

**RANCANG BANGUN PERBAIKAN FAKTOR DAYA  
MENGUNAKAN KAPASITOR BANK BERBASIS  
MIKROKONTROLER UNTUK BEBAN RUMAH TANGGA  
DENGAN DAYA MAKSIMAL 900 W**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Reza Ramadhan      NPM : 1051724

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2021**

# LEMBAR PENGESAHAN

## JUDUL PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN PERBAIKAN FAKTOR DAYA MENGGUNAKAN  
KAPASITOR BANK BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK BEBAN  
RUMAH TANGGA DENGAN DAYA MAKSIMAL 900 W**

Oleh :

Reza Ramadhan / 1051724

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Surojo, M.T

Pembimbing 2



Zanu Saputra, M.Tr.T

Penguji 1



Yudhi, M.T

Penguji 2



Charlotha, M.Tr.T

Penguji 3



Riki Afriansyah, M.T

## **PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Reza Ramadhan      NPM : 1051724

Dengan Judul : Rancang Bangun Perbaikan Faktor Daya Menggunakan  
Kapasitor Bank Berbasis Mikrokontroler Untuk Beban  
Rumah Tangga Dengan Daya Maksimal 900 W

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 15 Februari 2021

Nama Mahasiswa

Reza Ramadhan

Tanda Tangan



.....

## ABSTRAK

*Pada iklim global yang sedang terjadi pada saat ini, manusia akan merasakan dampak yang besar terutama dalam segi energi. Kita harus lebih berhemat dalam penggunaan energi terutama pada penggunaan energi listrik. Di Indonesia sendiri barang-barang dan peralatan rumah tangga yang sering dipakai pada umumnya bersifat induktif. Sifat induktif inilah yang membuat penggunaan energi listrik menjadi lebih boros dan kurang efisien. Oleh karena itu, usaha yang bisa dilakukan adalah meningkatkan efisiensi energi listrik dengan cara meningkatkan faktor daya listriknya. Tujuan penelitian ini adalah merancang suatu sistem kontrol untuk memperbaiki faktor daya pada beban-beban rumah tangga menggunakan kapasitor bank. Pada saat beban beroperasi, nilai arus, tegangan, dan faktor daya akan terbaca oleh sensor yang kemudian dikirimkan ke mikrokontroler. Setelah nilai  $\cos \phi$  diketahui, mikrokontroler akan memproses program kontrol dan memberikan perintah ke relay module untuk mengaktifkan kapasitor bank. Terdapat perbedaan hasil pembacaan dari alat ukur dan hasil perhitungan terutama pada penentuan nilai kapasitor yang digunakan. Hal ini dikarenakan adanya pembulatan nilai hasil perhitungan pada program. Setelah pengaktifan kapasitor, sensor kembali membaca nilai arus, tegangan, dan faktor dayanya untuk mengetahui perubahan  $\cos \phi$  hingga mencapai nilai  $\cos \phi$  (faktor daya) yang diinginkan Berdasarkan hasil pengujian pada 2 buah jenis beban yaitu motor induksi dan gerinda tangan yang diukur secara kumulatif, rata-rata faktor daya beban bisa diperbaiki secara otomatis hingga di atas 0.9 dan arus kerjanya pun turun dari 3.27 A menjadi 2.69 A.*

**Kata Kunci :** *Induktif, faktor daya, kapasitor, sensor*

## **ABSTRACT**

*In the current global climate, humans will feel a big impact, especially in terms of energy. We must be more economical in energy use, especially in the use of electrical energy. In Indonesia, household items and equipment that are often used are generally inductive. This inductive nature makes the use of electrical energy more wasteful and less efficient. Therefore, efforts that can be done are to increase the efficiency of electrical energy by increasing the power factor. The purpose of this research is to design a control system to improve the power factor of household loads using a capacitor bank. When the load operates, the current, voltage, and power factor values will be read by the sensor which is then sent to the microcontroller. After the value of  $\cos \phi$  is known, the microcontroller will process the control program and give commands to the relay module to activate the capacitor bank. There are differences in the readings from the measuring instrument and the calculation results, especially in determining the value of the capacitor used. This is due to the rounding of the calculated value in the program. After activating the capacitor, the sensor reads the current, voltage, and power factor again to determine the change in  $\cos \phi$  until it reaches the desired  $\cos \phi$  (power factor) value. the average load power factor can be corrected automatically to above 0.9 and the working current drops from 3.27 A to 2.69 A.*

**Keywords :** *inductive, power factor, capacitor, sensor*

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan taufiq dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyusun laporan proyek akhir ini dengan Judul "Rancang Bangun Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Berbasis Mikrokontroler Untuk Beban Rumah Tangga Dengan daya Maksimal 900 W" dan dapat menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro dan Informatika di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya, serta semoga semua umatnya senantiasa dapat menjalankan syari'at-syari'atnya, Aamiin.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini banyak terdapat kekurangan mengingat terbatasnya kemampuan penulis, namun berkat rahmat Allah SWT, serta pengarahan dari berbagai pihak, akhirnya laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan. Harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat untuk kepentingan bersama.

Sehubungan dengan itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bpk Surojo, M.T dan Bpk Zanu Saputra, M.Tr.T selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
2. Dosen dan Staf Pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah mendidik, membina dan mengantarkan penulis untuk menempuh kematangan dalam berfikir dan berperilaku.
3. Ibunda dan Ayahanda tercinta serta seluruh keluarga yang dengan penuh keikhlasan dan kesungguhan hati memberikan bantuan moral dan spiritual yang tak ternilai harganya.

4. Teman–teman seperjuangan dan semua pihak yang telah memberikan bantuannya.
5. Sahabat-sahabat yang selalu memberikan support selama ini dan mitra kerja penulis selama mengerjakan proyek akhir ini yang selalu berjuang bersama-sama.

Setelah melalui proses yang panjang dan penuh tantangan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan pembuatan alat dan laporan proyek akhir ini yang tentunya masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Walaupun demikian, penulis berharap laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan penulis khususnya. Semoga Allah senantiasa melimpahkan taufiq dan hidayah-Nya kepada penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan alat dan penulisan laporan proyek ini, Wassalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sungailiat, 15 Februari 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
BAB II DASAR TEORI .....	3
2.1 Daya.....	3
2.2 Faktor Daya .....	4
2.3 Perbaikan Faktor Daya .....	4
2.4 Mikrokontroler .....	6
2.5 Komponen Yang Digunakan .....	6
2.5.1 Kapasitor Bank.....	6
2.5.2 Arduino Mega 2560 .....	7
2.5.3 Sensor Pzem-004t .....	8
2.5.4 LCD 20x4 I2C.....	9
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	10
3.1 Proses Pembuatan Proyek Akhir .....	10
3.2 Blok Diagram Sistem .....	11



3.3	Box Rangkaian <i>Hardware</i> dan Kapasitor Bank .....	11
3.4	Proses Perbaikan Faktor Daya.....	12
BAB IV PEMBAHASAN.....		13
4.1	Deskripsi Alat.....	13
4.2	Perancangan Rangkaian Kontrol dan <i>Hardware</i> .....	14
4.3	Pengujian Sensor Pzem-004t.....	15
4.4	Pengujian Sensor Dengan Alat Ukur.....	18
4.5	Perhitungan Penentuan Nilai Kapasitor Yang Dibutuhkan .....	25
4.6	Perakitan <i>Hardware</i> Elektrik Keseluruhan .....	31
4.7	Pengujian Sistem Secara Keseluruhan .....	32
4.8	Hasil Pengujian Nilai <i>Power Factor</i> Keseluruhan .....	44
BAB V PENUTUP.....		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA .....		47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Perbaikan Faktor daya.....	4
Gambar 2. 2 Kapasitor bank.....	7
Gambar 2. 3 Arduino Mega 2560 .....	7
Gambar 2. 4 Sensor Pzem-004t.....	8
Gambar 2. 5 Rincian Baris dan Kolom LCD .....	9
Gambar 2. 6 Modul <i>I2C</i> .....	9
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Proses Pembuatan Proyek Akhir.....	10
Gambar 3. 2 Blok Diagram Perangkat Keras.....	11
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Perbaikan Faktor daya .....	12
Gambar 4. 1 Rangkaian Kontrol dan <i>Hardware</i> .....	14
Gambar 4. 2 <i>Connector Probe</i> .....	18
Gambar 4. 3 <i>Clamp Ampere 5A</i> .....	18
Gambar 4. 4 Menu <i>setup</i> Alat ukur.....	19
Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran Pada Beban Motor Induksi .....	19
Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Pada Beban Gerinda Tangan .....	21
Gambar 4. 7 Hasil Pengukuran Pada Beban Motor Induksi dan Gerinda.....	23
Gambar 4. 8 <i>Box Panel</i> Rangkaian Sistem.....	31
Gambar 4. 9 Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan PF Gerinda Tangan + Motor Induksi .....	32
Gambar 4. 10 Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan PF Pompa Air .....	35
Gambar 4. 11 Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan PF Pompa Air + Blender .	38
Gambar 4. 12 Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan PF Pompa Air + Kipas Angin .....	41
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Nilai <i>Power Factor</i> Keseluruhan .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data pengujian beban motor induksi .....	20
Tabel 4. 2 Data pengujian beban gerinda tangan .....	22
Tabel 4. 3 Data pengujian beban motor induksi dan gerinda tangan .....	23
Tabel 4. 4 Data Pengujian Nilai PF dan Arus Gerinda Tangan + Motor Induksi .	33
Tabel 4. 5 Perbandingan Antara Pembacaan dan Perhitungan Nilai Kapasitor Gerinda Tangan + Motor Induksi .....	34
Tabel 4. 6 Data Pengujian Nilai PF dan Arus Pompa Air.....	36
Tabel 4. 7 Perbandingan Antara Pembacaan dan Perhitungan Nilai Kapasitor Pompa Air.....	37
Tabel 4. 8 Data Pengujian Nilai PF dan Arus Pompa Air + Blender.....	39
Tabel 4. 9 Perbandingan Antara Pembacaan dan Perhitungan Nilai Kapasitor Pompa Air + Blender .....	40
Tabel 4. 10 Data Pengujian Nilai PF dan Arus Pompa Air + Kipas Angin .....	42
Tabel 4. 11 Perbandingan Antara Pembacaan dan Perhitungan Nilai Kapasitor Pompa Air + Kipas Angin.....	43
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Nilai <i>Power Factor</i> Keseluruhan.....	44

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup  
Lampiran 2 : Program Utama

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dilihat dari iklim global yang terjadi saat ini, hal ini akan menyebabkan dampak yang besar bagi manusia terutama dalam segi energi. Oleh karena itu, kita harus lebih berhemat dalam penggunaan energi terutama pada penggunaan energi listrik. Segala bentuk kegiatan sehari-hari manusia tidak luput dari penggunaan energi listrik, contohnya penggunaan elektronik yang pasti membutuhkan daya, seperti televisi, laptop, *handphone*, peralatan rumah tangga, dan lain sebagainya [1].

Di Indonesia sendiri barang-barang dan peralatan rumah tangga yang sering dipakai pada umumnya bersifat induktif. Sifat induktif inilah yang membuat penggunaan energi listrik menjadi kurang efisien, tidak optimal, dan menjadi lebih boros sehingga menyebabkan kurangnya efisiensi daya listrik yang dihasilkan. Sebagai contoh, pada sebuah rumah memasang daya listrik sebesar 900 watt. Namun, faktanya pengguna daya tersebut tidak bisa menggunakan daya tersebut sebesar 900 watt. Hal ini disebabkan oleh peralatan yang bersifat induktif tadi yang menyebabkan pengguna hanya bisa menggunakan daya kurang dari 900 watt [1].

Oleh karena itu, usaha yang bisa kita lakukan untuk meningkatkan efisiensi energi listrik adalah dengan meningkatkan faktor daya listrik (power factor = pf). Jika nilai faktor dayanya rendah ( $pf < 0.9$ ) maka akan menyebabkan meningkatnya rugi daya, rugi tegangan, biaya dan juga menurunkan efisiensi. Hal inilah yang seharusnya disadari oleh semua orang, bahwasannya daya dapat ditekan penggunaannya dengan memperbaiki faktor dayanya dengan cara memperkecil nilai daya reaktif sehingga diharapkan daya aktif sama besarnya dengan daya semu yang digunakan atau dapat dikatakan merupakan faktor daya mendekati angka 1.

Sehingga perlu diciptakan alat kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya pada peralatan listrik rumah tangga [2].

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat dan merancang alat yang berguna memperbaiki faktor daya agar penggunaan energi listrik menjadi efisien?
2. Bagaimana cara memperbaiki faktor daya pada beban rumah tangga dengan daya maksimal 900 W?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang diangkat berdasarkan latar belakang proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1 Proyek akhir ini tidak dapat memperbaiki faktor daya pada beban dengan daya lebih dari 900 W.
- 2 Pada proyek akhir ini jumlah beban yang digunakan secara kumulatif maksimal menggunakan 3 jenis beban.

### **1.4 Tujuan**

1. Membuat alat perbaikan faktor daya yang berfungsi agar penggunaan energi listrik menjadi lebih efisien, sehingga energi listrik yang terpakai bisa maksimal dan optimal.
2. Membuat dan merancang alat yang bisa memperbaiki faktor daya untuk beban rumah tangga secara kumulatif dengan daya maksimal 900 W menggunakan kapasitor bank berbasis mikrokontroler.

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Daya

Daya adalah salah satu kuantitas yang sangat penting dalam berbagai rangkaian praktis. Daya merupakan sebuah ukuran disipasi energi dalam sebuah alat. Hal ini dikarenakan nilai tegangan dan arus dapat berubah sesuai fungsi dari waktu dan dapat diperkirakan bahwa nilai sesaat dan nilai rata-rata dapat digunakan untuk menggambarkan disipasi. Berdasarkan definisi, daya sesaat adalah perkalian antara tegangan dan arus sesaat [3].

Sebelum mengetahui arti dari faktor daya, kita harus mengetahui 3 macam daya karena faktor daya terdapat hubungan antara ketiga macam daya tersebut dan akan membentuk sebuah teori yang bernama segitiga daya. Ketiga jenis daya tersebut adalah sebagai berikut:

a. Daya Aktif

Daya aktif merupakan daya yang terpakai untuk menghasilkan energi yang sebenarnya dengan satuannya adalah Watt. Dimana daya ini biasa digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja [1].

$$P = V \cdot I \cdot \cos \theta \dots\dots\dots(2.1)$$

b. Daya Reaktif

Daya Reaktif adalah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet, dimana pembentukan medan magnet itu akan membentuk fluks magnet. Satuan dari daya reaktif adalah Var [1].

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \theta \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Daya Nyata

Daya nyata adalah daya dihasilkan dari perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA [1].

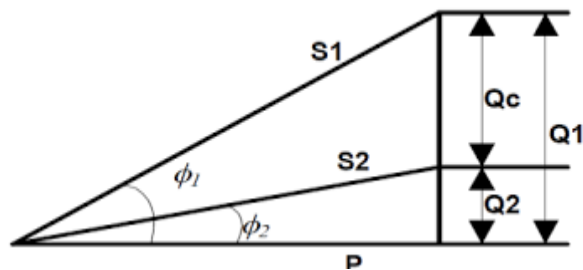
### 2.2 Faktor Daya

Faktor daya ( $\cos \phi$ ) adalah perbandingan antara nilai arus yang dapat menghasilkan kerja didalam suatu rangkaian terhadap nilai arus total yang masuk kedalam rangkaian atau juga dapat dikatakan sebagai perbandingan antara daya aktif (kW) dan daya semu (kVA). Dimana dengan nilai daya reaktif yang tinggi akan meningkatkan sudut ini dan sebagai hasilnya nilai faktor dayanya akan menjadi lebih rendah. Faktor daya akan selalu lebih kecil atau sama dengan satu [4].

Untuk faktor daya sendiri bisa ditulis menjadi:

$$\text{Faktor Daya} = \frac{P(\text{dalam watt})}{V \times I} \dots\dots\dots(2.3)$$

### 2.3 Perbaikan Faktor Daya



Gambar 2. 1 Prinsip Perbaikan Faktor Daya [3]



Untuk Mengetahui kapasitansi pada kapasitor bank, maka harus dilakukan perhitungan terlebih dahulu pada daya reaktif kompensatornya ( $Q_c$ ). Pada dasarnya, dalam perbaikan nilai PF agar nilai  $PF \approx 1$ , sebuah kapasitor daya ac (kapasitor bank) harus mempunyai nilai daya reaktif kompensator  $Q_c$  yang sama dengan nilai daya reaktif  $Q$  dari sistem yang akan diperbaiki faktor daya nya, atau dapat ditulis dengan [3]:

$$Q_c = \frac{V^2}{X_c} \dots\dots\dots(2.4)$$

Sedangkan untuk mengetahui nilai daya reaktif kompensator yang dibutuhkan terhadap perubahan daya reaktif yang diinginkan dapat diketahui menggunakan persamaan:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Besarnya nilai daya  $Q_c$  kapasitor bank yang diperlukan untuk mengubah faktor daya dari  $\cos\phi_1$  menjadi  $\cos\phi_2$  bisa menggunakan rumus:

$$Q_c = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dan untuk daya nyata bisa kita dapatkan dari penjumlahan antara daya aktif dan daya reaktif yang didapatkan dari persamaan:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :  $P_{load}$  = Daya Aktif (kW)

$S_{load}$  = Daya Nyata (kVa)

$Q_{load}$  = Daya Reaktif (kVAR)

## 2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang berbentuk chip IC (*Integrated Circuit*) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada umumnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat *INPUT* dan *OUTPUT* yang dapat diprogram [5].

Untuk mikrokontroler sendiri sekarang ini memiliki terobosan terbaru yaitu Arduino. Dimana saat ini sudah banyak project *Electronic & Robotics* yang berbasis Arduino. Hal ini terjadi karena Arduino memiliki banyak sekali kemudahan dan mempunyai fleksibilitas yang tinggi baik dari segi *software* maupun *hardware*. Arduino adalah Mikrokontroler *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, mempunyai fleksibilitas yang tinggi baik dari segi *software* maupun *hardware* untuk memudahkan rancang bangun elektronik dalam berbagai bidang. Hal inilah yang membuat Arduino menjadi *platform* Mikrokontroler paling populer di dunia saat ini yang memberi kemudahan bagi pemula ataupun mastah robotika dan elektronika untuk mempelajari dan mengaplikasikan Arduino [6].

## 2.5 Komponen Yang Digunakan

### 2.5.1 Kapasitor Bank

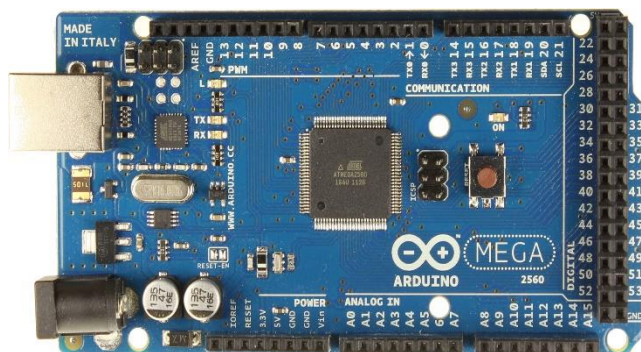
Kapasitor bank merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang berfungsi sebagai penyeimbang sifat induktif. Kapasitas kapasitor diproduksi dalam berbagai kapasitas mulai dari ukuran 5 kVAR sampai 60 kVAR dengan interval tegangan kerja 230 V sampai 525 Volt tergantung nilai kapasitansi yang diperlukan [3].



Gambar 2. 2 Kapasitor bank [7]

### 2.5.2 Arduino Mega 2560

Arduino Mega2560 adalah papan Mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino Mega2560 memiliki 54 buah pin digital *input/output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin digunakan sebagai *input* analog, 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan juga tombol reset. Untuk mengaktifkan Arduino itu sendiri cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau bisa juga menggunakan baterai. Arduino Mega2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega [8].



Gambar 2. 3 Arduino Mega 2560 [8]

### 2.5.3 Sensor Pzem-004t

Pzem-004t adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur : *Voltage* / Tegangan, Arus, Daya, Frekuensi, Energi dan *Power Factor*. Dengan kelengkapan fungsi / *feature* pada sensor ini, maka modul PZEM-004T sangat ideal untuk digunakan sebagai *project* maupun eksperimen alat pengukur daya pada sebuah jaringan listrik [9].

- Spesifikasi:
  - *Working voltage* : 80 ~ 260VAC
  - *Rated power* : 100A / 22000W
  - *Working Frequency* : 45-65Hz
  - *Measurement accuracy* : 1.0

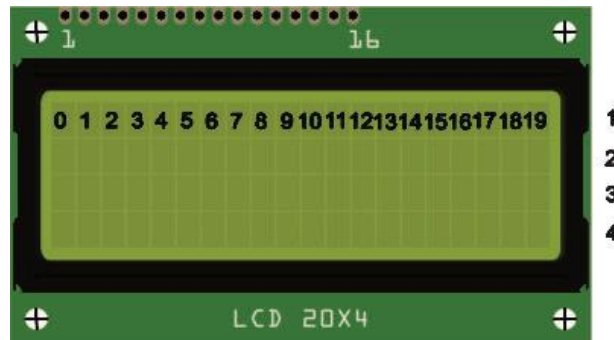


Gambar 2. 4 Sensor Pzem-004t [9]

- Fungsi:
  - Fungsi pengukuran (*voltage* / tegangan, *current* / arus, *active power*).
  - *Power button clear / reset Energy* (PZEM-004T V2.0)
  - *Power-down data storage function* (*cumulative power down before saving*)
  - Komunikasi Serial TTL
  - Pengukuran *Power* / Daya : 0 ~ 9999kW
  - Pengukuran *Voltage* / Tegangan : 80 ~ 260VAC
  - Pengukuran *Current* / Arus : 0 ~ 100A

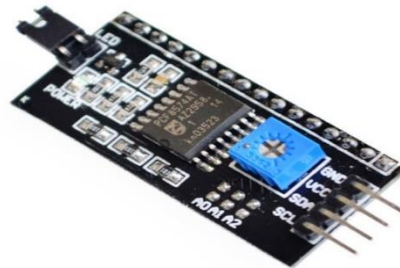
#### 2.5.4 LCD 20x4 I2C

LCD 20×4 adalah lcd yang memiliki 20 kolom / karakter dan 4 baris berbeda. Tentunya dengan lcd 20×4 ini karakter yang bisa ditampilkan menjadi lebih banyak. Agar lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar di bawah ini [10].



Gambar 2. 5 Rincian Baris dan Kolom LCD [10]

Untuk penempatan karakternya hanya menggunakan perintah “*setCursor*” misalnya `lcd.setCursor(10,3)`; maksudnya adalah kita menempatkan karakter (huruf/angka) pada kolom ke 10 dan baris ke 3. Agar terhubung dengan Arduino lebih mudah jika menggunakan tambahan modul yaitu *I2C backpack* [10].



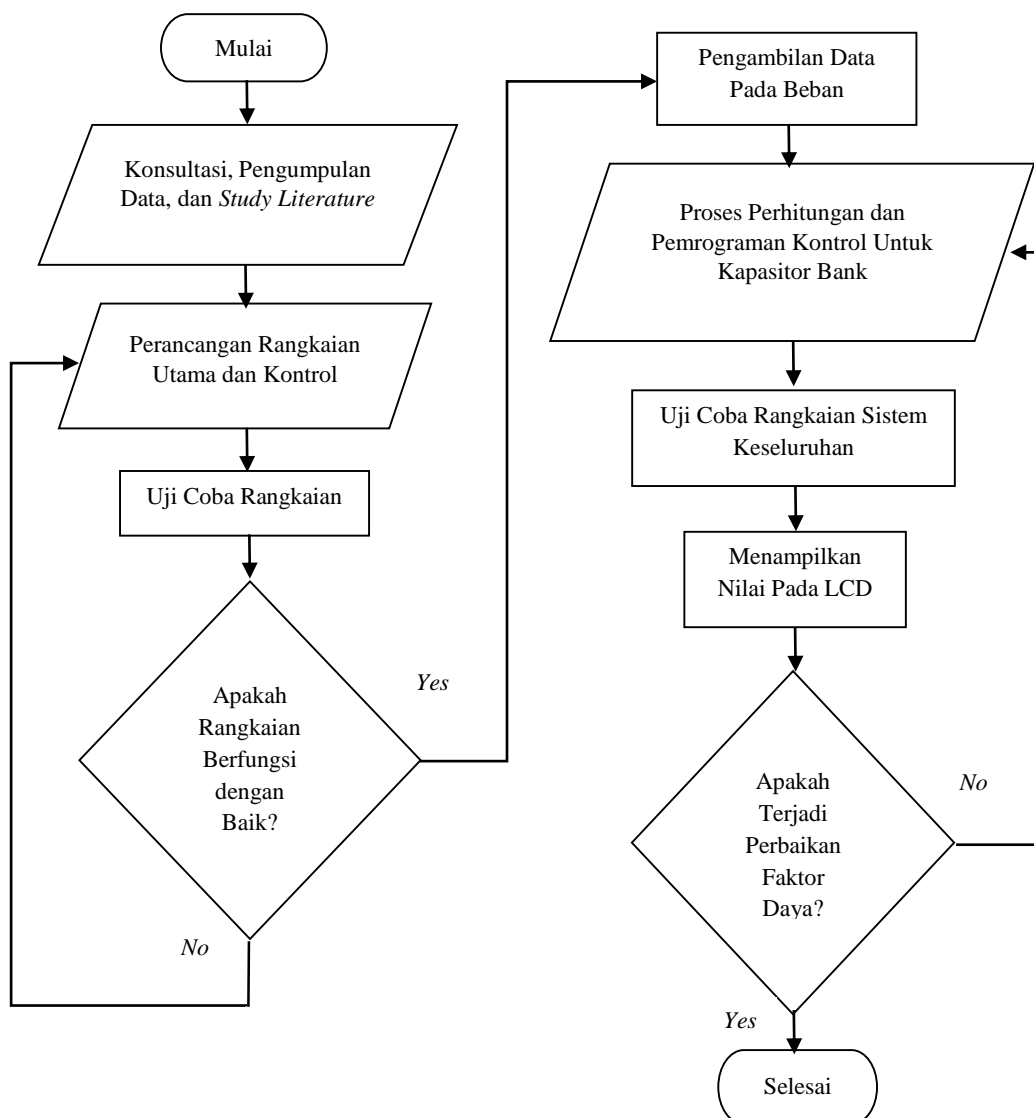
Gambar 2. 6 Modul I2C [11]

# BAB III

## METODE PELAKSANAAN

### 3.1 Proses Pembuatan Proyek Akhir

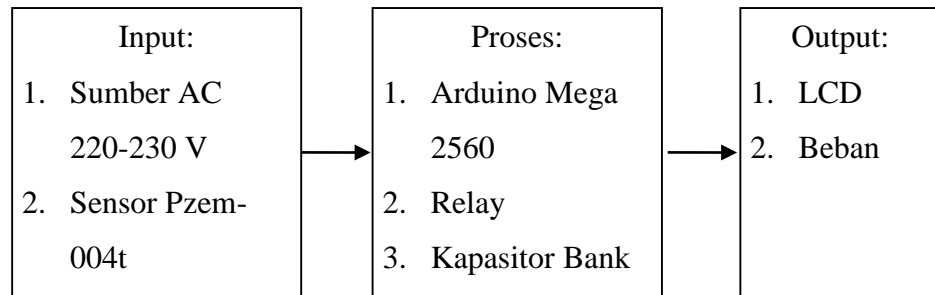
*Flowchart* ini digunakan untuk mempermudah dan memperjelas alur proses pembuatan proyek akhir ini yang dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Proses Pembuatan Proyek Akhir

### 3.2 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem digunakan untuk mengetahui komponen apa saja yang terdapat pada *input*, proses dan *output* dari proyek akhir rancang bangun rangkaian perbaikan faktor daya untuk beban rumah tangga 900 W berbasis mikrokontroler bisa dilihat pada gambar di bawah ini:



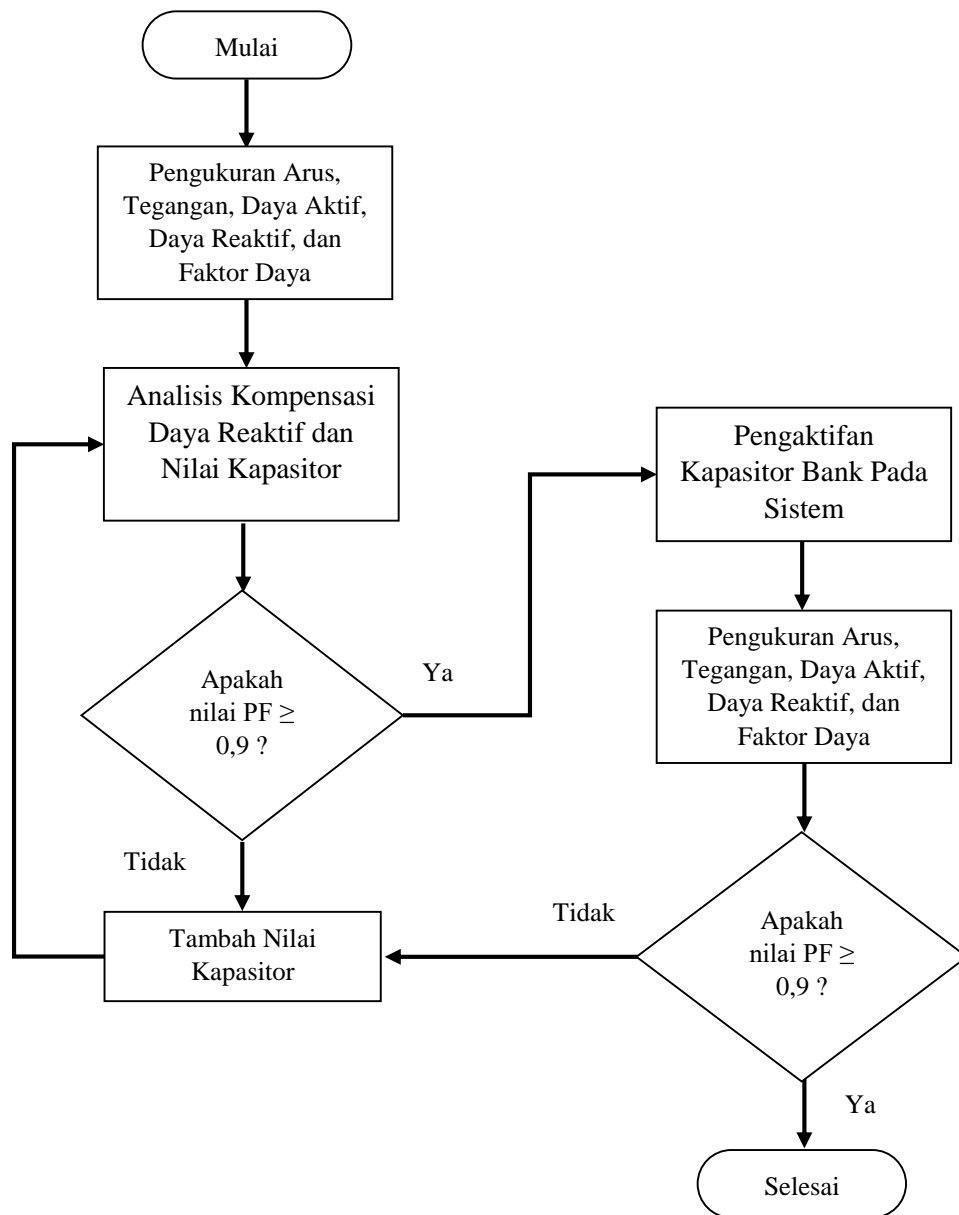
Gambar 3. 2 Blok Diagram Perangkat Keras

Dari sumber arus dan tegangan dialirkan ke beban, lalu setelah melewati beban besarnya arus dan tegangan akan dibaca oleh sensor arus, sensor tegangan dan juga sensor  $\cos \theta$  untuk mengukur besarnya pf. Setelah terukur, data akan dilanjutkan ke mikrokontroler untuk diolah kembali sebelum diteruskan ke kapasitor bank dan juga untuk menampilkan besarnya arus, tegangan, dan  $\cos \theta$  pada layar LCD. Setelah itu data yang telah diolah akan disesuaikan dengan besarnya kapasitor yang akan digunakan dan selanjutnya masuk ke driver dahulu sebelum dialirkan kembali ke beban.

### 3.3 Box Rangkaian *Hardware* dan Kapasitor Bank

Untuk tempat rangkaian *hardware* dan kapasitor banknya itu sendiri akan menggunakan *box* panel yang berukuran tinggi 30 cm, lebar 15 cm, dan panjang 20 cm. Pada *box* ini akan dilubangi sebuah lubang berdiameter 8 mm disisi kiri dan kanan *box* untuk menghubungkan kabel steker dan stop kontak ke rangkaian system yang ada di dalam. Sedangkan di bagian depan *box* akan pasang 2 buah LCD 20x4 untuk menampilkan nilai data yang terukur.

### 3.4 Proses Perbaikan Faktor Daya



Gambar 3. 3 *Flowchart* Perbaikan Faktor daya



## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

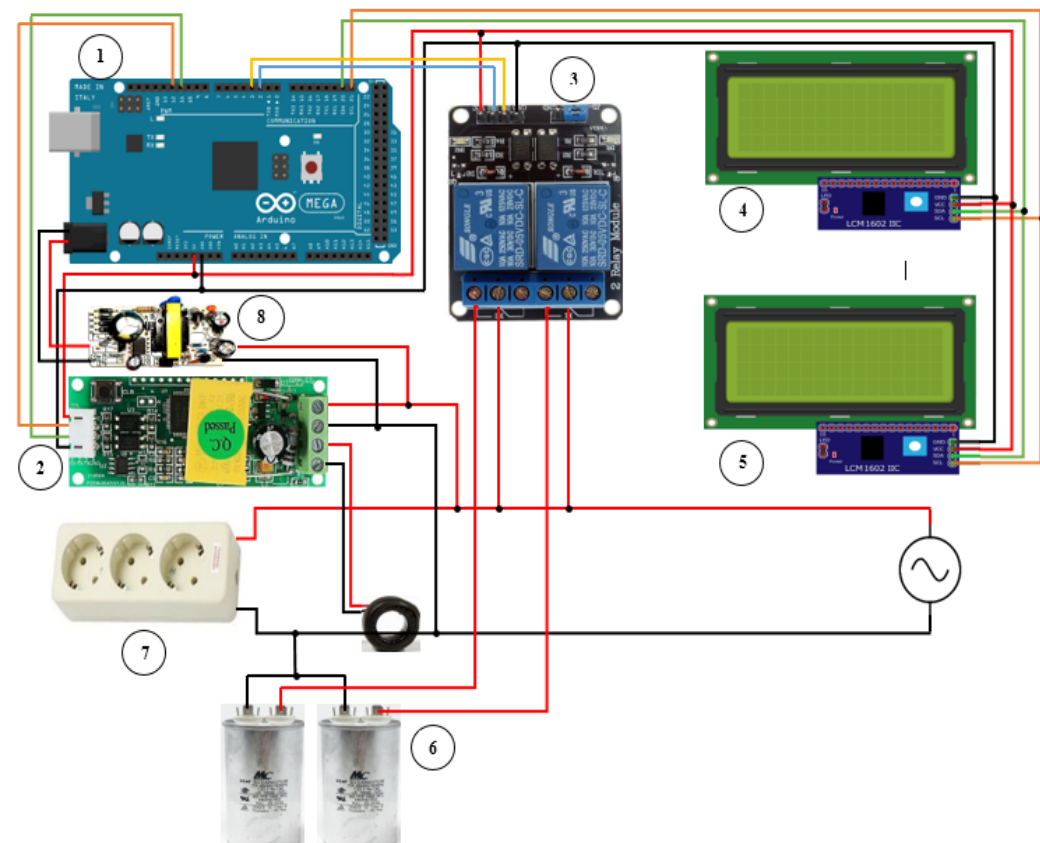
Pada bab ini akan dibahas mengenai proses pembuatan dan pengujian alat serta metode yang dipakai dalam pembuatan proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Berbasis Mikrokontroler Untuk Beban Rumah Tangga Dengan Daya Maksimal 900 W”, yaitu sebagai berikut:

#### **4.1 Deskripsi Alat**

Rancang Bangun Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Berbasis Mikrokontroler Untuk Beban Rumah Tangga Dengan Daya Maksimal 900 W merupakan sebuah metode yang diaplikasikan kedalam bentuk alat yang digunakan untuk memperbaiki faktor daya pada beban-beban rumah tangga yang bersifat induktif dimana agar bisa meningkatkan efektifitas dari penggunaan energi listriknya itu sendiri. Alat ini akan aktif apabila steker yang terhubung kedalam rangkaian didalam *box* panel dihubungkan ke stop kontak. Setelah itu hubungkan beban-beban yang akan diperbaiki faktor dayanya ke stop kontak yang terhubung ke rangkaian yang ada di dalam *box* panel tersebut. Ketika beban telah dihubungkan maka pada LCD 1 akan menampilkan nilai tegangan, arus, daya, frekuensi, faktor daya, dan juga nilai kapasitor yang dibutuhkan untuk bisa memperbaiki faktor dayanya. Ketika nilai kapasitor sudah diketahui maka sistem akan bekerja dan relay akan aktif yang mengaktifkan kapasitor mana yang akan hidup. Setelah itu maka LCD 2 akan menampilkan nilai tegangan, arus, daya, frekuensi, dan nilai faktor daya yang sudah diperbaiki.

## 4.2 Perancangan Rangkaian Kontrol dan *Hardware*

Rangkaian kontrol dan system perbaikan faktor daya ini dirangkai di dalam sebuah *box* panel dengan ukuran (30 x 20 x 15)cm supaya lebih efektif. Pada rangkaian kontrol ini sebuah Arduino Mega 2560 digunakan untuk mengolah seluruh data nilai sensor, dimana sensor yang digunakan adalah sensor Pzem 004t. Selain itu, proses *switching* kapasitor juga diatur oleh Arduino Mega 2560 dengan menggunakan Relay sebagai komponen untuk proses *switching* kapasitor bank mana yang akan digunakan nantinya. Untuk menampilkan data sebelum dan sesudah perbaikan faktor daya digunakan 2 buah LCD 20x4 yang di letakkan di bagian depan *box* panel. Komponen-komponen tersebut disambungkan ke Arduino Mega 2560 sebagai bagian dari sistem kontrol pada proyek akhir ini. Setiap komponen memiliki jalur (pin) tersendiri untuk disambungkan ke Arduino Mega 2560 dan harus sesuai ketika ditulis di dalam program Arduino. Untuk rangkaian kontrol dan komunikasi dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4. 1 Rangkaian Kontrol dan Hardware

- Keterangan Gambar:
  1. Arduino Mega 2560
  2. Sensor Pzem 004t
  3. Relay
  4. LCD 1 *with* I2C
  5. LCD 2 *with* I2C
  6. Kapasitor Bank
  7. Stop Kontak
  8. Adaptor 5V – 12V

### 4.3 Pengujian Sensor 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 [9].

Pada pengujian sensor dengan cara melakukan pengukuran tegangan, arus AC, daya, frekuensi dan faktor daya. Berikut *list* program pengujian pada sensor Pzem-004t:

```
float voltage = pzem.voltage(); // Pengukuran
Nilai Tegangan

    if( !isnan(voltage) ){

        lcd.setCursor(0,0);

        lcd.print("V: ");
```

```

        lcd.print(voltage);

        Serial.println(voltage);

        lcd.print("V");
    } else {

        lcd.clear();

        lcd.setCursor(0,0);

        lcd.print("Error");

    }

    float current = pzem.current(); // Pengukuran
Nilai Arus

    if( !isnan(current) ){

        lcd.setCursor(0,1);

        lcd.print("I: ");

        lcd.print(current);

        lcd.print("A");

    } else {lcd.print("")}

    float power = pzem.power(); // Pengukuran Nilai
Daya

    if( !isnan(power) ){

        lcd.setCursor(0,2);

        lcd.print("P: ");

        lcd.print(power);

        lcd.print("W");

```

```

    } else {lcd.print("");}

    float frequency = pzem.frequency(); //
Pengukuran Nilai Frekuensi

    if( !isnan(frequency) ){

        lcd.setCursor(11,0);

        lcd.print("F: ");

        lcd.print(frequency, 1);

        lcd.print("Hz");

    } else {lcd.print("");}

    float pf = pzem.pf(); // Pengukuran Nilai Power
Faktor

    if( !isnan(pf) ){

        lcd.setCursor(11,1);

        lcd.print("PF: ");

        lcd.print(pf);

    } else {lcd.print("");}

    delay(2000);

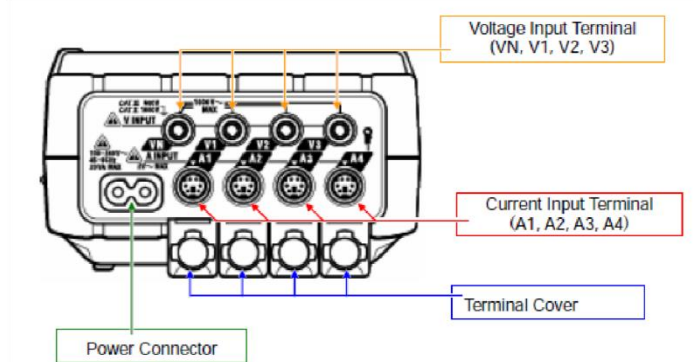
}

```

#### 4.4 Pengujian Sensor Dengan Alat Ukur

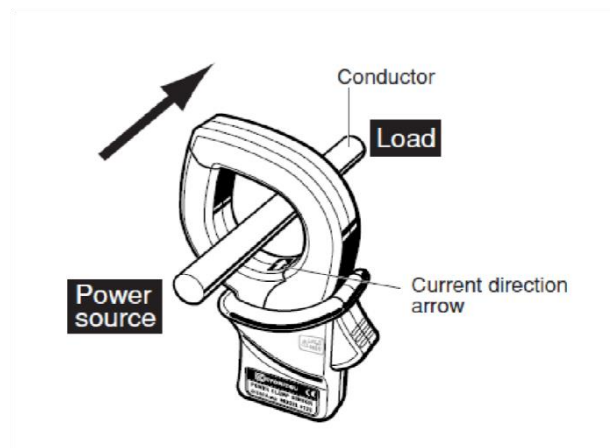
Untuk menguji kebenaran nilai arus, tegangan dan daya pada alat yang dibuat maka dilakukan perbandingan antara alat yang telah dibuat dengan alat ukur yang digunakan. Berikut langkah-langkah yang harus dilakukan:

1. Proses *setting* awal pada alat ukur *Kew Kyoritsu Power Quality Analyzer* dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini:



Gambar 4. 2 Connector Probe

2. Pasang klem meter pada beban. Cara memasang *clamp* meter yang benar ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Clamp Ampere 5A

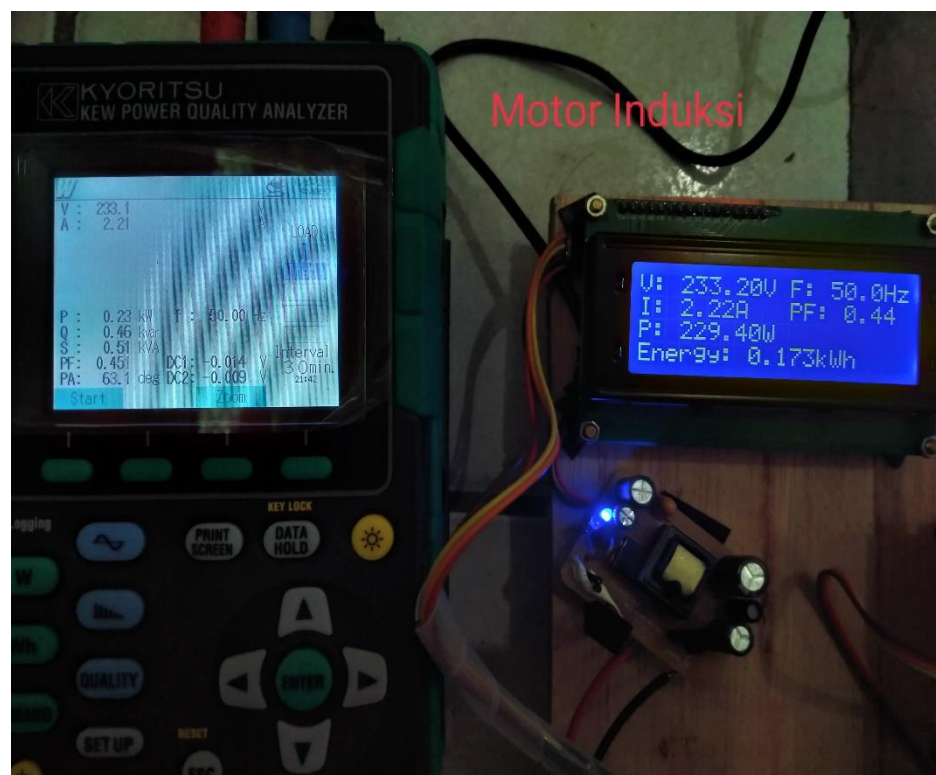
*Clamp* meter yang digunakan adalah *clamp* meter yang mempunyai *range* arus dari 0-5A. Pada *clamp* meter terdapat tanda panah yang digunakan sebagai acuan posisi klem meter tersebut. *Clamp* meter dipasang pada kabel fasa dengan arah panah menuju beban.

- Lakukan pengaturan pada menu *setup* alat ukur seperti pada gambar 4.4 di bawah ini:



Gambar 4. 4 Menu *setup* Alat ukur

- Kemudian lakukanlah pengukuran beban menggunakan alat ukur yang dibandingkan dengan alat yang telah dibuat. Berikut hasil dari perbandingannya:
  - Hasil Pengujian dengan beban Motor Induksi 250 watt
 Berikut perbandingan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur:



Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran Pada Beban Motor Induksi

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh, terdapat *range* atau selisih nilai pembacaan pada alat ukur dan sensor. Besarnya selisih yang didapat pada sensor dan alat ukur dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Data pengujian beban motor induksi

<b>Pengujian</b>	<b>Daya (W)</b>	<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (A)</b>	<b>Faktor Daya</b>
Alat Ukur	230	233.1	2.21	0.45
Sensor Pzem-004t	229.4	233.2	2.22	0.44

Analisa :

Berdasarkan hasil pengukuran di atas diketahui perbedaan pembacaan nilai pada alat ukur dan sensor pzem-004t, dimana pada pembacaan nilai daya terdapat *range* nilai sebesar 0.6, pada pembacaan tegangan sebesar 0.1, pada arus sebesar 0.01, dan pada pembacaan faktor dayanya sebesar 0.01.

Perhitungan persentase *error* tegangan, arus, daya, dan faktor daya yang didapat merupakan perbandingan pada alat ukur dan alat yang dibuat, sehingga rumusnya adalah:

- $$\begin{aligned} \text{Persentase } error \text{ daya} &= \frac{230-229.4}{230} \times 100\% \\ &= 0.26\% \dots\dots\dots(4.1) \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned} \text{Persentase } error \text{ tegangan} &= \frac{233.1-233.2}{233.1} \times 100\% \\ &= 0.04\% \dots\dots\dots(4.2) \end{aligned}$$



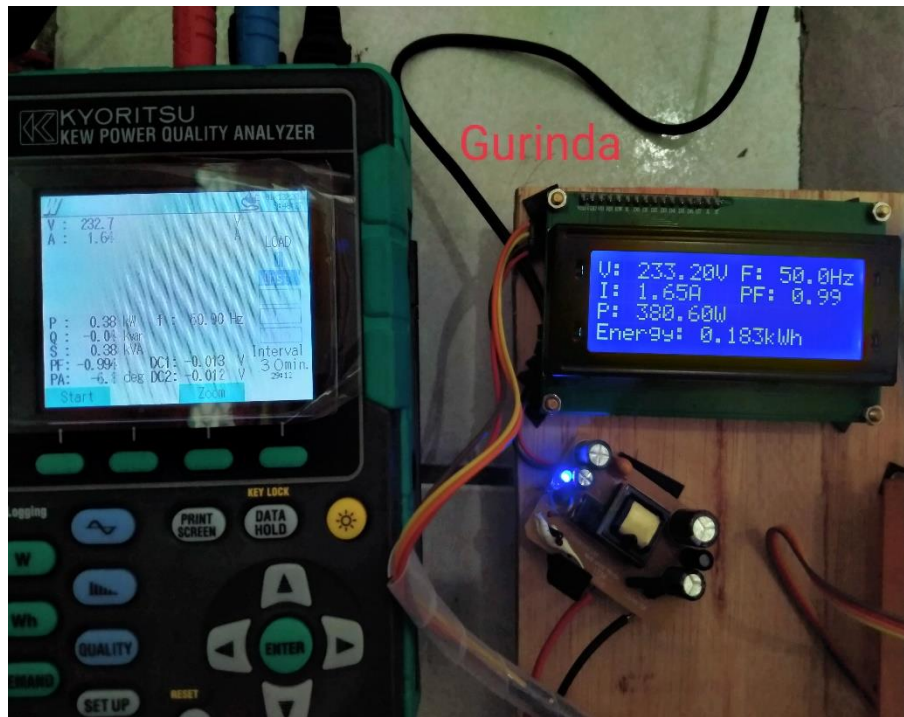
- $$\text{Persentase error arus} = \frac{2.21-2.22}{2.21} \times 100\%$$

$$= 0.45\% \dots \dots \dots (4.3)$$

- $$\text{Persentase error power faktor} = \frac{0.45-0.44}{0.45} \times 100\%$$

$$= 2.22\% \dots \dots \dots (4.4)$$

- Hasil Pengujian dengan beban Gerinda Tangan 600 watt  
 Berikut perbandingan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur:



Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Pada Beban Gerinda Tangan

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh, terdapat *range* atau selisih nilai pembacaan pada alat ukur dan sensor. Besarnya selisih yang didapat pada sensor dan alat ukur dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Data pengujian beban gerinda tangan

Pengujian	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Faktor Daya
Alat Ukur	380	232.7	1.64	0.994
Sensor Pzem-004t	380.6	233.2	1.65	0.99

Analisa :

Berdasarkan hasil pengukuran di atas diketahui perbedaan pembacaan nilai pada alat ukur dan sensor pzem-004t, dimana pada pembacaan nilai daya terdapat *range* nilai sebesar 0.6, pada pembacaan tegangan sebesar 0.5, pada arus sebesar 0.01, dan pada pembacaan faktor dayanya sebesar 0.04.

Perhitungan persentase *error* tegangan, arus dan daya yang didapat merupakan perbandingan pada alat ukur dan alat yang dibuat, sehingga rumusnya adalah:

- Persentase *error* daya =  $\frac{380-380.6}{380} \times 100\%$   
= 0.15%

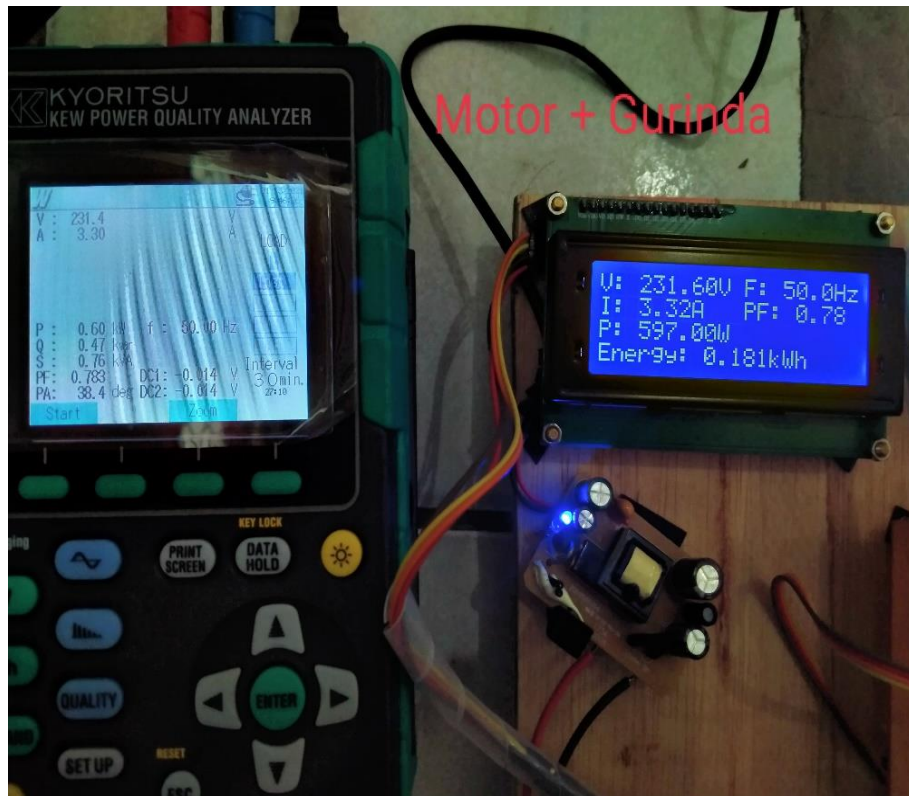
- Persentase *error* tegangan =  $\frac{232.7-233.2}{232.7} \times 100\%$   
= 0.21%

- Persentase *error* arus =  $\frac{1.64-1.65}{1.64} \times 100\%$   
= 0.6%

- Persentase *error* power faktor =  $\frac{0.994-0.99}{0.994} \times 100\%$   
= 0.4%

- Hasil Pengujian dengan beban Motor induksi + Gerinda Tangan (850 watt)

Berikut perbandingan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur:



Gambar 4. 7 Hasil Pengukuran Pada Beban Motor Induksi dan Gerinda

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh, terdapat *range* atau selisih nilai pembacaan pada alat ukur dan sensor. Besarnya selisih yang didapat pada sensor dan alat ukur dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4. 3 Data pengujian beban motor induksi dan gerinda tangan

Pengujian	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Faktor Daya
Alat Ukur	600	231.4	3.30	0.783
Sensor Pzem-004t	597	231.6	3.32	0.78

Analisa :

Berdasarkan hasil pengukuran di atas diketahui perbedaan pembacaan nilai pada alat ukur dan sensor pzem-004t, dimana pada pembacaan nilai daya terdapat *range* nilai sebesar 3, pada pembacaan tegangan sebesar 0.2, pada arus sebesar 0.02, dan pada pembacaan faktor dayanya sebesar 0.03.

Perhitungan persentase *error* tegangan, arus dan daya yang didapat merupakan perbandingan pada alat ukur dan alat yang dibuat, sehingga rumusnya adalah:

- Persentase *error* daya =  $\frac{600-597}{600} \times 100\%$   
= 0.5%

- Persentase *error* tegangan =  $\frac{231.4-231.6}{231.4} \times 100\%$   
= 0.08%

- Persentase *error* arus =  $\frac{3.30-3.32}{3.30} \times 100\%$   
= 0.6%

- Persentase *error* power faktor =  $\frac{0.783-0.78}{0.783} \times 100\%$   
= 0.38%

#### 4.5 Perhitungan Penentuan Nilai Kapasitor Yang Dibutuhkan

Untuk menentukan berapa nilai kapasitor yang dibutuhkan pada setiap beban, maka harus dilakukan perhitungan untuk menentukan berapa besar nilai kapasitor yang dibutuhkan sesuai dengan *power* faktor dari setiap beban tersebut.

Sebelum menghitung nilai kapasitornya, terlebih dahulu kita harus mencari nilai daya reaktif, daya semu, dan juga besar nilai tahananannya. Berikut perhitungan penentuan nilai kapasitor pada setiap beban:

a Perhitungan pada beban Motor Induksi:

Daya Reaktif (Q) perlu diketahui dengan cara sebagai berikut:

$$\cos \phi_1 = 0,44; \text{ maka } \phi = 63,90^\circ.$$

$$Q_1 = V.I \sin \phi_1$$

$$Q_1 = 233.2 \times 2.22 \times \sin 63,90^\circ = 464.89 \approx 464.9 \text{ VAR} \dots \dots \dots (4.5)$$

Untuk menentukan nilai faktor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif (Q2) yaitu:

$$\cos \phi_2 = 0,98, \text{ maka } \phi_2 = 11,48^\circ.$$

$$Q = P.Tan \phi_2$$

$$(Q_1 - Q_2) = P \times \tan 11,48^\circ$$

$$(464.89 - Q_2) = 229.4 \times 0,203$$

$$Q_2 = 464.89 - 46.57 = 418.32 \approx 418.3 \text{ VAR} \dots \dots \dots (4.6)$$

Setelah diketahui Q2, maka dihitung nilai tahanan Z sebagai berikut:

$$Z = |V|^2 / Q_2$$

$$= |233.2|^2 / 418.3$$

$$= 130 \Omega \dots \dots \dots (4.7)$$

Kemudian ditentukan nilai kapasitor C sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z &= 1 / 2.\pi.F.C \quad C = 1 / (2.\pi.F.Z) \\ &= 1 / (2 \times \pi \times 50 \times 130) \\ &= 24.497 \mu\text{F} \approx 24.5 \mu\text{F} \dots\dots\dots(4.8) \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai kapasitor yang perlu dipasang untuk memperbaiki faktor daya menjadi 0,98 pada motor induksi adalah 24.5  $\mu\text{F}$ .

b Perhitungan pada beban Gerinda Tangan:

Daya Reaktif (Q) perlu diketahui dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Cos } \phi_1 = 0,98; \text{ maka } \phi = 11,47^\circ.$$

$$Q_1 = V.I \text{ Sin } \phi_1$$

$$Q_1 = 233.2 \times 1,65 \times \text{Sin } 11,47^\circ = 76.57 \approx 76.6 \text{ VAR}$$

Untuk menentukan nilai faktor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif (Q2) yaitu:

$$\text{Cos } \phi_2 = 1, \text{ maka } \phi_2 = 0^\circ.$$

$$Q = P.\text{Tan } \phi_2$$

$$(Q_1 - Q_2) = P \times \text{Tan } 0^\circ$$

$$(76.6 - Q_2) = 380.6 \times 0$$

$$Q_2 = 76.6 - 0 = 76.6 \text{ VAR}$$

Setelah diketahui Q2, maka dihitung nilai tahanan Z sebagai berikut:

$$Z = |V|^2 / Q_2$$

$$= |233,20|^2 / 76.6$$

$$= 709.95 \approx 709.9 \Omega$$

Kemudian ditentukan nilai kapasitor C sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z &= 1 / 2 \cdot \pi \cdot F \cdot C \quad C = 1 / (2 \cdot \pi \cdot F \cdot Z) \\ &= 1 / (2 \times \pi \times 50 \times 709.9) \\ &= 4.48 \mu\text{F} \approx 4,5 \mu\text{F} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai kapasitor yang perlu dipasang untuk memperbaiki faktor daya menjadi 1 pada gerinda tangan adalah 4,5  $\mu\text{F}$ .

c Perhitungan pada beban Motor Induksi + Gerinda tangan:

Daya Reaktif (Q) perlu diketahui dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Cos } \varphi_1 = 0,78; \text{ maka } \varphi = 38,74^\circ.$$

$$Q_1 = V \cdot I \cdot \text{Sin } \varphi_1$$

$$Q_1 = 231.6 \times 3.32 \times \text{Sin } 38,74^\circ = 481.17 \approx 481.2 \text{ VAR}$$

Untuk menentukan nilai faktor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif (Q2) yaitu:

$$\text{Cos } \varphi_2 = 0,98, \text{ maka } \varphi_2 = 11,48^\circ.$$

$$Q = P \cdot \text{Tan } \varphi_2$$

$$(Q_1 - Q_2) = P \times \text{Tan } 11,48^\circ$$

$$(481.2 - Q_2) = 597 \times 0,203$$

$$Q_2 = 481.2 - 121.191 = 360 \text{ VAR}$$

Setelah diketahui Q2, maka dihitung nilai tahanan Z sebagai berikut:

$$Z = |V|^2 / Q_2$$

$$= |231.6|^2 / 360$$

$$= 148.996 \approx 149 \Omega$$

Kemudian ditentukan nilai kapasitor C sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z &= 1 / 2.\pi.F.C \\ &= 1 / (2.\pi.F.Z) \\ &= 1 / (2 \times \pi \times 50 \times 149) \\ &= 21.37 \mu\text{F} \approx 21.4 \mu\text{F} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai kapasitor yang perlu dipasang untuk memperbaiki faktor daya menjadi 0,98 pada motor induksi + gerinda tangan adalah 21.4  $\mu\text{F}$ .

d Perhitungan pada beban Pompa Air:

Daya Reaktif (Q) perlu diketahui dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Cos } \varphi_1 = 0,66 \text{ maka } \varphi = 48.70^\circ.$$

$$Q_1 = V.I \text{ Sin } \varphi_1$$

$$Q_1 = 227.9 \times 1.16 \times \text{Sin } 48.70^\circ = 198.60 \approx 199 \text{ VAR}$$

Untuk menentukan nilai faktor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif (Q2) yaitu:

$$\text{Cos } \varphi_2 = 0,98, \text{ maka } \varphi_2 = 11,48^\circ.$$

$$Q = P.\text{Tan } \varphi_2$$

$$(Q_1 - Q_2) = P \times \text{Tan } 11,48^\circ$$

$$(199 - Q_2) = 175.7 \times 0.203$$

$$Q_2 = 199 - 35.67 = 163.33 \approx 163 \text{ VAR}$$

Setelah diketahui Q2, maka dihitung nilai tahanan Z sebagai berikut:

$$Z = |V|^2/Q_2$$



$$= |227.9|^2 / 163$$

$$= 318.64 \approx 319 \Omega$$

Kemudian ditentukan nilai kapasitor C sebagai berikut:

$$Z = 1 / 2 \cdot \pi \cdot F \cdot C$$

$$C = 1 / (2 \cdot \pi \cdot F \cdot Z)$$

$$= 1 / (2 \times \pi \times 50 \times 319)$$

$$= 9.98 \mu\text{F}$$

Dari hasil perhitungan, nilai kapasitor yang perlu dipasang untuk memperbaiki faktor daya menjadi 1 pada beban adalah 9.98  $\mu\text{F}$ .

e Perhitungan pada beban Pompa Air + Blender:

Daya Reaktif (Q) perlu diketahui dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Cos } \phi_1 = 0,78; \text{ maka } \phi = 38.74^\circ.$$

$$Q_1 = V \cdot I \cdot \text{Sin } \phi_1$$

$$Q_1 = 228 \times 1,70 \times \text{Sin } 38.74^\circ = 242.56 \approx 243 \text{ VAR}$$

Untuk menentukan nilai faktor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif (Q2) yaitu:

$$\text{Cos } \phi_2 = 0,98, \text{ maka } \phi_2 = 11,48^\circ.$$

$$Q = P \cdot \text{Tan } \phi_2$$

$$(Q_1 - Q_2) = P \times \text{Tan } 11,48^\circ$$

$$(243 - Q_2) = 301 \times 0,203$$

$$Q_2 = 243 - 61.10 = 181.9 \approx 182 \text{ VAR}$$

Setelah diketahui Q2, maka dihitung nilai tahanan Z sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
Z &= |V|^2/Q^2 \\
&= |228|^2 / 182 \\
&= 285.63 \approx 286 \Omega
\end{aligned}$$

Kemudian ditentukan nilai kapasitor C sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
Z &= 1 / 2 \cdot \pi \cdot F \cdot C \\
C &= 1 / (2 \cdot \pi \cdot F \cdot Z) \\
&= 1 / (2 \times \pi \times 50 \times 286) \\
&= 11.13 \mu\text{F}
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai kapasitor yang perlu dipasang untuk memperbaiki faktor daya menjadi 1 pada beban adalah 11.13  $\mu\text{F}$ .

f Perhitungan pada beban Pompa Air + Kipas Angin:

Daya Reaktif (Q) perlu diketahui dengan cara sebagai berikut:

$$\cos \varphi_1 = 0,74 \text{ maka } \varphi = 42.27^\circ.$$

$$Q_1 = V \cdot I \cdot \sin \varphi_1$$

$$Q_1 = 231.8 \times 1.30 \times \sin 42.27^\circ = 202.68 \approx 202 \text{ VAR}$$

Untuk menentukan nilai faktor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif (Q2) yaitu:

$$\cos \varphi_2 = 0,98, \text{ maka } \varphi_2 = 11,48^\circ.$$

$$Q = P \cdot \tan \varphi_2$$

$$(Q_1 - Q_2) = P \times \tan 11,48^\circ$$

$$(202 - Q_2) = 217.5 \times 0.203$$

$$Q_2 = 202 - 44.15 = 157.85 \approx 158 \text{ VAR}$$

Setelah diketahui Q2, maka dihitung nilai tahanan Z sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z &= |V|^2/Q^2 \\
 &= |231.8|^2 / 158 \\
 &= 340.07 \Omega
 \end{aligned}$$

Kemudian ditentukan nilai kapasitor C sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z &= 1 / (2 \cdot \pi \cdot F \cdot C) \\
 C &= 1 / (2 \cdot \pi \cdot F \cdot Z) \\
 &= 1 / (2 \times \pi \times 50 \times 340.07) \\
 &= 9.36 \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai kapasitor yang perlu dipasang untuk memperbaiki faktor daya menjadi 1 pada beban adalah 9.10  $\mu\text{F}$ .

#### 4.6 Perakitan *Hardware* Elektrik Keseluruhan

Perakitan *Hardware* Elektrik Keseluruhan ini dilakukan apabila akan melakukan pengujian secara keseluruhan. Perakitan ini untuk mengemaskan komponen kedalam *box* panel, agar komponen tertata rapi. Dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. 8 Box Panel Rangkaian Sistem

#### 4.7 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang sudah dirancang dan dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian kali ini akan dilakukan pada 4 jenis variasi beban yang berbeda. Berikut hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan:

##### 1 Gerinda Tangan 600 W + Motor Induksi 250 W:

Pada pengujian kali ini akan menggunakan 2 buah beban yang diukur secara kumulatif yaitu motor induksi 250 W dan gerinda tangan 600 W. Setelah itu hasil pengukuran akan ditampilkan pada 2 buah LCD yaitu LCD 1 untuk nilai sebelum perbaikan Faktor Daya dan LCD 2 untuk nilai setelah perbaikan Faktor Daya.



Gambar 4. 9 Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan PF Gerinda Tangan + Motor Induksi

Gambar di atas merupakan hasil dari pengukuran dari sistem secara keseluruhan yang meliputi nilai Tegangan (V), Arus (A), Daya (W), Frekuensi (Hz), Faktor Daya, dan nilai Kapasitor Bank (uF) yang diperlukan. Untuk lebih jelasnya akan di cantumkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 4 Data Pengujian Nilai PF dan Arus Gerinda Tangan + Motor Induksi

Pengujian	Sebelum Perbaikan PF	Sesudah Perbaikan PF
Faktor Daya	0.79	0.96
Arus	3.27 A	2.69 A
Kapasitor Yang Dibutuhkan	20.55 uF	-

➤ **Analisa Data:**

Dari hasil pengujian sistem keseluruhan di atas, 2 beban yang digunakan yaitu Gerinda tangan dan Motor Induksi memiliki Daya sebesar 595.2 W dan untuk nilai faktor dayanya itu sendiri sudah mengalami kenaikan dari 0.79 menjadi 0.96. Sedangkan untuk nilai arusnya mengalami penurunan dari 3.27 menjadi 2.69. dengan menggunakan kapasitor bank dengan nilai 20 uF. Dimana persentase kenaikan nilai efisiensi faktor dayanya dan persentase penurunan nilai arusnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kenaikan Nilai Efisiensi PF} &= \frac{0.96-0.79}{0.96} \times 100\% \\ &= 17.71 \% \dots\dots\dots(4.8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penurunan Nilai Arus} &= \frac{3.27-2.69}{3.27} \times 100\% \\ &= 17.73 \% \dots\dots\dots(4.9) \end{aligned}$$

Jadi perubahan nilai faktor daya yang awal mulanya 0.79 menjadi 0.96 telah mengalami kenaikan sebesar 17.71 % sedangkan untuk nilai arusnya yang awalnya 3.27 menjadi 2.69 mengalami penurunan sebesar 17.73 %. Kenaikan nilai efisiensi dari faktor daya ini terjadi karena adanya penambahan kapasitor bank pada sistem. Untuk mengetahui

berapa nilai kapasitor bank yang dibutuhkan baik dari pembacaan alat ataupun secara perhitungan bisa dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4. 5 Perbandingan Antara Pembacaan dan Perhitungan Nilai Kapasitor Gerinda Tangan + Motor Induksi

<b>Pengujian</b>	<b>Pembacaan Alat</b>	<b>Perhitungan</b>
Kapasitor Yang Dibutuhkan	20.55 uF	21.40 uF

Dari tabel diatas terdapat perbedaan 0.85 uF antara hasil dari pembacaan dengan hasil perhitungan. Untuk mengetahui persentase *error* yang terjadi bisa dilihat pada rumus di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Persentase } error \text{ Penentuan Kapasitor} &= \frac{21.40-20.55}{21.40} \times 100\% \\ &= 3.97 \% \dots\dots\dots(4.10) \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diketahui persentase *error* penentuan kapasitor bank yang digunakan antara pembacaan dan perhitungan yaitu sebesar 3.97 %. Hal ini terjadi karena pada saat perhitungan penentuan besarnya kapasitor yang digunakan adanya pembulatan nilai hasil perhitungan yang mengakibatkan hasil dari pembacaan dan perhitungan terjadi sedikit perbedaan.

## 2 Pompa Air 175 W :

Pengujian kali ini akan menggunakan 1 buah beban yaitu pompa air 175 W yang selanjutnya hasil pengukuran akan ditampilkan pada 2 buah LCD yaitu LCD 1 untuk nilai sebelum perbaikan Faktor Daya dan LCD 2 untuk nilai setelah perbaikan Faktor Daya.



Gambar 4. 10 Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan PF Pompa Air

Gambar di atas merupakan hasil dari pengukuran dari sistem secara keseluruhan yang meliputi nilai Tegangan (V), Arus (A), Daya (W), Frekuensi (Hz), Faktor Daya, dan nilai Kapasitor Bank (uF) yang diperlukan. Untuk lebih jelasnya akan di cantumkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 6 Data Pengujian Nilai PF dan Arus Pompa Air

<b>Pengujian</b>	<b>Sebelum Perbaikan PF</b>	<b>Sesudah Perbaikan PF</b>
Faktor Daya	0.66	0.94
Arus	1.16 A	0.81 A
Kapasitor Yang Dibutuhkan	10.04 uF	-

➤ **Analisa Data:**

Dari hasil pengujian sistem keseluruhan di atas, beban yang digunakan yaitu Pompa Air memiliki Daya sebesar 175.7 W dan untuk nilai faktor dayanya itu sendiri sudah mengalami kenaikan dari 0.66 menjadi 0.94. Sedangkan untuk nilai arusnya mengalami penurunan dari 1.16 menjadi 0.81 dengan menggunakan kapasitor bank dengan nilai 14 uF. Dimana persentase kenaikan nilai efisiensi faktor dayanya dan persentase penurunan nilai arusnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kenaikan Nilai Efisiensi PF} &= \frac{0.94-0.66}{0.94} \times 100\% \\ &= 29.78 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penurunan Nilai Arus} &= \frac{1.16-0.81}{1.16} \times 100\% \\ &= 30.17 \% \end{aligned}$$

Jadi perubahan nilai faktor daya yang awal mulanya 0.66 menjadi 0.94 telah mengalami kenaikan sebesar 29.78 % sedangkan untuk nilai arusnya yang awalnya 1.16 menjadi 0.81 mengalami penurunan sebesar 30.17 %. Kenaikan nilai efisiensi dari faktor daya ini terjadi karena adanya penambahan kapasitor bank pada sistem. Untuk mengetahui berapa nilai kapasitor bank yang dibutuhkan baik dari pembacaan alat ataupun secara perhitungan bisa dilihat pada tabel 4.7 di bawah ini:



Tabel 4. 7 Perbandingan Antara Pembacaan dan Perhitungan Nilai Kapasitor Pompa Air

<b>Pengujian</b>	<b>Pembacaan Alat</b>	<b>Perhitungan</b>
Kapasitor Yang Dibutuhkan	10.04 uF	9.98 uF

Dari tabel diatas terdapat perbedaan 0.06 uF antara hasil dari pembacaan dengan hasil perhitungan. Untuk mengetahui persentase *error* yang terjadi bisa dilihat pada rumus di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Persentase } error \text{ Penentuan Kapasitor} &= \frac{10.04-9.98}{10.04} \times 100\% \\ &= 0.59 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diketahui persentase *error* penentuan kapasitor bank yang digunakan antara pembacaan dan perhitungan yaitu sebesar 0.59 %. Hal ini terjadi karena pada saat perhitungan penentuan besarnya kapasitor yang digunakan adanya pembulatan nilai hasil perhitungan yang mengakibatkan hasil dari pembacaan dan perhitungan terjadi sedikit perbedaan.

### 3 Pompa Air 175 W + Blender 200 W

Pengujian kali ini akan menggunakan 2 buah beban yaitu pompa air 175 W dan blender 200 W yang selanjutnya hasil pengukuran akan ditampilkan pada 2 buah LCD yaitu LCD 1 untuk nilai sebelum perbaikan Faktor Daya dan LCD 2 untuk nilai setelah perbaikan Faktor Daya.



Gambar 4. 11 Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan PF Pompa Air + Blender

Gambar di atas merupakan hasil dari pengukuran dari sistem secara keseluruhan yang meliputi nilai Tegangan (V), Arus (A), Daya (W), Frekuensi (Hz), Faktor Daya, dan nilai Kapasitor Bank (uF) yang diperlukan. Untuk lebih jelasnya akan di cantumkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 8 Data Pengujian Nilai PF dan Arus Pompa Air + Blender

<b>Pengujian</b>	<b>Sebelum Perbaikan PF</b>	<b>Sesudah Perbaikan PF</b>
Faktor Daya	0.78	0.97
Arus	1.70 A	1.35 A
Kapasitor Yang Dibutuhkan	11.11 uF	-

➤ **Analisa Data:**

Dari hasil pengujian sistem keseluruhan di atas, 2 beban yang digunakan yaitu Pompa Air + Blender memiliki Daya sebesar 301.2 W dan untuk nilai faktor dayanya itu sendiri sudah mengalami kenaikan dari 0.78 menjadi 0.97. Sedangkan untuk nilai arusnya mengalami penurunan dari 1.70 menjadi 1.35 dengan menggunakan kapasitor bank dengan nilai 14 uF. Dimana persentase kenaikan nilai efisiensi faktor dayanya dan persentase penurunan nilai arusnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kenaikan Nilai Efisiensi PF} &= \frac{0.97-0.78}{0.97} \times 100\% \\ &= 19.59 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penurunan Nilai Arus} &= \frac{1.70-1.35}{1.70} \times 100\% \\ &= 20.59 \% \end{aligned}$$

Jadi perubahan nilai faktor daya yang awal mulanya 0.78 menjadi 0.97 telah mengalami kenaikan sebesar 19.59 % sedangkan untuk nilai arusnya yang awalnya 1.70 menjadi 1.35 mengalami penurunan sebesar 20.59 %. Kenaikan nilai efisiensi dari faktor daya ini terjadi karena adanya penambahan kapasitor bank pada sistem. Untuk mengetahui

berapa nilai kapasitor bank yang dibutuhkan baik dari pembacaan alat ataupun secara perhitungan bisa dilihat pada tabel 4.9 di bawah ini:

Tabel 4. 9 Perbandingan Antara Pembacaan dan Perhitungan Nilai Kapasitor Pompa Air + Blender

<b>Pengujian</b>	<b>Pembacaan Alat</b>	<b>Perhitungan</b>
Kapasitor Yang Dibutuhkan	11.11 uF	11.13 uF

Dari tabel diatas terdapat perbedaan 0.02 uF antara hasil dari pembacaan dengan hasil perhitungan. Untuk mengetahui persentase *error* yang terjadi bisa dilihat pada rumus di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Persentase } error \text{ Penentuan Kapasitor} &= \frac{11.13-11.11}{11.13} \times 100\% \\ &= 0.18 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diketahui persentase *error* penentuan kapasitor bank yang digunakan antara pembacaan dan perhitungan yaitu sebesar 0.18 %. Hal ini terjadi karena pada saat perhitungan penentuan besarnya kapasitor yang digunakan adanya pembulatan nilai hasil perhitungan yang mengakibatkan hasil dari pembacaan dan perhitungan terjadi sedikit perbedaan.

#### 4 Pompa Air 175 W + Kipas Angin 55 W

Pengujian kali ini akan menggunakan 2 buah beban yaitu pompa air 175 W dan kipas angin 55 W yang selanjutnya hasil pengukuran akan ditampilkan pada 2 buah LCD yaitu LCD 1 untuk nilai sebelum perbaikan Faktor Daya dan LCD 2 untuk nilai setelah perbaikan Faktor Daya.



Gambar 4. 12 Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan PF Pompa Air + Kipas Angin

Gambar di atas merupakan hasil dari pengukuran dari sistem secara keseluruhan yang meliputi nilai Tegangan (V), Arus (A), Daya (W), Frekuensi (Hz), Faktor Daya, dan nilai Kapasitor Bank (uF) yang diperlukan. Untuk lebih jelasnya akan di cantumkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 10 Data Pengujian Nilai PF dan Arus Pompa Air + Kipas Angin

<b>Pengujian</b>	<b>Sebelum Perbaikan PF</b>	<b>Sesudah Perbaikan PF</b>
Faktor Daya	0.72	0.95
Arus	1.30 A	0.98 A
Kapasitor Yang Dibutuhkan	9.79 uF	-

➤ **Analisa Data:**

Dari hasil pengujian sistem keseluruhan di atas, 2 beban yang digunakan yaitu Pompa Air + Kipas Angin memiliki Daya sebesar 217.5 W dan untuk nilai faktor dayanya itu sendiri sudah mengalami kenaikan dari 0.72 menjadi 0.95. Sedangkan untuk nilai arusnya mengalami penurunan dari 1.30 menjadi 0.98 dengan menggunakan kapasitor bank dengan nilai 14 uF. Dimana persentase kenaikan nilai efisiensi faktor dayanya dan persentase penurunan nilai arusnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kenaikan Nilai Efisiensi PF} &= \frac{0.95-0.72}{0.95} \times 100\% \\ &= 24.21 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penurunan Nilai Arus} &= \frac{1.30-0.98}{1.30} \times 100\% \\ &= 24.61 \% \end{aligned}$$

Jadi perubahan nilai faktor daya yang awal mulanya 0.72 menjadi 0.95 telah mengalami kenaikan sebesar 24.21 % sedangkan untuk nilai arusnya yang awalnya 1.30 menjadi 0.98 mengalami penurunan sebesar 24.61 %. Kenaikan nilai efisiensi dari faktor daya ini terjadi karena adanya penambahan kapasitor bank pada sistem. Untuk mengetahui

berapa nilai kapasitor bank yang dibutuhkan baik dari pembacaan alat ataupun secara perhitungan bisa dilihat pada tabel 4.9 di bawah ini:

Tabel 4. 11 Perbandingan Antara Pembacaan dan Perhitungan Nilai Kapasitor Pompa Air + Kipas Angin

<b>Pengujian</b>	<b>Pembacaan Alat</b>	<b>Perhitungan</b>
Kapasitor Yang Dibutuhkan	9.79 uF	9.36 uF

Dari tabel diatas terdapat perbedaan 0.02 uF antara hasil dari pembacaan dengan hasil perhitungan. Untuk mengetahui persentase *error* yang terjadi bisa dilihat pada rumus di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Persentase } error \text{ Penentuan Kapasitor} &= \frac{9.79-9.36}{9.79} \times 100\% \\ &= 4.39 \% \end{aligned}$$

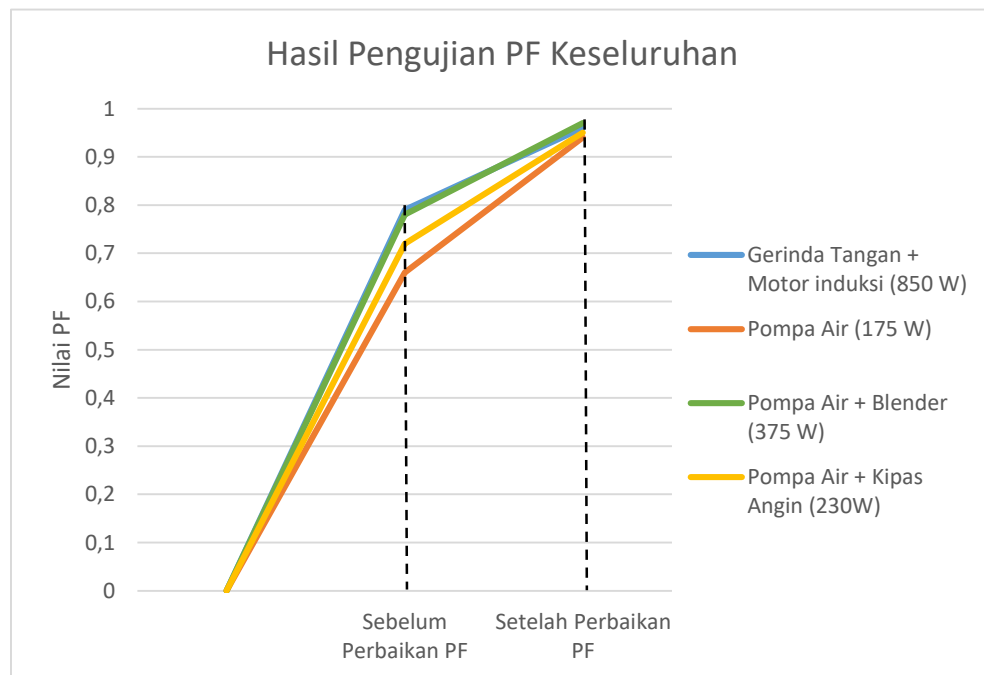
Dari perhitungan diatas diketahui persentase *error* penentuan kapasitor bank yang digunakan antara pembacaan dan perhitungan yaitu sebesar 4.39 %. Hal ini terjadi karena pada saat perhitungan penentuan besarnya kapasitor yang digunakan adanya pembulatan nilai hasil perhitungan yang mengakibatkan hasil dari pembacaan dan perhitungan terjadi sedikit perbedaan.

#### 4.8 Hasil Pengujian Nilai *Power Factor* Keseluruhan

Hasil dari semua pengujian nilai *power factor* pada sistem secara keseluruhan dengan menggunakan 4 jenis variasi beban bisa dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini:

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Nilai *Power Factor* Keseluruhan

<b>Beban</b>	<b>Sebelum Perbaikan PF</b>	<b>Setelah Perbaikan PF</b>
Gerinda Tangan + Motor induksi (850 W)	0.79	0.96
Pompa Air (175 W)	0.66	0.94
Pompa Air + Blender (375 W)	0.78	0.97
Pompa Air + Kipas Angin (230W)	0.72	0.95



Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Nilai *Power Factor* Keseluruhan



### Analisa:

Dari hasil data di atas diketahui bahwa telah terjadi kenaikan nilai faktor daya sesudah mengalami perbaikan menggunakan kapasitor bank pada 4 jenis variasi beban yang digunakan. Untuk beban Gerinda Tangan + Motor Induksi mengalami kenaikan faktor daya sebesar 0.17, pada beban Pompa Air mengalami kenaikan faktor daya sebesar 0.28, sedangkan pada beban Pompa Air + Blender mengalami kenaikan faktor daya sebesar 0.19, dan pada beban Pompa Air + Kipas Angin mengalami kenaikan faktor daya sebesar 0.23.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank berbasis mikrokontroler untuk beban rumah tangga dengan daya maksimal 900 W yang telah diuraikan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Penambahan kapasitor bank yang sesuai pada beban listrik akan mengakibatkan pengaruh terhadap arus dan faktor daya yang bekerja, dimana nilai arus akan semakin turun disertai peningkatan faktor daya yang bisa melebihi 0.9 dan bisa mencapai 1. Dalam hal ini penambahan dipasang secara paralel dekat dengan beban listrik.
2. Hasil dari pengukuran dan percobaan pada 4 jenis variasi beban yaitu Gerinda Tangan + Motor Induksi, Pompa Air, Pompa Air + Blender, dan Pompa Air + Kipas Angin telah terjadi kenaikan nilai efisiensi faktor daya antara 17 – 30 % dari rata-rata nilai faktor daya awal 0,74 menjadi 0,95 yang dimana hasil dari sebelum perbaikan akan di tampilkan pada LCD 1 dan hasil dari sesudah perbaikan akan di tampilkan pada LCD 2.

#### **5.2 Saran**

1. Sebaiknya jenis kapasitor yang digunakan adalah *variable* kapasitor yang dapat diatur kapasitansinya, sehingga lebih presisi dan efisien.
2. Menambah fasilitas pendeteksi jenis beban, agar dapat membedakan beban jenis induktif, kapasitif, ataupun resistif.
3. Perlu adanya pengembangan agar alat ini bisa terhubung dengan komputer atau perangkat android dalam hal pengambilan datanya.
4. Pengukuran besaran listrik yang diambil untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memperpanjang jangka waktunya hingga 1 bulan atau lebih, guna mengetahui tingkat efektivitas dan efisiensi daya yang didapat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. M. Andi Zulfakar and P. Pangaribuan, "Rancang Bangun Perbaikan Faktor Daya dan Watt Hours Meter Digital Berbasis Mikrokontroler," *e-Proceeding of Engineering*, pp. 6956-6959, 2015.
- [2] Eko Budi Hariyadi. Universitas Negeri Yogyakarta, "Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Peralatan Rumah Tangga," 2015.
- [3] M. H. Ahmad Dani, "Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Sebagai Kompensasi Daya Reaktif (Studi Kasus STT Sinar Husni," *Seminar Nasional Royal (SENAR) 2018*, 2018.
- [4] Lisiani, Abang Razikin; Syaifurrahman. Universitas Tanjungpura Pontianak, "Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi)".
- [5] D. Kho, "Pengertian Mikrokontroler (Microcontroller) dan Strukturnya," *Teknik Elektronika*, [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-mikrokontroler-microcontroller-struktur-mikrokontroler/>. [Accessed 18 11 2020].
- [6] "Mengenal Arduino," *andalanelektro.id*, 2016. [Online]. Available: <https://www.andalanelektro.id/2018/08/mengenal-arduino.html>. [Accessed 18 11 2020].
- [7] A. Rangga, "Kapasitor Bank," *cerdika.com*, [Online]. Available: <https://cerdika.com/kapasitor-bank/>. [Accessed 18 11 2020].
- [8] D. Henduino, "Mengenal Arduino Mega 2560," *Henduino Library*, [Online]. Available: <https://henduino.github.io/library/papan/mengenal-arduino-mega2560/>. [Accessed 18 11 2020].
- [9] "Mengenal Pzem-004t Modul Elektronik Untuk Alat Pengukuran Listrik," *nn-digital*, 2016. [Online]. Available: <https://www.nn-digital.com/blog/2019/07/10/mengenal-pzem-004t-modul-elektronik-untuk-alat-pengukuran-listrik/>. [Accessed 18 11 2020].

- [10] Ajie, "Menggunakan Lcd 20x4 2004 i2c Pada Arduino," indomaker.com, 16 Desember 2019. [Online]. Available:  
<http://indomaker.com/index.php/2019/12/16/menggunakan-lcd-20x4-2004-i2c-pada-arduino/>. [Accessed 18 11 2020].
- [11] "Bekerja Dengan i2c Lcd dan Arduino," Saptaji.com, [Online]. Available:  
<http://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/>.  
[Accessed 18 11 2020].

## **LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1**  
**(DAFTAR RIWAYAT HIDUP)**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Reza Ramadhan  
Tempat Tanggal Lahir : Tangerang, 24 Desember 1999  
Alamat Rumah : Jl. Dahlan No.3 Pangkalalang  
No Handphone : 081929122557  
Email : rezzramadhan24@gmail.com  
Jenis kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan

SDN 37 Tanjungpandan Lulus 2011  
SMPN 1 Tanjungpandan Lulus 2014  
SMAN 1 Tanjungpandan Lulus 2017

### 3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 15 Februari 2021



Reza Ramadhan

**LAMPIRAN 2**  
**(PROGRAM UTAMA)**



```

#include <PZEM004Tv30.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd1(0x27,20,4);
LiquidCrystal_I2C lcd2(0x21,20,4);
PZEM004Tv30 pzem(11, 12); // 11 TX 12 RX

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd1.init();
  lcd1.backlight();
  lcd2.init();
  lcd2.backlight();
  relay1:pinMode(4, OUTPUT);
  relay2:pinMode(3, OUTPUT);
  digitalWrite(4, HIGH);
  digitalWrite(3, HIGH);
}

void loop() {
  float pf = pzem.pf();
  float C ;
  float value1 = digitalRead(4);
  float value2 = digitalRead(3);
  if ( pf <= 0.1 || pf == 1) {
    lcd1.clear();
    lcd2.clear();
    lcd1.setCursor(0,0);
    lcd1.print("Sebelum Perbaikan PF");
    lcd2.setCursor(0,0);
    lcd2.print("Setelah Perbaikan PF");
  }
}

```

```

    digitalWrite(4, HIGH);
    digitalWrite(3, HIGH);
    delay (1000);
}

// LCD 1 ( Sebelum Perbaikan)

if (pf > 0.1 && pf < 0.90 && value1==true && value2==true) {
    delay (5000);
    float V = pzem.voltage();
    if( !isnan(V) ){
        lcd1.setCursor(0,1);
        lcd1.print("V: ");
        lcd1.print(V);
        lcd1.print("V");
    } else {
        lcd1.print ("");
    }

    float I = pzem.current();
    if( !isnan(I) ){
        lcd1.setCursor(0,2);
        lcd1.print("I: ");
        lcd1.print(I);
        lcd1.print("A");
    } else {
        lcd1.print ("");
    }

    float P = pzem.power();

```

```

if( !isnan(P) ){
    lcd1.setCursor(0,3);
    lcd1.print("P: ");
    lcd1.print(P);
    lcd1.print("W");
} else {
    lcd1.print("");
}

float frequency = pzem.frequency();
if( !isnan(frequency) ){
    lcd1.setCursor(11,1);
    lcd1.print("F: ");
    lcd1.print(frequency, 1);
    lcd1.print("Hz");
} else {
    lcd1.print("");
}

float pf = pzem.pf();
if( !isnan(pf) ){
    lcd1.setCursor(11,2);
    lcd1.print("PF: ");
    lcd1.print(pf);
} else {

    lcd1.print("");

}

//Rumus S
float S=V*I;

```

```

Serial.print("S= ");
Serial.println(S);

//Rumus Arccos 1
float radarcos1=(pf*3.14)/180;
float rad1=acos((radarcos1)*180/3.14);
float Arccos1=rad1*57.3;
// Rumus Q1
float radsin=(Arccos1*3.14)/180;
float Sin=sin(radsin);
float Q1=V*I*Sin;
Serial.print("Q1= ");
Serial.println(Q1);

//Rumus Arccos 2
float phi2=0.98;
float radarcos2=(phi2*3.14)/180;
float rad2=acos((radarcos2)*180/3.14);
float Arccos2=rad2*57.3;
// Rumus Q
float radtan=(Arccos2*3.14)/180;
float Tan=tan(radtan);
float Q=P*Tan;
Serial.print("Q= ");
Serial.println(Q);

// Rumus Q2
float Q2=Q1-Q;
Serial.print("Q2= ");
Serial.println(Q2);

//Rumus Z
float Z=pow(V,2)/Q2;

```

```

Serial.print("Z= ");
Serial.println(Z);

float C=(1/(2*3.14*50*Z))*1000000;
Serial.print("C= ");
Serial.println(C);
lcd1.setCursor(11,3);
lcd1.print("C:");
lcd1.print(C);
lcd1.print("uF");

delay (2000);
//Proses Switching
if ((C >= 5 && C <= 15) && pf >=0.1) {
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(3, HIGH);
}

if ((C >= 16 && C <= 26) && pf >=0.1) {
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, HIGH);
}
}

// LCD 2 ( Setelah Perbaikan)
if (pf > 0.9 && pf < 0.99) {
float V = pzem.voltage();
if( !isnan(V) ){
lcd2.setCursor(0,1);
lcd2.print("V: ");
lcd2.print(V);
lcd2.print("V");
}
}

```

```
} else {  
    lcd2.print ("");  
  
}  
  
float I = pzem.current();  
if( !isnan(I) ){  
    lcd2.setCursor(0,2);  
    lcd2.print("I: ");  
    lcd2.print(I);  
    lcd2.print("A");  
} else {  
    lcd2.print("");  
}  
  
float P = pzem.power();  
if( !isnan(P) ){  
    lcd2.setCursor(0,3);  
    lcd2.print("P: ");  
    lcd2.print(P);  
    lcd2.print("W");  
} else {  
    lcd2.print("");  
}  
  
float frequency = pzem.frequency();  
if( !isnan(frequency) ){  
    lcd2.setCursor(11,1);  
    lcd2.print("F: ");  
    lcd2.print(frequency, 1);  
    lcd2.print("Hz");  
}
```

```
} else {  
    lcd2.print("");  
}  
  
float pf = pzem.pf();  
if( !isnan(pf) ){  
    lcd2.setCursor(11,2);  
    lcd2.print("PF: ");  
    lcd2.print(pf);  
} else {  
  
    lcd2.print("");  
  
}  
delay (2000);  
}  
}
```