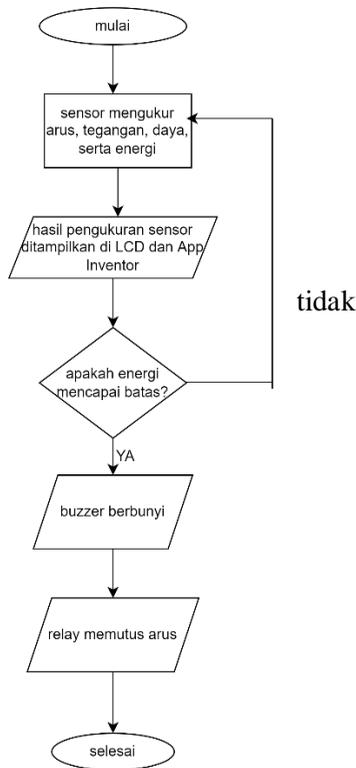
Gambar 3. 1 Blok diagram

Berikut merupakan penjelasan dari blok diagram diatas adalah:

- ✓ Sensor PZEM 004T dan RTC DS3231 melakukan pengukuran.
- ✓ Hasil pengukuran tersebut dikirimkan ke mikrokontroller yaitu Arduino Mega 2560
- ✓ Kemudian mikrokontroller tersebut menampilkan data ke LCD, mikrokontroller juga dikoneksikan dengan HC 05 untuk App Inventor
- ✓ Ketika hasil pengukuran sensor mencapai batas energi, maka buzzer akan berbunyi
- ✓ Kemudian SSR sebagai pemutus arus sehingga peralatan listrik akan mati ditandai dengan lampu indicator pada SSR dan sensor PZEM 004T mati.

3.4.2 Flowchart Sistem

Flowchart sistem nantinya akan menggambarkan lebih detail tentang pembuatan alat ini. Pada *flowchart* di bawah akan menggambarkan proses awal hingga akhir sistem ini bekerja.



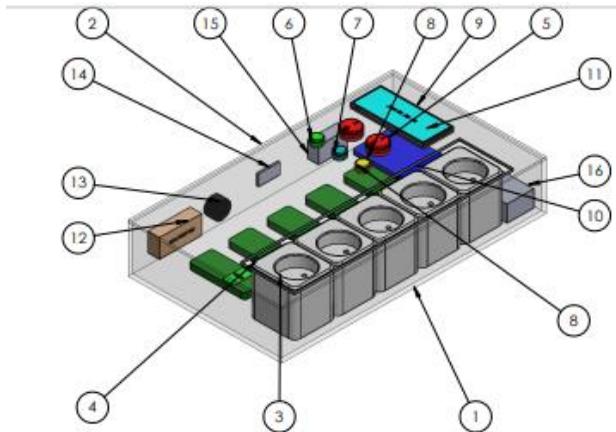
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Arduino

Pada *flowchart* diatas yaitu menjelaskan tentang sistem pada Arduino. Dari start kemudian sensor PZEM 004T mulai mengukur arus, tegangan, daya, dan energi. Kemudian jumlah konsumsi energi, ditampilkan di LCD dan *app inventor*. Jika daya mencapai batas sensor akan mengirim signal ke Arduino jika tidak maka sensor tidak mengirim signal. Signal input dikirim ke Arduino, jika signal Arduino terkirim maka buzzer akan berbunyi. Jika Arduino tidak memproses maka buzzer tidak akan berbunyi. Kemudian SSR akan memutus arus pada stop kontak saat batas energi melebihi *set point* ditandai dengan lampu indikator dan sensor mati dan selesai.

3.5 Perancangan Alat

Pada perancangan alat ini dibuat box menggunakan akrilik. Box yang digunakan dengan ukuran 34,5 cm X 20 cm X 6,5 cm. Box yang digunakan terbuat dari akrilik bening.

Box akrilik digunakan untuk penempatan rangkaian seperti modul *bluetooth hc 05*, RTC DS 3231, sensor PZEM-004T, *solid state relay*, Arduino mega 2560, LCD, *buzzer*, adaptor, stop kontak, I2C, *switch*, *push button*.



Gambar 3. 3 Perancangan Alat

Tabel 3. 3 Komponen Alat

No	Nama	Jumlah
1	Frame	1
2	Top cover	1
3	Stop contact	5
4	PZEM 004T	5
5	Switch ON-OFF	1
6	Push button green	1

7	Push button blue	1
8	Push button yellow	1
9	LCD 20X4	1
10	Arduino Mega 2560	1
11	I2C	1
12	Adaptor PSU	1
13	Buzzer	1
14	Bluetooth HC 05	1
15	RTC DS3231	1
16	Solid State Relay	1
17	Switch mode	1

3.6 Metode Perencanaan Program

Metode yang dilakukan dalam perancangan program iniditempuh dengan beberapa tahap sebagai berikut :

3.6.1 Tahap Analisis Sistem

Tahap analisis sistem adalah sebuah tahap pengidentifikasian sebuah masalah secara jelas. Dalam hal ini peneliti mencari permasalahan dengan cara menganalisis sebuah alat yang sudah ada sebelumnya dan merancang konsep alat yang mau dikembangkan. Sehingga tahap ini dapat menghasilkan cara pemecahannya.

3.6.2 Tahap Design

Tahap ini programmer membuat rencana mekanisme program yang meliputi bentuk *input* dan *output* yang merupakan gambaran tentang data yang diproses dan informasi yang dihasilkan. Agar program yang disusun dapat terarah dan menghasilkan informasi yang sesuai dengan kebutuhan.

3.6.3 Tahap Coding

Penyusunan program dilakukan dengan menggunakan bahasa yang

sesuai. Pada tahap ini peneliti menggunakan bahasa pemrograman, yaitu bahasa pemrograman *c*. Perancangan perangkat lunak Arduino Uno dan ESP-8266 menggunakan aplikasi arduino IDE dengan sistem operasi windows, sistem operasi ini disediakan di *website* resmi *arduino*. Bahasa yang digunakan dalam perancangan perangkat lunak adalah bahasa *c* dengan beberapa *library* tambahan.

3.6.4 Tahap *Debugging*

Tahap *debugging* adalah tahap melakukan pencarian kesalahan-kesalahan didalam sebuah program yang dapat menyebabkan eror atau system menjadi tidak berfungsi. Sehingga dalam tahap ini memastikan bahwa system terbebas dari kesalahan agar program yang dibuat dapat berjalan dengan baik sesuai yang diinginkan.

3.6.5 Tahap *Wiring* / Pengkabelan

Pada tahap *wiring* atau biasa dikenal dengan pengkabelan merupakan penggabungan komponen terhadap komponen lain. Hal ini perlu dilakukan untuk menyempurnakan alat yang dibuat setelah tahap- tahap sebelumnya. Dan memastikan, telah terselesaikan tanpa adanya kendala apapun.

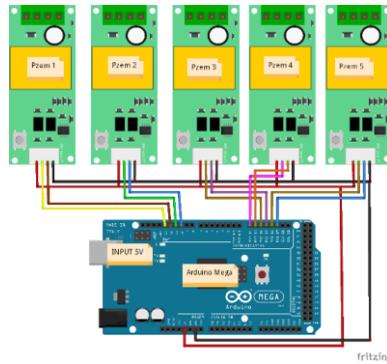
3.6.6 Metode Pengujian Sistem

Pada penelitian ini digunakan metode pengujian fungsionalitas sistem, yaitu pengujian yang menitikberatkan setiap fungsi dari masing- masing blok sistem. Metode ini dapat menemukan kendala atau kesalahan pada suatu komponen yang tidak berfungsi. Hal ini bisa dikarenakan terdapat kesalahan pada pemrograman, pengkabelan, dan komponenen yang sudah rusak.

3.7 Komponen elektrik

3.7.1 Rangkaian PZEM 004T dengan Arduino

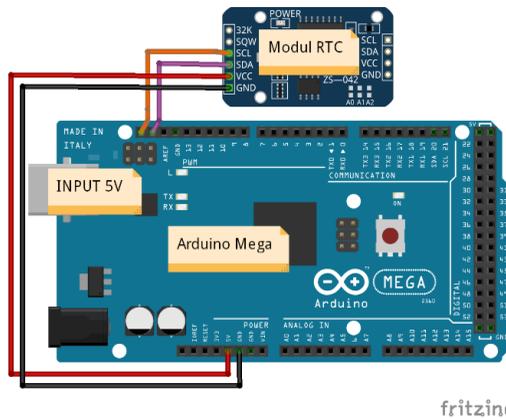
Pada rangkaian ini PZEM 004T terhubung dengan Arduino mega. Berikut adalah cara wiring sensor PZEM 004T dan Arduino dengan cara menghubungkan gnd PZEM 004T ke gnd pada Arduino, 5 V PZEM 004T ke 5 V pada arduino, kemudian tx PZEM 004T ke pin tx pada Arduino, rx PZEM 004T ke pin rx Arduino. Rangkaian PZEM 004T dengan Arduino dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Rangkaian pzem dengan Arduino

3.7.2 Rangkaian RTC DS3231 dengan Arduino mega 2560

Pada rangkaian ini terdapat modul RTC DS3231 yang terhubung dengan arduino. Hal ini digunakan sebagai waktu dan tanggal di alat. Rangkaian RTC DS3231 dengan Arduino dengan cara menghubungkan vcc ke 5v pada Arduino, gnd pada RTC DS3231 ke gnd pada Arduino. Gambar 3.4 merupakan *wiring* dari RTC DS3231 dengan arduino.

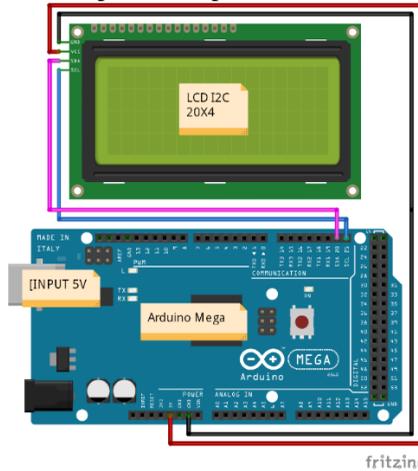


Gambar 3. 5 Rangkaian RTC DS3231 dengan Arduino

3.7.3 Rangkaian LCD, I2C dengan Arduino mega 2560

Pada rangkaian ini merupakan LCD yang terhubung dengan arduino, yang berfungsi untuk menampilkan data dari arduino. Rangkaian Arduino mega dengan LCD dengan cara merangkai gnd pada lcd ke gnd pada Arduino, vcc

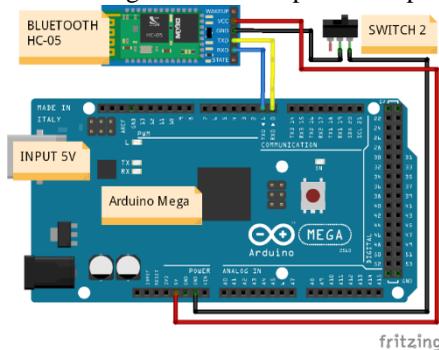
pada lcd ke 5v pada Arduino, sda lcd ke pin sda 20 pada Arduino, scl lcd ke pin scl 21 pada arduino dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Rangkaian LCD dengan Arduino

3.7.4 Rangkaian Bluetooth dengan Arduino mega 2560

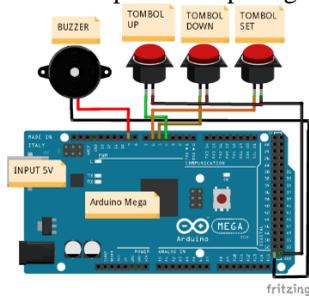
Pada rangkaian ini merupakan *bluetooth* yang terhubung dengan arduino, yang berfungsi untuk mengirim data ke *app inventor*. Rangkaian Arduino dengan *Bluetooth* dengan cara merangkai txd pada hc 05 ke pin rx0 pada Arduino, rxd pada hc 05 ke tx0 pada Arduino, vcc pada hc 05 ke input pada tombol kemudian ke 5v pada Arduino, gnd pada hc 05 ke gnd pada Arduino. Rangkaian *Bluetooth* dengan Arduino dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Rangkaian Bluetooth dengan Arduino

3.7.5 Rangkaian push button, buzzer dengan Arduino mega 2560

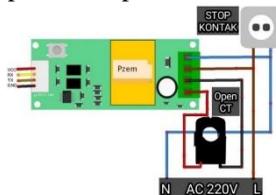
Pada rangkaian ini merupakan *push button*, *buzzer* yang terhubung dengan arduino. *Push button* warna hijau berfungsi untuk tombol reset energi, *push button* warna biru berfungsi untuk tombol *select down* (-), *push button* warna kuning berfungsi untuk tombol *select up* (+), *buzzer* berfungsi untuk tanda energi telah mencapai batas, Arduino terhubung dengan *buzzer*. Rangkaian dengan cara menghubungkan gnd *buzzer* dihubungkan ke gnd Arduino, gnd push button dihubungkan ke gnd Arduino, input *buzzer* ke pin 9 pada Arduino, input tombol *up* ke pin 4 pada Arduino, input tombol *down* ke pin 5 pada Arduino, input tombol set ke pin 6 pada Arduino. Rangkaian *buzzer*, *push button* dan Arduino dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Rangkaian Push Button, Buzzer Dengan Arduino

3.7.6 Rangkaian PZEM 004T Dengan Stop Kontak

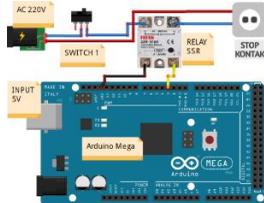
Pada rangkaian ini merupakan sensor pzem yang terhubung dengan stop kontak, yang berfungsi untuk mengukur arus, tegangan, daya serta energi setiap beban di stop kontak. Rangkaian PZEM 004T dengan stop kontak dengan cara menghubungkan gnd pada CT dihubungkan ke gnd pada PZEM 004T, load CT dihubungkan ke tx pada PZEM 004T, VCC PZEM 004T ke kutub positif pada stop kontak dan ke sumber PLN. Rangkaian PZEM 004T dengan stop kontak dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Rangkaian Pzem Dengan Stop Kontak

3.7.7 Rangkaian SSR dengan Arduino mega 2560

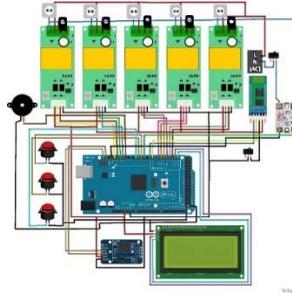
Pada rangkaian ini merupakan SSR yang terhubung dengan arduino, yang berfungsi untuk memutus arus pada stop kontak. Rangkaian Arduino dan SSR dengan cara menghubungkan kutub negatif pada SSR ke pin gnd pada Arduino, kutub positif pada SSR ke pin 3 pada Arduino, kutub negatif pada stop kontak ke output negatif pada SSR, kutub positif pada stop kontak ke output positif pada SSR. Rangkaian SSR dengan Arduino dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 rangkaian SSR dengan Arduino

3.7.8 Rangkaian keseluruhan alat

Pada Gambar 3.11 merupakan rangkaian keseluruhan wiring alat.



Gambar 3.11 rangkaian keseluruhan alat

3.8 Perancangan Aplikasi Smartphone

3.8.1 Blok Diagram App Inventor

Pada perancangan aplikasi ini, pertama harus membuat blok diagram *App inventor* terlebih dahulu, hal ini untuk membuat program bagaimana cara aplikasi ini untuk bekerja. Gambar 3.12 merupakan gambar blok diagram aplikasi *App Inventor* untuk menampilkan menu utama dan monitoring pada aplikasi *android*.



Gambar 3. 12 Diagram blok App Inventor

3.8.2 Tampilan Pada Aplikasi

Halaman pada aplikasi *smartphone* yaitu halaman menu utama sebagai monitoring tegangan, arus, daya dan pemakai listrik untuk 5 stop kontak. Gambar 3.13 merupakan tampilan aplikasi menu utama.



Gambar 3. 13 Tampilan Screen

~Halaman ini sengaja dikosongkan~