

# ***Prototipe Pembatas Biaya Daya Listrik pada Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler***

**Toman Hendra Lumban Gaol, Dikpride Despa, Noer Sudjarwanto**

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145  
[toman0marbun@gmail.com](mailto:toman0marbun@gmail.com)

---

## **ABSTRAK**

Penggunaan energi listrik yang tidak terkontrol dapat menyebabkan tagihan yang dibayar ke PLN cukup mahal. Hal tersebut dapat disebabkan karena kelalaian atau lupa untuk mematikan peralatan yang tidak perlu dipakai. Untuk mencegah pemakaian energi yang berlebih maka dibutuhkan alat untuk memutus biaya listrik sesuai dengan biaya diinginkan yang dapat menampilkan biaya pemakaian listrik agar dapat mengetahui kisaran biaya untuk menghemat pemakaian listrik tersebut.

Tugas akhir ini membuat sebuah alat yang dapat menampilkan pemakaian biaya listrik dan memutus penggunaan listrik sesuai biaya yang diinginkan dengan menggunakan Mikrokontroler sebagai pengendali utama. Program untuk pengendali mikrokontroler dibuat dengan bahasa C. Komponen utama sebagai *input* mikrokontroler adalah *keypad* sebagai inputan biaya listrik dan sensor arus untuk mendeteksi besarnya arus pada beban. Komponen utama sebagai *output* adalah *Liquid Chrystal Display (LCD)* sebagai informasi pemakaian biaya listrik dan *relay* untuk memutus beban. *Prototipe* pembatas biaya listrik otomatis ini dapat bekerja dengan baik menampilkan besarnya arus dan pemakaian daya yang terpakai serta memutus pemakaian listrik apabila telah sesuai dengan biaya listrik yang ingin dibatasi.

Kata kunci : *Prototipe* pembatas daya listrik, *Keypad*, *Liquid Chrystal Display*, Mikrokontroler, *Relay*.

---

## **ABSTRACT**

The use of uncontrolled electrical energy can cause the bills paid to PLN is quite expensive. It can be caused due to negligence or forgot to turn off unnecessary equipment wear. To prevent excess electrical energy consumption needed a tools to disconnect electricity cost in accordance with the desired cost that can display costs in electricity use in order to find out the range of costs to save power consumption.

The undergraduate thesis is to create a tool that can display the usage costs of electricity and disconnect electricity use according the desired cost by using a microcontroller as the main controller. Microcontroller to control the programs created with the C language. Major components as inputs the microcontroller is the keypad as input costs electricity and current sensors to detect the magnitude of the current in the load, while the output of microcontroller used Liquid Chrystal Display (LCD) as the cost of electricity consumption information and relay to disconnect the load. A prototype delimiter electricity cost automatic can work properly showing the amount of current and power consumption that is unused and disconnect electricity use when were in accordance with the cost of electricity to restricted.

Keyword : Prototype delimiter electricity cost, keypad, Liquid Chrystal Display, Microcontroller, Relay

---

## **I. PENDAHULUAN**

Kebutuhan listrik setiap tahun akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan bertambahnya industri. Pemborosan penggunaan energi listrik pada rumah tangga disebabkan penggunaan peralatan listrik yang cenderung berlebihan, kurang tepat dalam pemakaiannya dan kelalaian dalam mematikan peralatan listrik yang tidak dipakai. Pemakaian listrik pada rumah tangga diketahui

dengan membaca pemakaian daya (kWh) pada rumah tangga. Semakin besar pemakaian daya listrik maka semakin besar juga biaya yang harus dibayarkan ke PT. PLN. Untuk mencegah pemakaian daya yang berlebih maka dibutuhkan alat untuk memutus pemakaian listrik sesuai dengan biaya daya listrik yang diinginkan dan dapat juga menampilkan pemakaian arus dan biaya listrik yang sedang berlangsung.

Mikrokontroler dapat digunakan sebagai pengendali alat pembatas biaya listrik yang dapat

membatasi biaya yang diinginkan agar dapat melakukan pengontrolan dengan memperkirakan biaya yang diinginkan. Mikrokontroler merupakan suatu chip berupa *IC (Integrated Circuit)* yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output (I/O)* dan perangkat pelengkap lainnya.

Mikrokontroler mempunyai fungsi *Analog to Digital Converter (ADC)* yang digunakan dalam mendeteksi sensor arus, *Timer/Counter* untuk perhitungan waktu dalam menghitung kWh dan biaya listrik yang digunakan, saluran I/O sebanyak 32 buah untuk masukan *keypad* sebagai media memasukkan biaya listrik dan LCD sebagai keluaran untuk menampilkan informasi arus, biaya listrik dan pemakaian kWh listrik yang sedang berlangsung.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daya Listrik

Daya listrik merupakan perkalian antara tegangan dan arus pada beban. Berdasarkan keadaan arus dan tegangan yang terdapat pada rangkaian, daya dapat digolongkan dua macam yaitu:

1. Daya dalam rangkaian arus searah.
2. Daya dalam rangkaian arus bolak-balik.

Daya yang terdapat dalam tahanan yang dialiri oleh arus searah (DC) dituliskan dengan rumus [1]:

$$P = V.I = \frac{V^2}{R} = I^2 R \quad (1)$$

Sedangkan daya pada impedansi yang dialiri arus bolak balik (AC) terdiri dari [2]:

1. Daya Aktif

Daya aktif adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt.

Daya aktif dinyatakan dengan rumus:

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (2)$$

2. Daya Reaktif.

Daya reaktif merupakan daya yang terpakai sebagai energi pembangkitan medan

magnetik sehingga timbul fluks magnetik. Satuan daya reaktif adalah *Volt Ampere Reaktif (VAR)*. Daya reaktif dinyatakan dengan rumus:

$$Q = V \times I \times \sin \phi \quad (3)$$

3. Daya Semu.

Daya semu merupakan daya yang diberikan kepada konsumen atau gabungan penjumlahan trigonometri daya nyata dan daya reaktif. Satuan daya semu adalah Volt Ampere (VA). Daya semu dinyatakan dengan rumus:

$$S = V \times I \quad (4)$$

### 2.2 Biaya listrik

Biaya listrik adalah biaya yang harus dibayarkan oleh pelanggan kepada PLN sesuai dengan pemakaian energi listrik. Menghitung pemakaian biaya listrik dinyatakan dengan rumus [3]:

$$\text{Biaya Listrik} = \text{Pemakaian (kWh)} \times \text{Tarif Tenaga Listrik} \quad (5)$$

Daya dapat didefinisikan sebagai kecepatan atau kemampuan melakukan usaha dalam satuan waktu [1]. Daya dinyatakan dengan rumus:

$$P = \frac{W}{t} \quad (6)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

W = Energi (Joule)

t = Waktu (s)

Dari persamaan diatas, didapatkan hubungan:

$$1 \text{ Watt} = 1 \text{ Joule/detik}$$

Artinya 1 Watt adalah besarnya daya ketika energi sebesar 1 Joule dibebaskan dalam 1 detik.

kWh adalah energi yang digunakan selama pemakaian dalam satu jam. kWh dinyatakan dengan rumus [2]:

$$Wh = P \times t \text{ (jam)} \quad (7)$$

$$Wh = V \times I \times \cos \phi \times t \text{ (jam)} \quad (8)$$

$$kWh = \frac{V \times I}{1000} \times \cos \phi \times t \text{ (jam)} \quad (9)$$

### 2.3 Tarif Tenaga Listrik

Tarif tenaga listrik adalah tarif tenaga listrik untuk konsumen yang disediakan oleh perusahaan (Persero) PT. Perusahaan Listrik Negara [3].

Berdasarkan cara pembayaran, tarif tenaga listrik dibagi dua jenis yaitu :

1. Tarif tenaga listrik reguler.  
Tarif tenaga listrik reguler merupakan tarif tenaga listrik yang dibayarkan setelah pemakaian tenaga listrik oleh konsumen.
2. Tarif tenaga listrik Prabayar.  
Tarif tenaga listrik Prabayar merupakan tarif tenaga listrik yang dibayarkan sebelum pemakaian tenaga listrik oleh konsumen.

## 2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu perangkat elektronika digital berupa *IC (Integrated Circuit)* yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output yang dikendalikan oleh program yang bisa ditulis dapat dihapus secara khusus. Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output (I/O)* dan perangkat pelengkap lainnya.

Pada tugas akhir ini digunakan salah satu jenis mikrokontroler keluarga AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) yang diproduksi oleh *Atmel Corporation* dikarenakan mikrokontroler ini memiliki fitur-fitur menarik dan fasilitas yang lengkap selain mudah didapatkan dan harga relatif murah.

Mikrokontroler ini merupakan seri mikrokontroler vCMOS 8-bit buatan Atmel yang memiliki daya rendah dalam pengoperasiannya dan berbasis pada arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*, dan dapat mencapai 1 MIPS per MHz, sehingga para perancang dapat mengoptimalkan penggunaan daya rendah dengan kecepatan yang tinggi. Mikrokontroler ini mempunyai 32 *register general purpose, timer/counter* fleksibel dengan *mode compare, interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*. Memiliki ADC dan PWM internal, memiliki *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengizinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

## 2.5 Sensor Arus

Sensor arus bekerja untuk mendeteksi dan mengukur besaran arus AC pada beban yang digunakan untuk mengukur besaran arus yang masuk pada mikrokontroler.

Prinsip kerja dari rangkaian sensor arus ini adalah dengan arus yang mengalir pada *IC* tersebut maka akan timbul medan magnet, medan magnet inilah yang nantinya akan digunakan sebagai olahan dari komponen-komponen yang ada didalam *IC*. Medan magnet yang timbul akibat arus yang mengalir adalah berbanding lurus. Semakin besar arus yang mengalir maka medan magnet yang ditimbulkan semakin besar pula. Pada bagian *IC* ini terdapat 2 bagian yang berbeda, bagian yang pertama adalah bagian tegangan tinggi 220 Volt AC dan bagian yang kedua adalah bagian tegangan rendah 5 Volt DC. Keluaran dari sensor arus ini adalah tegangan DC yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroler. [4].

## 2.6 Keypad

*Keypad* merupakan perangkat yang tersusun dari tombol yang membentuk matriks (baris x kolom). *Keypad* diperlukan untuk membuat pengaturan dengan titik setel akan kontrol umpan balik pada saat program masih berjalan. Gambar 2.6 adalah gambar *keypad*.

## 2.7 LCD

LCD (*liquid Crystal Display*) adalah kristal cair yang digunakan sebagai modul tampilan informasi dengan menggunakan tegangan listrik untuk mengubah bentuk-bentuk kristal-kristal cairnya sehingga membentuk simbol, angka dan atau huruf pada layar.

## 2.8 Relay

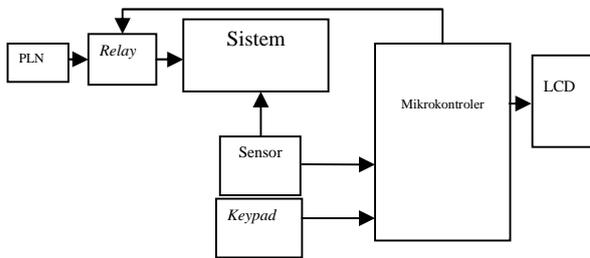
*Relay* digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan aliran arus listrik pada beban. *Relay* bekerja untuk memutuskan arus searah dan tegangan bolak-balik. Untuk memutuskan tegangan bolak-balik dibutuhkan *relay* yang mampu bekerja dengan arus yang tinggi. *Relay* bekerja dengan memberikan energi listrik pada koil sehingga koil dapat menggerakkan kontak. Konfigurasi dari kontak-kontak *relay* terdiri dari *normally open (NO)* dan *normally close (NC)*. Kontak *normally open* akan membuka ketika

tidak ada arus mengalir pada kumparan, tetapi tertutup secepatnya setelah koil dialiri arus listrik. Kontak *normally close* akan menutup kontak apabila tidak ada arus yang mengalir pada koil dan membuka ketika koil dialiri arus listrik.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada perancangan *Prototype pembatas biaya daya listrik* ini terdiri dari dua bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

#### 3.1 Blok Diagram Sistem

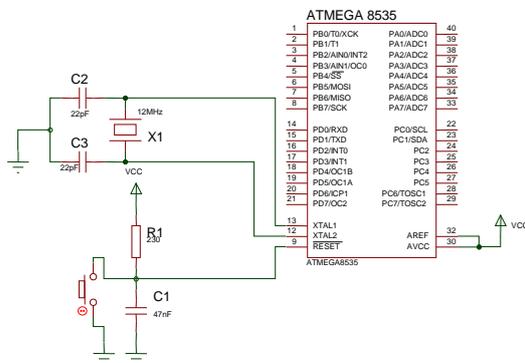


Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem.

#### 3.2 Perancangan Perangkat Keras

##### a. Pengendali Utama

Sistem pengendali utama yang digunakan dalam *prototipe* pembatas biaya listrik adalah mikrokontroler 8 bit.

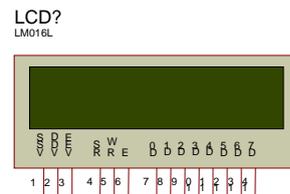


Gambar 3.2. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler.

Mikrokontroler 8 bit memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*), yaitu sejenis chip memori yang bisa menyimpan data secara permanen, dan kemudian bisa dihapus atau dituliskan kembali dan digunakan dalam suatu aplikasi peralatan elektronik untuk menyimpan sejumlah kecil konfigurasi data pada alat elektronik tersebut.

##### b. Liquid Crystal Display (LCD)

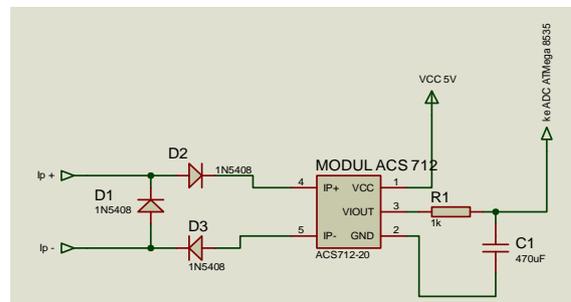
Komponen elektronik yang digunakan sebagai modul tampilan informasi dalam mendeteksi arus ini adalah LCD (*Liquid Crystal Display*) 2x16. LCD ini diprogram melalui mikrokontroler agar dapat menampilkan informasi pemakaian kWh dan biaya listrik yang ditentukan. Gambar 3.4 menunjukkan bentuk rangkaian skematik dari LCD 2x16.



Gambar 3.3. Rangkaian LCD.

##### c. Sensor Arus

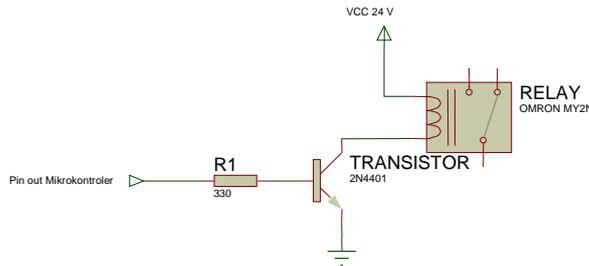
Sensor arus adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur arus pada sistem AC dengan kemampuan arus sampai 20 A [5]. Hasil pembacaan arus ini diolah oleh ADC mikrokontroler dan keluaran nantinya ditampilkan pada LCD 2x16.



Gambar 3.4 Skematik rangkaian sensor arus.

#### d. Rangkaian *Relay*.

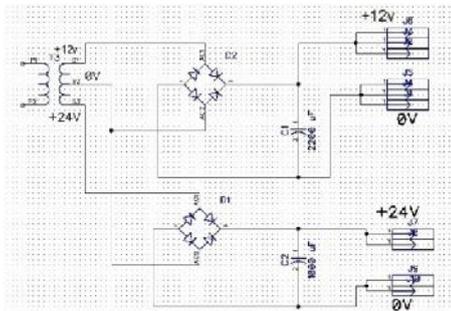
Pada rangkaian *relay* merupakan *output* dari mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengolah biaya daya listrik yang dibutuhkan, apabila biaya sudah sesuai yang diinginkan, maka mikrokontroler akan memerintah *relay* dengan mengeluarkan tegangan sebesar 5V sehingga *relay* akan aktif (NC) sehingga sistem dalam arus AC akan mati.



Gambar 3.5 Skematik rangkaian *relay*

#### e. Rangkaian *Power supply*.

*Power supply* dalam penelitian tugas akhir ini digunakan untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Tegangan DC dari *power supply* digunakan untuk memberi daya pada rangkaian *prototipe* pembatas biaya daya listrik.

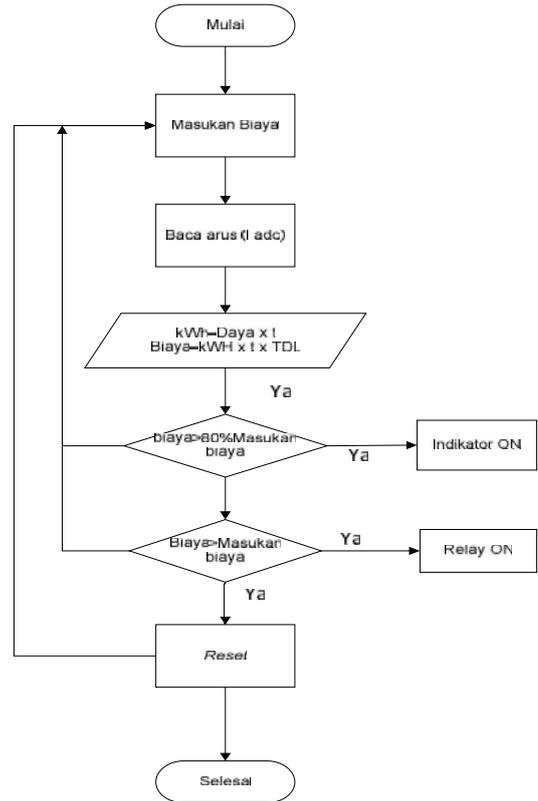


Gambar 3.6 Rangkaian skematik *Power Supply*

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam tugas akhir ini, penulis menggunakan pemrograman bahasa C yang ditulis melalui *software* bahasa C untuk mengendalikan *hardware*. Bahasa pemrograman yang digunakan kemudian di-*download* mikrokontroler.

Adapun langkah-langkah dalam perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut:

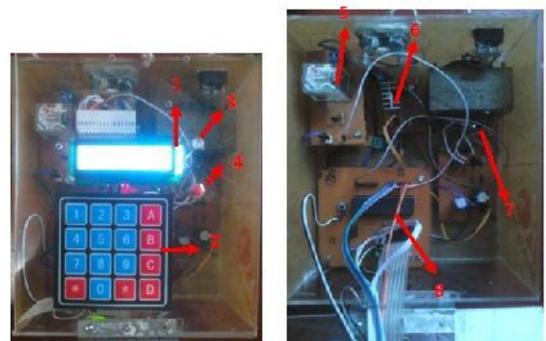


Gambar 3.7 *Flowchart* perancangan perangkat lunak.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem dilakukan bertujuan untuk mengetahui kinerja dan kemampuan dari perangkat yang dibangun. Pengujian dilakukan pada masing-masing subsistem dari perangkat, sehingga dapat dianalisa dan disimpulkan apakah perangkat telah sesuai dengan yang diharapkan.

### 4.1 Pengujian Perangkat Keras



a. Tampak Depan

b. Tampak Dalam

Gambar 4.1 Pembatas biaya daya listrik

Keterangan gambar :

1. LCD
2. Keypad
3. Indikator
4. Reset
5. Rangkaian *relay*
6. Rangkaian sensor arus
7. Rangkaian *power supply*
8. Pengendali utama.

#### a. Mikrokontroler sebagai pengendali utama

Pengujian terhadap pengendali utama bertujuan untuk mengetahui apakah mikrokontroler dapat bekerja dengan baik atau tidak. Adapun pengujiannya adalah dengan mengecek pin-pin *input* dan pin-pin *output* yang ada pada mikrokontroler.

Untuk mengetahui apakah pin-pin tersebut dapat bekerja dengan baik adalah dengan mengukur tegangan pada pin-pin tersebut. Apabila mikrokontroler diberikan logika *high*, tegangan yang terukur sekitar 4,5–5,5 V. Dan apabila diberikan logika *low*, tegangan yang terukur mendekati 0 V. Pengujian pada mikrokontroler dilakukan dengan mengambil satu pin yaitu mengukur tegangan pada PA1, PB2, PC5, dan PD7.

Tabel 4.1 Hasil pengujian pengukuran tegangan pada mikrokontroler.

Logika	Tegangan PA1	Tegangan PB2	Tegangan PC5	Tegangan PD7
<i>High</i>	4,53 V	4,65 V	4,52 V	4,54 V
<i>Low</i>	0,07 mV	0,08 mV	0,07mV	0,07mV

#### b. Rangkaian Power Supply

Pengujian *power supply* bertujuan untuk mengetahui apakah tegangan yang dihasilkan oleh *power supply* sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Rangkaian *power supply* menghasilkan tegangan *output* sebesar +12 Volt DC dan +24 Volt.

Keluaran *Power supply* dengan tegangan +12 Volt digunakan untuk rangkaian sensor arus ACS dan mikrokontroler dimana pada masing-masing rangkaian ini telah memiliki IC regulator LM7805 sehingga keluaran yang dihasilkan menjadi +4,96 Volt. Keluaran *Power supply* dengan tegangan +24 Volt digunakan untuk rangkaian *relay*.

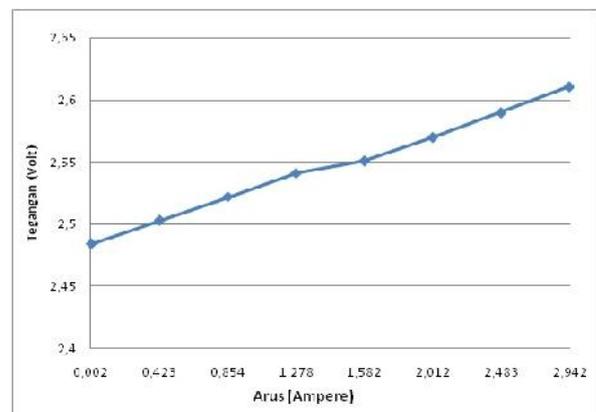
#### c. Rangkaian Sensor Arus

Prinsip kerja sensor arus mendeteksi dan mengukur arus pada listrik arus bolak-balik yang digunakan. Pada saat listrik tanpa beban, maka sensor akan mengeluarkan *output* 2,5 V. Sesuai dengan *datasheet*, pada saat penambahan arus atau beban listrik maka *output* sensor ACS akan bertambah secara linier. Kenaikan *output* sensor arus yaitu 100 mV per Ampere.

Sensor arus dapat mengukur arus bolak-balik dan arus searah. Jika arus yang diukur arus searah maka keluaran dari sensor arus adalah tegangan searah dan jika arus yang diukur arus bolak-balik maka tegangan keluaran sensor arus adalah tegangan bolak-balik.

Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor arus.

Beban	Arus Multimeter (A)	Tegangan Sensor Arus (V)
Tanpa beban (0)	0,002	2,484
1 lampu (100 W)	0,423	2,503
2 lampu (200 W)	0,854	2,522
3 lampu (300 W)	1,278	2,541
setrika (350 W)	1,582	2,551
1 lampu + setrika (450W)	2,012	2,571
2 lampu + setrika ( 550 W)	2,483	2,590
3 lampu + setrika ( 650 W)	2,942	2,611



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara Arus terhadap perubahan tegangan *output* dari sensor arus.

Pada gambar dapat dilihat grafik perbandingan arus yang dideteksi oleh sensor dengan tegangan keluaran sensor. Pada grafik terlihat bahwa arus dan tegangan berbanding lurus. Semakin tinggi besar arus yang dideteksi oleh sensor maka semakin besar tegangan keluaran dari sensor arus.

#### d. Pengujian LCD

Pengujian pada LCD dilakukan dengan cara menghubungkan masing-masing pin pada LCD yang ke sistem minimum mikrokontroler.

Tabel 4.3 Fungsi pin pada LCD yang terhubung dengan mikrokontroler.

Pin	Fungsi	Komponen Lain
1	Ground	ground
2	Kaki untuk masukan tegangan	Titik 5 Volt pada power supply
3	Pengatur kekondrasan	Ground (kontras selalu maksimal)
4	Register Select Signal	PB0 pada mikrokontroler
5	Read/Write Signal	PB1 pada mikrokontroler
6	Enable Signal	PB2 pada mikrokontroler
7	Jalur bus data	-
8	Jalur bus data	-
9	Jalur bus data	-
10	Jalur bus data	-
11	Jalur bus data	PB4 pada mikrokontroler
12	Jalur bus data	PB5 pada mikrokontroler
13	Jalur bus data	PB6 pada mikrokontroler
14	Jalur bus data	PB7 pada mikrokontroler
15	Tegangan keluaran negatif	Titik 5 volt pada power supply
16	Ground	Titik ground pada power supply

Setelah kaki-kaki LCD terhubung, pengendali utama diprogram untuk menampilkan karakter. Apabila karakter yang ditampilkan pada LCD sesuai dengan karakter yang diprogram pada mikrokontroler, maka LCD bekerja dengan baik.

#### e. Rangkaian Relay

Pengujian *relay* ini dilakukan untuk mengetahui apakah *relay* bekerja sesuai dengan yang ditentukan.



Gambar 4.2 Rangkaian *relay*

Gambar 4.8 merupakan rangkaian *relay*, dimana *output* dari mikrokontroler akan diteruskan ke *relay* melalui sebuah transistor. Transistor didalam rangkaian *relay* berfungsi sebagai *switch*.

Dengan memanfaatkan karakteristik transistor emitor bersama, pada kondisi saturasi (jenuh) dan keadaan *cut-off* (mati) maka transistor dapat dijadikan saklar dengan pemutus dan menyambunganya berupa tegangan pada basisnya. Pada saat kondisi saturasi, transistor menjadi saklar sehingga arus mengalir dari kolektor menuju emitor. Jika kondisi *cut off* transistor berfungsi sebagai saklar penutup karena tidak ada arus yang mengalir dari kolektor ke emitor. Pada saat *output* dari mikrokontroler sebesar 0 V maka transistor akan berfungsi sebagai saklar posisi mati maka *relay* pada rangkaian ini berada pada kondisi *off*. Sebaliknya jika *output* dari mikrokontroler sebesar 5 volt maka transistor akan berfungsi sebagai saklar posisi on maka *relay* pada rangkaian ini akan berada pada kondisi *on*. *Relay* yang dipakai adalah OMRON MY2N dimana *relay* ini bisa memutus arus dengan kemampuan sampai 5A AC.

#### 4.2 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak sebagai berikut :

Program pembacaan ADC dari sensor arus.

a. Membaca ADC pada port 2

Membuat ADC Mikrokontroler yaitu 10 bit.

b. Penghitungan kWh pemakaian listrik terpakai.

Perhitungan ini digunakan dengan timer 10 bit. Pada alat ini pembacaan arus pada sensor dilakukan setiap 5 detik agar dapat mendeteksi dengan cepat apabila ada perubahan arus sehingga perhitungan dalam mencari kWh nya semakin akurat. Hasil pemakaian kWh nya akan ditampilkan ke LCD setiap 5 detik, dimana digunakan rumus  $kwh1 = kwh + kwh1$ . kWh yang dihitung oleh mikrokontroler ditambahkan dengan kWh baru yang dihitung setiap 5 detik oleh mikrokontroler.

c. Perhitungan pemakaian biaya listrik.

Perhitungan biaya dihitung setiap 5 detik. Blok merupakan harga dari biaya listrik per blok. Perhitungan harga menggunakan rumus  $biaya1 = biaya + biaya1$ . Dimana biaya yang dihitung oleh mikrokontroler ditambahkan dengan biaya baru yang dihitung setiap 5 detik oleh mikrokontroler.

d. Program perintah indikator LED dan *Relay*.

Biaya1 merupakan biaya yang sedang dihitung, pengali merupakan 80 persen dari nilai yang di *input* pada *keypad*. Jadi jika biaya lebih besar 80 persen dari pengali maka PORT.B akan memberi logika *high* yang memerintah *relay* untuk menghidupkan indikator.

Biaya1 merupakan biaya yang sedang dihitung, nilai merupakan biaya yang di *input* pada *keypad*. Jadi jika biaya lebih dari nilai maka PORTB.4 akan memberi logika *high* yang memerintah *relay* untuk memutus pemakaian listrik.

### 4.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini adalah pengujian terhadap gabungan perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian pada sistem dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat yang digunakan dapat bekerja secara maksimal atau tidak. Tahap awal pembuatan alat ini adalah dengan memprogram mikrokontroler 8 bit sebagai pengendali utama. Program-program awal untuk menguji komponen seperti sensor arus, *keypad*, LCD dan *relay* dan digabungkan sehingga membentuk sebuah perangkat lunak yang telah dibuat terprogram ke mikrokontroler. Kemudian komponen-komponen tersebut yang berupa *power supply*, sensor arus, LCD dan *relay* dihubungkan ke mikrokontroler. Konfigurasi penempatan sensor pada kaki IC mikrokontroler sebagai berikut:

1. Port A.2 disetting sebagai masukan mikrokontroler yang berasal dari keluaran sensor arus.
2. Port B.2 disetting sebagai keluaran dari mikrokontroler yang menjadi masukan bagi rangkaian LED.
3. Port B.4 disetting sebagai keluaran dari mikrokontroler yang menjadi masukan bagi rangkaian *relay*.
4. Port D disetting sebagai masukan dari mikrokontroler yang menjadi keluaran bagi *keypad*.  
Port C disetting sebagai keluaran dari mikrokontroler yang menjadi masukan bagi rangkaian LCD.

Tabel 4.4 Pengujian sistem

Biaya (Rp)	Daya (Watt)	I LCD (A)	I Multi meter (A)	kWh LCD (kW)	Galar relatif arus (%)	Waktu pemutusan listrik (penukuran)	Waktu pemutusan listrik (perhitungan)	Galar relatif waktu (%)
500	100 (1 lampu)	0,46	0,423	1,81	8,7	17 jam 58 menit 37 detik	18 jam 10 menit 51 detik	4,9
500	200 (2 lampu)	0,86	0,854	1,81	0,7	9 jam 37 menit 5 detik	9 jam 5 menit 24 detik	5,7
500	300 (3 lampu)	1,32	1,278	1,81	3,2	6 jam 15 menit 3 detik	6 jam 3 menit 36 detik	3,1
500	350 (setrika 350 W)	1,57	1,582	1,81	0,7	8 Jam 46 menit 16 detik	9 jam 10 menit 51 detik	4,5
500	450 (setrika 350W + 1 lampu 100W)	1,99	2,012	1,81	1,9	5 Jam 48 menit 27 detik	6 jam 1 menit 30 detik	3,3
500	550 (setrika 350W + 2 lampu 100W)	2,56	2,483	1,81	3,1	4 Jam 04 menit 41 detik	4 jam 29 menit 52 detik	1,0
500	650 (setrika 350W + 3 lampu 100W)	3,01	2,942	1,81	2,3	2 jam 44 menit 25 detik	3 jam 35 menit 13 detik	2,3

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Dari pembahasan dan analisis pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. *Prototipe* pembatas biaya listrik otomatis dapat bekerja dengan baik menampilkan besarnya pemakaian arus dengan persen kesalahan rata-rata sebesar 2,95.
2. *Prototipe* pembatas biaya listrik otomatis ini dapat bekerja dengan baik memutus pemakaian listrik jika nilainya melebihi batas biaya pemakaian yang diinginkan dengan persen kesalahan rata-rata sebesar 3,54.
3. *Prototipe* pembatas biaya listrik ini dapat mengefisienkan dan mengontrol penggunaan listrik pada rumah tangga.

### 5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan sensor tegangan agar perhitungan kWh sesuai dengan tegangan listrik yang sedang berlangsung.
2. Tingkat akurasi alat dalam mendeteksi arus sangat sensitif terutama dalam mengukur arus yang kecil sehingga dibutuhkan rangkaian tambahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B.L Theraja, A.K Theraja. *A Textbook Of Electrical Technology*, S. Chand & Company ltd, New Delhi, First Multicolour Edition. 2005.
- [2] Khakim, Lukmanul. *Pembuatan Alat penghemat Energi Listrik pada Lampu High Pressure Lamp ( HPL )*. Tugas Akhir. Politeknik Negri Semarang. 2010.
- [3] Permen. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral*. Jakarta. 2012.
- [4] Fitriastuti, F dan Siswadi. *Aplikasi KwH (Kilo What Hour) Meter Berbasis Microntroller Atmega 32 Untuk Memonitor Beban Listrik*. Jurusan Teknik Informatika. Universitas Janabadra. 2011.
- [5] Allegro. ACS706ELC-20A, *Bidirectional 1.5 m Hall Effect Based Linear Current Sensor with Voltage Isolation and 20 A Dynamic Range*, Worcester, Allegro Micosystems,Inc. Diakses pada tanggal 3 Juni 2013. [http:// www.allegromicro.com](http://www.allegromicro.com)