

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA KONSUMSI
LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA32**

SKRIPSI

**RISDINA
75153006**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA KONSUMSI
LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA32**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**RISDINA
75153006**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi
Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Risdina
Nomor Induk Mahasiswa	: 75153006
Program Studi	: Fisika
Judul	: Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32

dapat disetujui untuk segera *dimunqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 04 November 2019 M
07 Rabiul Awal 1441 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,

Pembimbing Skripsi II,

Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd
NIP. 19750324 2007101001

Abdullah, S.Si., M.T
NIP. 19871121 2019031008

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Risdina
Nomor Induk Mahasiswa : 75153006
Program Studi : Fisika
Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 04 November 2019

Risdina
NIM. 75153006



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: 021/ST/ST.V/PP.01.1/01/2020

Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATMega32
Nama : Risdina
Nomor Induk Mahasiswa : 75153006
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Senin, 04 November 2019
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 1981110620050111003
Dewan Penguji,

Penguji I,

Penguji II,

Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd
NIP. 19750324 2007101001

Abdullah, S.Si., M.T
NIP. 19871121 2019031008

Penguji III,

Penguji IV,

Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.
NIB. 1100000120

Nazaruddin Nasution, M.Pd.
NIB. 1100000070

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. H. M. Jamil, M.A
NIP. 196609101999031002

ABSTRAK

Faktor daya menjadi salah satu permasalahan dalam sistem tenaga listrik. Standar Faktor daya ketetapan PLN adalah sebesar 0.85. jika faktor daya kurang dari 0.85 maka akan menyebabkan kerugian bagi penggunanya selain itu dengan rendahnya nilai faktor daya akan menyebabkan kapasitas daya tidak bisa maksimal digunakan. Oleh sebab itu dirancang sebuah alat monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga melalui SMS. Alat ini dikonstruksikan menggunakan kombinasi sensor arus, sensor tegangan untuk mengetahui kerja sistem monitoring penggunaan arus, tegangan, daya, dan nilai faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga selain itu digunakan kapasitor bank untuk memperbaiki atau meningkatkan nilai faktor daya dan modul GSM SIM 800L digunakan untuk pengiriman SMS dari sistem kepada pengguna agar penggunaan konsumsi listrik rumah tangga dapat dipantau secara *real time*. Pengujian dilakukan dirumah dengan menggunakan beban rumah tangga yaitu blender, mixer, TV CRT, kulkas dan mesin cuci. Adapun hasil pengujian yang didapatkan yaitu persentase kenaikan nilai faktor daya rata-rata sebesar 27.12 % dan setelah dilakukan perbaikan faktor daya dengan menggunakan kapasitor bank dapat menghemat biaya sebesar Rp. 17.197,44,- atau sekitar 22 % dan mampu memonitoring dengan SMS sehingga hal ini menunjukkan bahwa alat ini mampu memonitoring dan memperbaiki faktor daya secara efisien.

Kata-kata Kunci : Faktor daya, listrik, monitoring

ABSTRACT

Power factor is one of the problem in the electric power system. The PLN default power factor is 0.85. if the power factor is less then 0.85, it will cause a loss to the user. In addition, the low value of the power factor will cause the maximum power capacity not to be used. Therefore designed a monitoring tool and improvement of power factors in household electricity consumption via SMS. This tool is constructed using a combination of current sensor, voltage sensor to determine the work of monitoring system for the use of current, voltage, power, and the value of power factor in household electricity consumption. In addition, bank capacitors are used to repair on increase the value of power factors and the GSM SIM 800L module is used to sending SMS from the system to the user so that the use of household electricity consumption can be monitored ini real time. Testing is done at home using household loads, namely blender, mixers, CRT TV, refrigerator and washing machines. The test results obtained are the percentage increase in the value of the average power factor of 27.12 % and after an improvement in the power factor using a capacitor bank can save costs by Rp. 17.197,44,- or about 22 % and able to monitor by SMS so this shows that this tool is able to monitor and improve the power factor efficiently.

Keywords: Power factor, electric, monitoring

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Rasulullah, Nabi Muhammad Shollallahu Alaihi Wasallam serta para keluarga, sahabat dan pengikut-pengikutnya. Atas Ridho dan Kehendak Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.

Penulis mengucapkan terima kasih seiring harapan dan doa *jazakumullahu khoiro* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
2. Dr. H. M. Jamil, M.A selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, serta Wakil Dekan dan Para Staff Administrasi.
3. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T.,M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika, Pembimbing Akademik dan Dosen Program Studi Fisika yang telah banyak meluangkan waktu dalam bimbingan dan proses penulisan skripsi.
4. Muhammad Nuh, S.Pd.,M.Pd selaku Sekretaris Program Studi Fisika dan Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Abdullah, S.Si.,M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, inspirasi, bantuan serta pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.

6. Segenap Dosen Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, membimbing dan memberikan pengarahan selama proses perkuliahan.
7. Kedua Orangtua Ayah Sutino dan Ibu Yanti dan seluruh Keluarga yang sangat saya cintai yang telah memberikan dukungan, restu, semangat dan selalu mendoakan di setiap langkah penulis.
8. Sahabat-sahabat tercinta (Harry Syahputra Gultom, M.Pd, Fauzi Hasan, Arif Kurniawan, S.Kom, Nurmaya Sari, Rizki Fitriana Nasution, Silvy Asri Ramadhani Siregar, Evira Fadhilah Daharo, A.Md, Rizki Sundari Tampubolon, Aulia Khusnul Arif Z.A, Hasmar Rizki Siregar, Nurul Mardiah, Luluk Hidayati), Teman-teman Fisika angkatan 2015, Saudara-saudari Manshurin Deli Club, dan Teman-teman Asisten Lab Elektronika terima kasih atas motivasinya selama ini.

Semoga skripsi ini memberikan manfaat, tambahan ilmu yang barokah dan dapat menjadikan inspirasi kepada para pembaca. *Aamiin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu 'alaikum Wr.Wb

Medan, 04 November 2019

Penyusun,

Risdina
NIM. 75153006

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Daya Listrik Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga	6
2.1.1 Daya Aktif.....	6
2.1.2 Daya Reaktif.....	7
2.1.3 Daya Nyata (Daya Semu).....	7
2.1.4 Segitiga Daya	8
2.1.5 Kualitas Daya Listrik	8
2.2 Monitoring Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga	9
2.3 Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Dengan Kapasitor.....	9
2.3.1 Faktor Daya Mendahului (<i>Leading</i>).....	9
2.3.2 Faktor Daya Tertinggal (<i>Lagging</i>)	10
2.3.3 Perbaikan Faktor Daya	10

2.3.4	Kapasitor Bank	12
2.4	Mikrokontroler	13
2.4.1	Mikrokontroler ATmega32	14
2.4.2	Fitur ATmega32	14
2.5	Karakteristik Bahan Perbaikan Faktor Daya dan Sistem Monitoring.....	15
2.5.1	Sensor Arus SCT013-030.....	15
2.5.2	Module GSM SIM800L	16
2.5.3	LCD 4x20	17
2.5.4	Relay.....	18
2.5.5	Driver Relay	18
2.5.6	<i>Real Time Clock</i> (RTC).....	19
2.5.7	IC Voltage Regulator LM2596	19
2.5.8	ADC ADS1115	20
2.5.9	Buzzer.....	21
2.6	Kontrol Otomatis.....	21
2.6.1	Sistem Kontrol Tertutup (<i>closed-loop control system</i>). ..	21
2.6.2	Sistem Kontrol Terbuka (<i>open-loop control system</i>)....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....		23
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.1.1	Tempat Penelitian.....	23
3.1.2	Waktu Penelitian	23
3.2	Bahan dan Alat Penelitian	23
3.2.1	Bahan Penelitian.....	23
3.2.2	Alat Penelitian.....	24
3.3	Rancangan Penelitian	24
3.4	Rancangan Perangkat Keras Secara Keseluruhan.....	25
3.5	Rangkaian <i>Power Supply</i> (catu daya)	27
3.6	Rangkaian Sistem Mikrokontroler ATmega32.....	28
3.7	Rangkaian Sensor Arus dan Tegangan	29
3.8	Rangkaian Modul GSM SIM800L.....	30
3.9	Rangkaian LCD Grafik 4x20	31

3.10	Rangkaian Relay dan Kapasitor Bank.....	32
3.11	Rangkaian RTC DS3231.....	33
3.12	Rangkaian Alat Keseluruhan.....	34
3.13	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Hasil	36
4.2	Pembahasan.....	39
4.2.1	Perhitungan Daya dan Biaya Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya.....	39
4.2.2	Perhitungan Biaya Beban Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya.....	40
4.2.3	Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i> (catu daya)	46
4.2.4	Pengujian Rangkaian Sensor Arus dan Tegangan	46
4.2.4.1	Pengujian Sensor Arus	46
4.2.4.2	Pengujian Sensor Tegangan	47
4.2.5	Pengujian Rangkaian Modul GSM SIM800L.....	48
4.2.6	Pengujian Rangkaian LCD Grafik 4x20	52
4.2.7	Pengujian Rangkaian <i>Relay</i>	53
4.2.8	Pengujian Rangkaian RTC DS3231.....	54
4.2.9	Pengujian Alat Sistem Monitoring dan Faktor Daya ...	55
BAB V	PENUTUP.....	56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran.....	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Beban Sebelum Menggunakan Kapasitor Bank	36
Tabel 4.2	Data Beban Setelah Menggunakan Kapasitor Bank	37
Tabel 4.3	Persentase Kenaikan Nilai Rata-rata Faktor Daya	37
Tabel 4.4	Data Hubungan Buzzer dan $\text{Cos } \varphi$	38
Tabel 4.5	Keakurasian Sensor Arus	47
Tabel 4.6	Keakurasian Sensor Tegangan	48
Tabel 4.7	Data Hubungan GSM dan RTC	49
Tabel 4.8.	Pengujian Rangkaian Driver Relay pada Pin Basis Transistor	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Segitiga daya	8
Gambar 2.2	Gelombang arus dan tegangan pada beban kapasitif.	10
Gambar 2.3	Gelombang arus dan tegangan pada beban induktif.....	10
Gambar 2.4	Perbaikan Faktor Daya	11
Gambar 2.5	Struktur Kapasitor	12
Gambar 2.6	IC Mikrokontroler	14
Gambar 2.7	Sensor Arus SCT013-030.....	16
Gambar 2.8	Modul SIM 800L GSM GPRS	17
Gambar 2.9	LCD 4x20.....	18
Gambar 2.10	<i>Real Time Clock</i> (RTC).....	19
Gambar 2.11	IC <i>Voltage Regulator</i> LM2596	20
Gambar 2.12	ADC ADS1115	20
Gambar 2.13	Buzzer.....	21
Gambar 2.14	Sistem Kontrol Tertutup (<i>closed-loop control system</i>)	22
Gambar 2.15	Sistem Kontrol Terbuka (<i>open-loop control system</i>).....	22
Gambar 3.1	Diagram Blok Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	25
Gambar 3.2	Rangkaian Power Supply (<i>Catudaya</i>).....	27
Gambar 3.3	Rangkaian Sistem Mikrokontroler ATmega32.....	28
Gambar 3.4	Rangkaian Sensor Arus dan Tegangan.....	29
Gambar 3.5	Rangkaian Modul GSM SIM800L.....	30
Gambar 3.6	Rangkaian LCD Grafik 4x20	31
Gambar 3.7	Rangkaian <i>Relay</i> dan Kapasitor Bank	32
Gambar 3.8	Rangkaian RTC DS3231	33
Gambar 3.9	Rangkaian Alat Keseluruhan.....	34
Gambar 3.10	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	35
Gambar 4.1	Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya	36
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Nilai Faktor Daya.....	38
Gambar 4.3	Pengukuran Tegangan Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya.....	39
Gambar 4.4	Pengukuran Arus Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan	

Faktor Daya.....	39
Gambar 4.5 Pengujian Rangkaian Regulator.....	46
Gambar 4.6 Pengujian Sensor Arus	46
Gambar 4.7 Pengujian Sensor Tegangan	47
Gambar 4.8 Pengujian Modul GSM SIM800L.....	48
Gambar 4.9 Tampilan LCD Grafik 4x20	52
Gambar 4.10 Pengujian RTC DS3231	54
Gambar 4.11 Pengujian Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya	55

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Gambar Alat Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32
- Lampiran 2** Listing Program Alat Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Secara Keseluruhan
- Lampiran 3** Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik Tahun 2017, 2018 dan 2019
- Lampiran 4** Daftar Riwayat Hidup Penulis Skripsi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biaya listrik yang mahal sering menjadi beban bagi masyarakat terutama bagi masyarakat dengan perekonomian yang rendah. Tanpa disadari biaya listrik yang mahal disebabkan oleh beberapa faktor yaitu salah satunya banyaknya penggunaan beban rumah tangga yang sering dipakai dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam penggunaan beban-beban rumah tangga tersebut terdapat beban-beban rumah tangga yang bersifat induktif yang menyebabkan penurunan nilai faktor daya. Pada bidang-bidang industri yang berkaitan dengan pembangkitan dan penyaluran energi listrik sudah tidak asing lagi dengan istilah faktor daya. Standar ketetapan nilai faktor daya dari PLN adalah 0.85. jika nilai faktor daya kurang dari 0.85 maka akan dikenakan denda dari PLN.

Menurut Al-Qur'an terkait hal ini terdapat pada surat Al-Qamar (54):49

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

“Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran”.
(Al-Qamar:49)

Didalam isi tafsir jalalain, kata *قَدْر* diartikan sebagai makna ukuran, ayat diatas menafsirkan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran. Berdasarkan tafsir tersebut, ayat diatas bermakna bahwa ukuran dalam hal ini dapat diartikan sebagai nilai, bilangan, dan ketetapan. Faktor daya dapat diartikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (kW) dengan daya semu (kVA). Jika nilai faktor daya 0.85 atau mendekati nilai 1 maka kualitas dayanya baik. Sedangkan kualitas faktor daya yang buruk jika nilai faktor daya dibawah 0,85. (Nuha, 2016)

Kualitas faktor daya ($\cos \phi$) yang menurun (rendah) dalam suatu sistem tenaga listrik adalah sebuah masalah yang harus diminimalisir atau diatasi. Rendahnya kualitas faktor daya akan menyebabkan kerugian bagi konsumen dan

pemasok energi listrik. Beberapa kerugian bagi konsumen antara lain tegangan sistem menjadi drop, kapasitas daya tidak bisa dimaksimalkan, sehingga menyebabkan rendahnya efisiensi tenaga listrik dan kapasitas daya yang terpasang menjadi berkurang. Di lain pihak bagi pemasok, kerugian tersebut menyebabkan pemasok energi listrik harus mensuplai kapasitas daya yang lebih besar ke sistem.

Penyedia layanan listrik PLN menetapkan denda VAR akibat beberapa kerugian dari penurunan faktor daya (PF) untuk menghimbau konsumennya agar ikut berkontribusi menjaga faktor daya pada kondisi idealnya. Ketika terjadinya penurunan faktor daya maka harus dilakukan perbaikan terhadap faktor daya. Adapun tujuan diperbaikinya faktor daya adalah untuk mengurangi biaya pengoperasian peralatan listrik, meningkatkan kapasitas sistem dan mengoptimalkan pemakaian daya. Cara memperbaiki faktor daya adalah dengan pemakaian kapasitor bank yang berfungsi untuk menyuplai daya reaktif ke beban yang dapat memperbaiki nilai faktor daya dari sistem .

Berikut ini beberapa penelitian yang dijadikan referensi oleh peneliti yaitu, referensi penelitian yang pertama dengan judul skripsi “Rancang Bangun Kompensator Faktor Daya Otomatis Sebagai Upaya Efisiensi Tenaga Listrik“ dalam penelitiannya ini peneliti membuat alat kompensator faktor daya untuk meningkatkan kualitas faktor daya pada beban-beban induktif sebagai upaya efisiensi tenaga listrik, kelemahan dari skripsi ini adalah tidak adanya sistem monitoring terhadap tegangan, arus, daya, serta estimasi biaya pada pemakaian beban-beban induktif. (Nuha, 2016)

Referensi penelitian yang kedua dengan judul skripsi “Sistem Monitoring Besaran Listrik Dengan Teknologi IoT (Internet of Things) dalam skripsi ini peneliti memanfaatkan sistem monitoring besaran listrik dengan Teknologi IoT, dan kelemahan dalam skripsi ini, peneliti hanya menampilkan besarnya nilai faktor daya namun tidak ada tindakan lanjut untuk memperbaiki nilai faktor daya sebagai upaya efisiensi tenaga listrik.(Amaro, 2017). Referensi penelitian yang ketiga dengan judul jurnal “Perancangan Perbaikan Faktor Daya Lampu TL Dengan Kapasitor” dalam jurnalnya peneliti merancang perbaikan faktor daya hanya pada lampu TL (*Tube Lamp*) saja karena penelitian ini dilakukannya di

Laboratorium Proteksi dan Distribusi, dan dalam memperbaiki faktor daya peneliti menggunakan kapasitor pada sistem satu phasa. (Nur'aini, 2018).

Referensi penelitian yang berikutnya dengan judul jurnal “Rancang Bangun Monitoring Energi Listrik Menggunakan SMS Berbasis Mikrokontroler ATmega328” dalam penelitian ini peneliti menggunakan sistem monitoring energi listrik menggunakan SMS yang dapat mengukur serta memantau pemakaian energi listrik secara *real time*, namun pada penelitian ini peneliti tidak melakukan perbaikan faktor daya. (Ramadhianti, 2018). Referensi penelitian yang terakhir dengan judul jurnal “Sistem *Current Limiter* dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan SMS Untuk Proteksi Pada Penggunaan Beban Rumah Tangga” dalam penelitian ini peneliti merancang sebuah sistem yang dapat digunakan untuk membatasi arus serta memonitoring arus dan tegangan yang digunakan melalui sebuah fitur pesan singkat SMS. (Haryudo, 2019)

Dari permasalahan penurunan faktor daya dan kelima judul penelitian diatas, maka peneliti ingin mengembangkannya menjadi satu buah penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32” Alat ini dirancang untuk memperbaiki faktor daya secara otomatis, selain itu juga dapat memonitoring penggunaan konsumsi listrik rumah tangga seperti blender, mixer, TV CRT, kulkas dan mesin cuci, dimana kelima beban rumah tangga ini sering dipakai dalam kehidupan sehari hari. Selain itu, alat ini juga mampu memonitoring penggunaan konsumsi listrik rumah tangga melalui SMS jadi dapat dipantau secara *real time*. Adapun tujuan dirancangnya alat ini diharapkan agar masyarakat bisa mengefesensi/menghemat biaya penggunaan beban-beban rumah tangga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah adalah:

1. Bagaimana merancang dan membuat alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga berbasis mikrokontroler ATmega32?

2. Bagaimana keefektifan rancang bangun sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga berbasis mikrokontroler ATmega32?
3. Bagaimana keefektifan mikrokontroler dalam pengendalian sistem alat rancang bangun sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga berbasis mikrokontroler ATmega32?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat kompleksnya permasalahan yang ada, maka pada penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut :

- a. Menggunakan mikrokontroler ATmega32 sebagai pemroses sinyal /data dari sensor.
- b. Menggunakan sensor arus SCT013-030 sebagai pengukur arus.
- c. Menggunakan Modul GSM SIM800L.
- d. Alat monitoring ini menggunakan pencatatan data menggunakan SMS.
- e. Peralatan yang diukur oleh alat monitoring ini berupa peralatan rumah tangga.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga berbasis mikrokontroler ATmega32
2. Mengetahui keefektifan rancang bangun sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga berbasis mikrokontroler ATmega32.
3. mengetahui keefektifan mikrokontroler dalam pengendalian sistem alat rancang bangun sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga berbasis mikrokontroler ATmega32.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis : yaitu sebagai referensi bagi mahasiswa lain yang akan melakukan penelitian dalam rangka pengembangan disiplin ilmu pengukuran dan mikrokontroler.
2. Manfaat Praktis : yaitu dapat berguna bagi masyarakat dalam penghematan biaya pemakaian listrik pada peralatan rumah tangga.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daya Listrik Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga

Daya listrik diartikan sebagai besar energi listrik yang ditransfer oleh suatu rangkaian listrik tertutup. Daya listrik sebagai bentuk energi listrik yang dapat diubah oleh alat-alat pengubah energi menjadi bentuk energi lain, misalnya energi listrik dapat diubah menjadi energi gerak, energi suara, dan energi cahaya. Selain itu daya listrik juga dapat disimpan dalam bentuk energi kimia. Baik itu dalam bentuk kering (baterai) maupun dalam bentuk basah (aki). Daya listrik terpasang PLN yang paling umum digunakan adalah 450VA, 900VA, 1300VA, 2200VA, 3500VA, 4400VA. Pada penelitian ini menggunakan daya listrik sebesar 900VA. Setiap peralatan listrik dirumah sebenarnya hanya mencantumkan nilai daya listrik dalam satuan Watt, contohnya mesin jelpump 125 Watt, lampu TL 10 Watt, TV 100 Watt dan lain-lain. Jika semua peralatan listrik tersebut digunakan, maka total maksimum daya yang mampu disediakan hanya 235 Watt. Daya diartikan sebagai jumlah energi listrik yang mengalir dalam setiap satuan waktu (detik). Sehingga rumus untuk daya listrik bisa dituliskan sebagai berikut:

$$P = \frac{W}{t} \quad (2.1)$$

Dimana P = daya (Watt atau Joule/sekon), W = energi listrik (Joule), dan t = waktu (sekon). Karena $W = V \times I \times t$, jika W disubstitusi, maka persamaan daya listrik akan menjadi:

$$P = V \times I \quad (2.2)$$

Dimana P = daya (Watt atau Joule/sekon), V = tegangan (Volt), dan I = kuat arus (Ampere). Dalam sistem listrik arus bolak balik atau *Alternating Current (AC)*, dikenal adanya 3 jenis daya yaitu :

2.1.1 Daya Aktif

Daya aktif merupakan daya yang digunakan untuk energi kerja sebenarnya, daya aktif inilah yang diubah menjadi energi tenaga (mekanik), cahaya atau panas. Satuan untuk daya aktif adalah Watt. Daya aktif (P) dengan

satuan Watt digunakan untuk mengetahui berapa besar daya listrik yang bisa digunakan untuk peralatan listrik oleh konsumen. Setiap peralatan listrik dirumah sebenarnya hanya mencantumkan nilai daya listrik dalam Watt, yang merupakan daya aktif. Daya aktif dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (2.3)$$

$\cos \varphi$ dikenal dengan faktor daya listrik (PF : Power Factor). Nilai $\cos \varphi$ yang digunakan PLN adalah sebesar 0.85.

2.1.2 Daya Reaktif

Daya reaktif merupakan daya yang digunakan untuk pembangkitan fluks magnetik atau medan magnet. Satuan daya reaktif adalah VAR. contoh peralatan listrik yang memerlukan daya reaktif adalah motor listrik atau dinamo, trafo, ballast lampu yang konvensional dan peralatan listrik lain yang menggunakan proses induksi listrik lilitan untuk operasinya. Untuk pelanggan perumahan, hanya penggunaan daya aktif yang digunakan oleh PLN. Karena itu alat pengukurnya disebut kWh-meter (kilowatt Hour meter). Besarnya daya reaktif tidak dihitung karena faktor daya untuk listrik perumahan masih ditoleransi dalam angka 0.8.

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \quad (2.4)$$

(Saleh,2018)

2.1.3 Daya Nyata (Daya Semu)

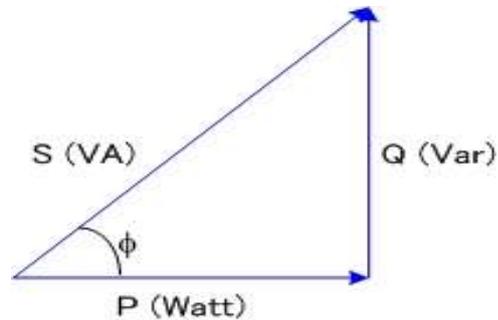
Daya nyata diartikan sebagai penjumlahan geometris dari daya aktif dengan daya reaktif. Daya nyata merupakan daya yang diproduksi oleh perusahaan sumber listrik untuk didistribusikan ke konsumen. Satuan daya nyata adalah VA. Daya nyata didapat dari persamaan berikut (Ramadhianti, 2018):

$$S = V \times I \quad (2.5)$$

Daya nyata (S) dengan satuan VA digunakan untuk perhitungan besarnya daya listrik terpasang dari PLN dirumah pelanggan. Hal ini karena PLN hanya memasang MCB (Motor Circuit Breaker) sebagai pembatas daya listrik pada kWh-meter. Contohnya pada suatu rumah dipasang MCB 2A dengan tegangan 220V maka besar daya terpasang pelanggan tersebut adalah $2A \times 220V = 440VA$ atau dibulatkan menjadi 450VA. (Saleh,2018)

2.1.4 Segitiga Daya

Segitiga daya adalah segitiga yang menggambarkan hubungan matematis antara tipe-tipe daya yang berbeda (daya aktif, daya reaktif dan daya nyata) berdasarkan prinsip trigonometri.



Gambar 2.1. Segitiga Daya (Nuha,2016)

Segitiga daya dalam gambar 2.1 diatas didapatkan dari segitiga impedansi yaitu dengan mengalikan masing-masing sisinya dengan arus kuadrat. Proyeksi horizontal dari daya voltampere (VA) adalah daya nyata (watt), sedangkan proyeksi vertikalnya adalah daya voltampere reaktif (VAR). Peralatan-peralatan sulpai listrik seperti alternator dan transformator, rating dayanya tidak dinyatakan dalam satuan kilowatt karena beban-beban yang dilayaninya memiliki faktor daya bermacam-macam. (Azharuddin,2017)

2.1.5 Kualitas Daya Listrik

Kualitas daya listrik merupakan syarat umum yang menggambarkan karakteristik parameter catuan seperti arus, tegangan dan frekuensi. Daya listrik yang mengalami penyimpangan baik tegangan, arus dan frekuensi akan menimbulkan kegagalan atau kesalahan operasi pada peralatan. Kualitas daya listrik dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain oleh beban-beban induktif, beban non linier, ketidak seimbangan pembebanan ,*transient*,*flicker* dan lain-lain. Penurunan kualitas daya ini dapat menyebabkan peningkatan rugi-rugi pada sisi beban, bahkan menyebabkan penurunan kapasitas daya pada sumber pembangkit. (Nuha,2016)

2.2 Monitoring Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga

Monitoring merupakan aktifitas yang difungsikan untuk memberikan informasi yang diperoleh dari sistem, seperti pada skripsi ini monitoring akan memberikan informasi tentang jumlah arus, daya tegangan, faktor daya, besar biaya kWh yang terbaca pada sistem. Tujuan monitoring pada sistem ini untuk mendapatkan akurasi jumlah arus, daya, tegangan yang timbul akibat adanya pemakaian beban energi listrik dan memberikan informasi tentang besar nilai arus, daya, tegangan, nilai faktor daya dan besar biaya kWh yang mensuplai beban yang terhubung pada sistem sehingga monitoring ini dapat dipantau oleh penulis. (Haryudo,2019).

2.3 Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga dengan Kapasitor Bank

Faktor daya merupakan cosinus dari beda sudut fasa antara arus dan tegangan. Faktor daya disimbolkan dengan $\cos \phi$ dan mempunyai rentang nilai berkisar antara 0 sampai dengan 1. Jika nilai faktor daya mendekati 1 maka nilai faktor daya akan semakin baik, sebaliknya jika nilai faktor daya mendekati nol maka faktor daya akan semakin buruk. Untuk menghitung nilai faktor daya dapat dilakukan dengan membagi daya aktif (P) dengan daya semu (S). (Windu,2017)

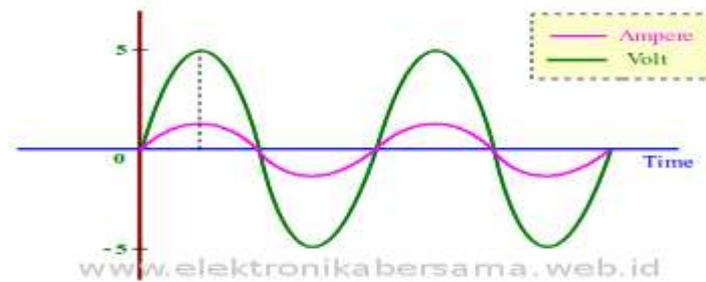
Faktor daya dihitung dengan persamaan:

$$Faktor\ daya = \frac{\text{daya aktif (P)}}{\text{daya semu (S)}} \quad (2.6)$$

Faktor daya dibagi menjadi dua yaitu faktor daya mendahului (*leading*) dan faktor daya tertinggal (*lagging*). (Nuha,2016)

2.3.1 Faktor Daya Mendahului (*Leading*)

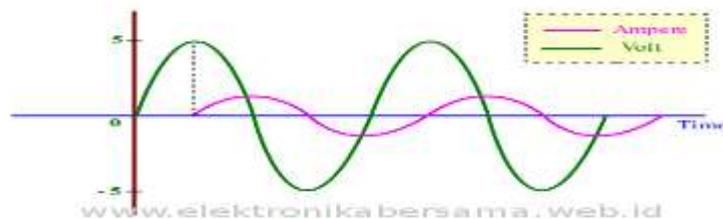
Faktor daya *leading* menunjukkan kondisi disaat beban bersifat kapasitif dan memberikan daya reaktif ke jaringan. Beban kapasitif merupakan beban yang mengandung komponen pasif, yaitu kapasitor. Beban kapasitif menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif. Nilai $\cos \phi$ pada kondisi *leading* akan bernilai negatif. Kemudian pada gelombang sinus, Arus (I) akan mendahului tegangan (V) atau tegangan (V) akan tertinggal terhadap arus (I) sebesar sudut θ . Berikut adalah bentuk gelombang yang dihasilkan pada beban kapasitif.



Gambar 2.2 Gelombang arus dan tegangan pada beban kapasitif.
(Sumber : www.elektronikabersama.web.id)

2.3.2 Faktor Daya Tertinggal (*Lagging*)

Faktor daya *lagging* menunjukkan kondisi disaat beban bersifat induktif memerlukan daya reaktif dari jaringan. Beban induktif dihasilkan dari komponen-komponen listrik yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada inti besi. Contoh peralatan listrik yang merupakan beban induktif adalah motor-motor dan transformator. Beban induktif dihasilkan dari rangkaian yang mengandung komponen pasif, berupa induktor. Berikut adalah gambar gelombang pada beban induktif. Nilai $\cos \theta$ pada kondisi *lagging* akan bernilai positif. Kemudian pada gelombang sinus, arus (I) akan tertinggal dengan tegangan (V) atau tegangan (V) akan mendahului arus (I) dengan sudut θ . Berikut adalah bentuk gelombang yang dihasilkan pada beban induktif.

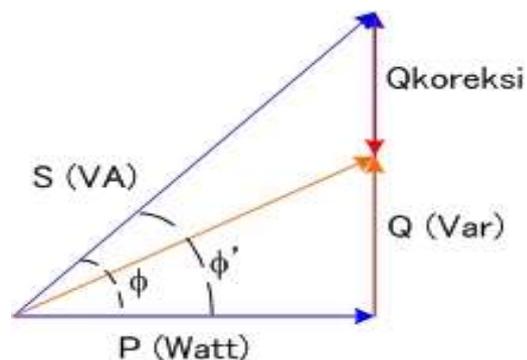


Gambar 2.3 Gelombang arus dan tegangan pada beban induktif (Hardiranto,2017)
(Sumber : www.elektronikabersama.web.id)

2.3.3 Perbaikan Faktor Daya

Peralatan daya yang rendah dihasilkan oleh peralatan elektronika yang bersifat induktif, seperti motor induksi, ballast transformator yang memerlukan magnetisasi reaktif untuk gerakannya. Medan magnet dari peralatan tersebut memerlukan arus yang tidak melakukan kerja yang bermanfaat dan tidak mengakibatkan panas atau daya mekanis, tetapi yang diperlukan hanyalah untuk

membangkitkan medan. Faktor daya berhubungan dengan daya reaktif Q, daya reaktif Q adalah daya yang hilang maka diharapkan daya rata-rata P bernilai besar dan harga Q sekecil mungkin. Idealnya nilai faktor daya mendekati 1. Faktor daya semakin kecil atau makin besar akan semakin banyak daya yang hilang disbanding daya yang dimanfaatkan, atau semakin besar nilai daya reaktif dibanding daya aktif. Hal ini merugikan baik bagi pengguna instalasi maupun bagi pihak pembangkit pemberi daya. Instalasi listrik dengan nilai daya reaktif tinggi dapat dikoreksi dengan cara memasang kapasitor atau generator secara parallel pada instalasi listrik. Berikut gambar hasil perbaikan faktor daya :



Gambar 2.4 Perbaikan Faktor Daya

Kualitas faktor daya yang baik akan meningkatkan efisiensi tenaga listrik dan menghemat pemakaian energy listrik yang disuplai dari pemasok. Namun kualitas faktor daya yang buruk akan menyebabkan pemakaian energy listrik menjadi boros. Dalam ajaran islam pemborosan adalah hal yang dicela oleh agama. Baik tidak disadari atau disengaja, apalagi kalau dilakukan dengan sengaja.

Firman Allah SWT dalam surah Al-A'raf (7):31

﴿ يَا بَنِي آدَمَ خُذُوا زِينَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴾

“Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah disetiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, dan jangan berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan”. (Al-A'raf:31)

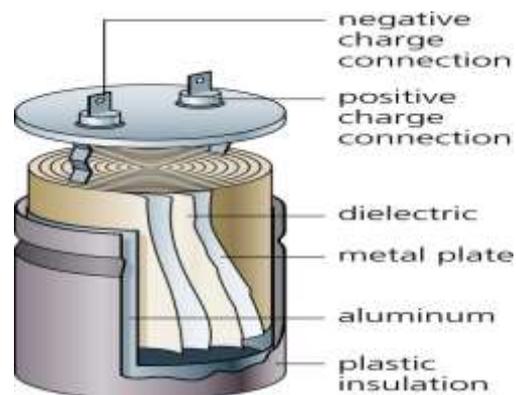
Kata kunci tafsir ayat diatas adalah (عسرف) *israf* bermakna berlebih lebihan. Ayat diatas menganjurkan sikap berbuat hemat dan melarang sikap berbuat berlebih-lebihan. Berkaitan dengan upaya perbaikan faktor daya listrik yang rendah pada beban induktif menggunakan kapasitor bank. Nilai kompensasi yang diberikan harus sesuai dengan nilai faktor daya yang akan ditingkatkan, dan tidak boleh melebihi batas maksimal nilai faktor daya. Ayat Al-Qur'an tersebut menganjurkan dalam memakai dan memanfaatkan sesuatu harus dilakukan secara efektif dan efisien.(Nuha,2016)

2.3.4 Kapasitor Bank

Dalam penelitian ini kapasitor bank digunakan untuk memperbaiki nilai faktor daya. Kapasitor terdiri dari dua pelat metal yang dipisahkan satu dengan yang lainnya dengan bahan isolasi..Sistem dielektrik kapasitor dapat dibuat dari :

1. Keseluruhan dielektriknya dari kertas (Kondensator kertas tissue),
2. Lapisan campuran kertas plastik,
3. Lapisan plastik dengan cairan perekat yang dipadatkan.

Dalam kondisi dilapangan, kapasitor ini didesain dapat menahan kuat medan berkisar 15V per micron. Rugi dayanya berkisar antara 2,4 – 3,5Watt/kVAR.



Gambar 2.5 Struktur Kapasitor (Amir,2017)

Dalam perbaikan faktor daya dan pengaturan tegangan jaringan, para engineer menggunakan kapasitor bank dengan sistem kompensasi daya reaktif yang ditawarkannya. Pada saluran transmisi, beban yang bersifat induktif akan menyerap daya reaktif, yang kemudian akan dapat menimbulkan jatuh tegangan di sisi penerima. Disinilah kapasitor bank berfungsi dalam mengkompensasi daya reaktif dan memastikan tegangan terjaga pada levelnya pada saat beban penuh.

Pemasangan kapasitor bank adalah usaha yang dilakukan untuk memberikan supply daya reaktif. Sehingga penggunaan kapasitor bank akan mengurangi penyerapan daya reaktif sistem oleh beban. Hal ini dilakukan agar jatuh tegangan dan rugi-rugi jaringan yang terjadi dapat dikurangi. Secara umum fungsi kapasitor pada sistem tenaga adalah :

1. Menyuplay daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya kompleks (KVA)
2. Memperbaiki faktor daya (*power factor*)
3. Mengurangi jatuh tegangan
4. Menghindari kelebihan beban trafo
5. Memberi tambahan daya tersedia
6. Menghindari kenaikan arus dan suhu pada kabel.
7. Menghemat daya/efisiensi

Selain dapat memperbaiki nilai tegangan, pengaturan tegangan dengan menggunakan kapasitor bank juga dapat meningkatkan nilai faktor daya. Sebab dengan memasang kapasitor bank, akan dapat mengurangi penyerapan daya reaktif oleh beban. Pengurangan penyerapan daya reaktif oleh beban pada sistem, akan dapat meningkatkan nilai faktor daya. Kapasitor bank memberikan manfaat yang besar untuk kinerja sistem distribusi. Dimana kapasitor bank dapat mengurangi kerugian, memperbesar kapasitas layan dan mengurangi drop tegangan.

Rugi-rugi jaringan dengan memberi kompensasi daya reaktif pada motor dan beban lainnya dengan *power factor* yang rendah, kapasitor akan menurunkan arus jaringan. Kapasitas penurunan arus di jaringan ini lebih lanjut akan memperbesar kapasitas pelayanan dimana jaringan yang sama akan dapat melayani beban yang lebih besar. Drop tegangan kapasitor bank dapat mengurangi voltage drop dimana dengan kompensasi daya reaktif akan meningkatkan/menaikkan level tegangan jaringan. (Rahmaan,2016)

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah komputer kecil ("*special purpose computers*") didalam satu IC yang berisi CPU, memori,timer,saluran komunikasi

serial dan parallel, Port input /output,ADC. Mikrokontroler difungsikan untuk suatu tugas dalam menjalankan suatu program. Mikrokontroler merupakan komponen yang sangat umum dalam sistem elektronika modern. Mikrokontroler dapat digunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi dan lain-lain. Keuntungan menggunakan mikrokontroler yaitu harganya murah, dapat diprogram berulang kali, dan dapat diprogram sesuai dengan keinginan kita.



Gambar 2.6 IC Mikrokontroler .(Suhaeb,2017)

2.4.1 Mikrokontroler ATmega32

Dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler Atmega32. Mikrokontroler ini merupakan mikrokontroler buatan AVR yang memiliki fasilitas yang cukup lengkap diantaranya : memiliki 133 instruksi yang sebagian besar dieksekusi dalam siklus clock, memiliki 32 x 8 register serbaguna, kecepatannya sampai 16 MIPS dengan clock 1 MHz, 32 Kbyte flash memori program yang memiliki fasilitas In-sistem self programming. Semua register langsung terhubung *Arithmetic Logic Unit* (ALU) yang memungkinkan 2 register terpisah diproses dengan satu perintah dalam satu clock cycle. (Khakim,2015)

2.4.2 Fitur ATmega32

Fitur-fitur yang dimiliki Atmega32 sebagai berikut :

1. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.

2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
3. Kapasitas *Flash* memori 32 Kbyte, EEPROM 1 Kbyte dan SRAM 2 Kbyte.
4. Saluran I/O (*input/output*) sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C*, dan *port D*.
5. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
6. Unit interupsi internal dan eksternal.
7. *Port* USART untuk komunikasi serial.
8. Fitur *peripheral*
 - Tiga buah *timer/counter* dengan kemampuan perbandingan.
 - 2 (dua) buah *timer/counter* 8 bit dengan *prescaler* terpisah dan *mode compare*.
 - 1 (satu) buah *timer/counter* 16 bit dengan *prescaler* terpisah, *mode compare*, dan *mode capture*.
 - *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri
 - 4 channel PWM.
 - 8 channel, 10 bit ADC
 - 8 *Single-ended channel*
 - 7 *Differential channel* hanya pada kemasan TQFP
 - 2 *Differential channel* dengan *Programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x
 - *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
 - *Programmable Serial* USART
 - Antarmuka SPI
 - *Watchdog Timer* dengan *Oscillator internal*
 - *On-chip Analog Comparator*

2.5 Karakteristik Bahan Perbaikan Faktor Daya dan Sistem Monitoring

2.5.1. Sensor Arus SCT013-030

Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor arus SCT013-030. Sensor adalah komponen yang paling banyak dan umum yang digunakan dalam sistem otomatis. Sensor ini termasuk komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang baik. Jenis sensor arus yang banyak dipakai adalah *The Yhdc*

current transformer dikenal sebagai CT sensor, sebuah *non-invasive* sensor yang dapat mendeteksi aliran arus yang melalui sebuah kawat penghantar. Dalam proses induksi, arus listrik yang melalui kawat sisi primer akan menghasilkan sebuah medan magnet pada inti *ferrite* CT sensor. Sensor SCT013 ditunjukkan seperti pada gambar 2.7. kawat pada sisi sekunder arus listrik kecil yang proporsional. Selanjutnya CT sensor dengan penambahan sebuah resistor kecil (*Burden Resistor*) akan menghasilkan keluaran berupa tegangan yang dapat diolah mikrokontroler melalui masukan *analog to digital converter* (ADC). Dengan menggunakan sensor ini dapat mengetahui dan memonitoring besar nilai arus yang terpakai pada beban rumah tangga. (Putra,2017)



Gambar 2.7 Sensor Arus SCT013-030

(Sumber : www.priceza.co.id)

2.5.2 Modul GSM SIM 800L (*Global Sistem for Mobile Communication*)

Global Sistem for Mobile Communication (GSM) merupakan sebuah standar global untuk komunikasi bergerak digital yang memiliki arsitektur yang mengikuti standart ETSI (*European Telecommunication Standart Institute*). GSM adalah nama dari sebuah grup standarisasi yang dibentuk di Eropa tahun 1982 untuk menciptakan sebuah standar bersama telpon bergerak selular di Eropa yang beroperasi pada daerah frekuensi 900-1800 MHz. GSM merupakan teknologi infrastruktur untuk pelayanan telepon selular digital dimana bekerja berdasarkan TDMA (*Time Division Multiple Access*). (Rohmanu,2016)

Dalam penelitian ini menggunakan GSM SIM 800L yang difungsikan untuk mengirim data monitoring dari sistem ke pengguna agar dapat dipantau secara *real time*. SIM 800L merupakan suatu modal GSM yang dapat mengakses GPRS untuk pengiriman data ke internet dengan sistem M2M. AT-Command yang digunakan pada SIM 800L mirip dengan AT-Command untuk modul-modul GSM lain. SIM 800L memiliki dimensi yang kecil sehingga lebih cocok untuk diaplikasikan pada perancangan alat yang didesain portable. SIM 800L memiliki Quad Band 850/900/1800/1900 MHz dengan dimensi kecil yaitu ukuran 15.8 x 17.8 x 2.4 mm dan berat: 1.35 gram. SIM 800L memiliki konsumsi daya yang rendah dengan rentang tegangan *power supply* 3.4 ~ 4.4 V. Gambar modul GSM SIM 800L ditunjukkan pada gambar 2.8 dibawah ini. (Affrilianto,2017)



Gambar 2.8 Modul GSM SIM800L GSM GPRS

(Sumber : www.inkuiri.com)

2.5.3 LCD 4x20

Liquid Crystal Display (LCD) atau penampil Kristal cair merupakan suatu media yang dapat menampilkan suatu karakter huruf, angka, maupun symbol dengan menggunakan Kristal cair sebagai komponen utama penampil. LCD dibuat dengan teknologi CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya ayang ada disekitarnya terhadap frontlit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. material LCD meliputi lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk lapisan seven-segment

dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Pada penelitian ini menggunakan LCD 4x20 untuk menampilkan tanggal dan waktu, besar nilai arus, daya, tegangan, dan faktor daya. Gambar LCD 4x20 ditunjukkan pada gambar 2.9 dibawah ini. (Anugrah,2017)



Gambar 2.9 LCD Display
(Sumber : www.inkuiri.com)

2.5.4 Relay

Relay merupakan perangkat elektronika yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang besar dengan memanfaatkan arus listrik yang kecil, selain itu relay merupakan saklar yang bekerja dengan menggunakan prinsip elektromagnetik, dimana ketika ada arus lemah yang mengalir melalui kumparan inti besi lunak akan menjadi magnet. Setelah menjadi magnet inti besi tersebut akan menarik jangkar besi sehingga kontak saklar akan terhubung dan arus listrik dapat mengalir lalu pada saat arus lemah yang masuk melalui kumparan diputuskan maka saklar akan terputus. (Iswanto,2018)

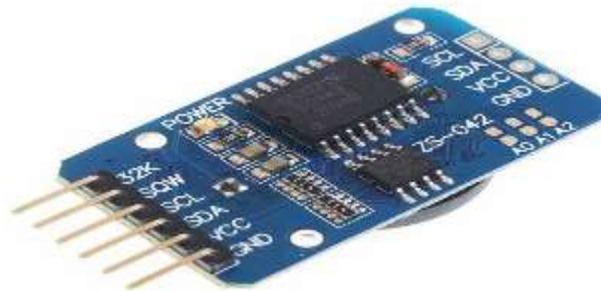
2.5.5 Driver Relay

Rangkaian *driver relay* adalah rangkaian yang dibangun dari bermacam-macam komponen elektronika yang memiliki fungsi saling mendukung antara komponen yang satu dengan komponen yang lain. Masing-masing komponen tersebut digunakan untuk mencapai satu tujuan, yaitu dapat membuat saklar elektronik. Saklar dapat menyambung dan memutuskan arus listrik. Selain itu rangkaian driver relay merupakan rangkaian elektronika yang bisa mengendalikan pengoperasian sesuatu dari jarak jauh. Dengan demikian, harus dibuat fungsi

rangkaian pengendali yang sama. Bahkan sebaiknya saklar elektronik tersebut bersifat otomatis tanpa ada orang yang bertgas menekan saklar tersebut. (Alamsyah,2015)

2.5.6 Real Time Clock (RTC)

Real time clock (RTC) yaitu sebuah modul yang berfungsi sebagai penghitung waktu yang dirancang menggunakan komponen elektronika berupa chip yang mampu melakukan proses kerja seperti jam pada umumnya, seperti melakukan perhitungan detik, menit, dan jam. Perhitungan tersebut dihitung secara akurat dan tersimpan secara *real time*. Chip RTC ini nantinya akan diintegrasikan dengan sebuah kontroler dengan melakukan fungsi kerja tertentu. Chip RTC yang digunakan dalam penelitian ini yaitu DS3231. Berikut chip RTC DS3231 diperlihatkan pada Gambar 2.10 dibawah ini: (Abdullah,2018)



Gambar 2.10 *Real time clock*
(Sumber : www.inkuiri.com)

2.5.7 IC Voltage Regulator LM2596

IC LM2596 merupakan sirkuit terpadu/*integrated circuit* yang berfungsi sebagai *step-down* DC regulator dengan *current rating* 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok: *versi adjustable* yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan *versi fixed voltage output* yang tegangan keluarannya sudah tetap.

1. Memiliki keluaran yang tetap yaitu 3.3 Volt
2. Tegangan keluaran dapat diatur sesuai dengan keinginan, dengan rentang tegangan keluaran antara 1.23 VOLT sampai 37 Volt.

3. Menghasilkan arus keluaran maksimal sebesar 3A.
4. Rentang tegangan input hingga 40V.
5. Frekuensi internal osilator sebesar 52 kHz.
6. Memiliki efisiensi yang tinggi.(Puspaningrum,2016)

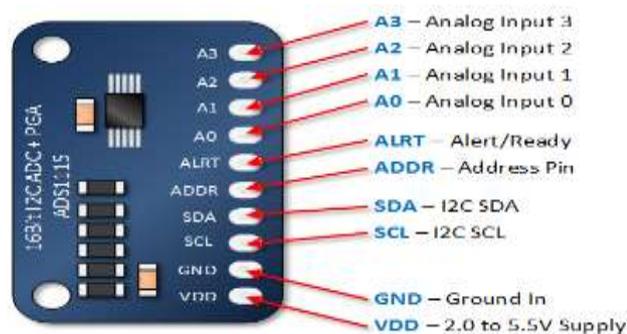


Gambar 2.11 IC Voltage Regulator LM2596

(Sumber : www.inkuiri.com)

2.5.8 ADC (Analog Digital Converter) ADS1115

ADS1115 sebagai IC *Analog to Digital Converter* (ADC) yang akurat dengan resolusi 16-bit yang dikemas dalam bentuk MSOP-10 package. Beberapa unjuk kerja dari IC ADS1115 diantaranya adalah mempunyai oscillator dan tegangan referensi internal, dapat melakukan transfer data melalui komunikasi serial berbasis I2C (menggunakan pin SCL dan SDA), mempunyai 4 alamat (0x48h, 0x49h, 0x0Ah, dan 0x4Bh) yang dapat dipilih, dapat dioperasikan menggunakan sumber tegangan tunggal dari 2 Volt sd 5,5 Volt, dan mempunyai kecepatan konversi sampai 860 sps (*samples per second*). (Djtmiko,2017)



Gambar 2.12 ADC ADS1115

(Sumber : www.inkuiri.com)

2.5.9 Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer ini digunakan sebagai indikator (alarm).



Gambar 2.13 Buzzer (Purnamasari,2017)

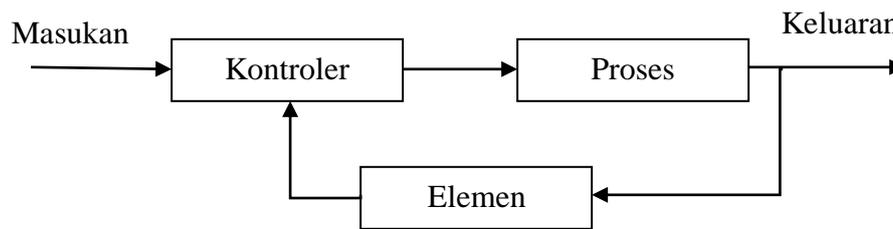
2.6 Kontrol Otomatis

Kontrol didefinisikan sebagai operasi pengaturan beberapa objek untuk tujuan tertentu. Pada kontrol manual, yang bertindak sebagai kontrol adalah manusia. Sedangkan pada kontrol otomatis, peran manusia sebagai operator digantikan oleh peralatan mekanik maupun elektronik. Kontrol otomatis membandingkan harga yang sebenarnya dari keluaran “*plant*” dengan harga yang diinginkan, menentukan deviasi, dan menghasilkan sinyal kontrol yang akan memperkecil deviasi sampai nol atau sampai suatu harga yang kecil. Cara kontrol otomatis menghasilkan sinyal kontrol disebut aksi pengontrolan (*control action*).

2.6.1 Sistem Kontrol Tertutup (*closed-loop control system*)

Sistem kontrol loop tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan. Sistem kontrol loop tertutup adalah sistem control berumpan balik (*feedback control*). Sinyal

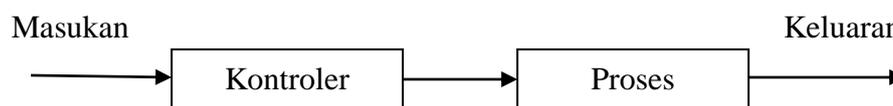
kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran dan turunannya), untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan. Pada penelitian ini alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga berbasis mikrokontroler atmega32 menggunakan sistem kontrol tertutup (*closed-loop control system*).



Gambar 2.14 Sistem Kontrol *Loop* Tertutup

2.6.2 Sistem Kontrol Terbuka (*open-loop control system*)

Sistem kontrol *loop* terbuka (*open-loop*) adalah sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan. Jadi, pada sistem kontrol *loop* terbuka, keluaran tidak diukur atau diumpan balikkan untuk dibandingkan dengan masukan. Sebuah contoh praktis yang menunjukkan hubungan masukan keluaran untuk sistem kontrol *loop* terbuka yaitu pada mesin cuci, perendaman, pencucian dan pembilasan pada mesin cuci dioperasikan pada basis waktu. Mesin cuci tidak mengukur sinyal keluaran, misalnya kebersihan pakaian.



Gambar 2. 15 Sistem Kontrol Loop Terbuka (Nuha,2016)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu yang dilakukan pada penelitian “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATMega32” dilakukan pada tempat dan waktu pada sub-bab dibawah ini.

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dan pengambilan data pada penelitian “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATMega32” dilakukan di rumah penulis yaitu di Jalan Mangan IV Lingkungan II Medan.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATMega32” ini dilaksanakan dari mulai bulan April 2019 sampai bulan Oktober 2019.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam melakukan penelitian untuk mendukung pengumpulan data dan penyelesaian penelitian ini adalah:

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mikrokontroler ATmega32
2. *Liquid Crystal Display* (LCD) 4x20
3. Kapasitor bank (non elektrolit)
4. Sensor arus SCT013-030
5. Trafo *Center Tap* (CT) 350 mA

6. Trafo *Center Tap* (CT) 1 Ampere
7. Modul GSM SIM800L
8. DC-DC *Step Down* LM2596
9. *Buzzer* aktif 5V
10. RTC DS3231
11. *Relay* AC
12. *Analog Digital Converter* (ADC) ADS1115

3.2.2 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

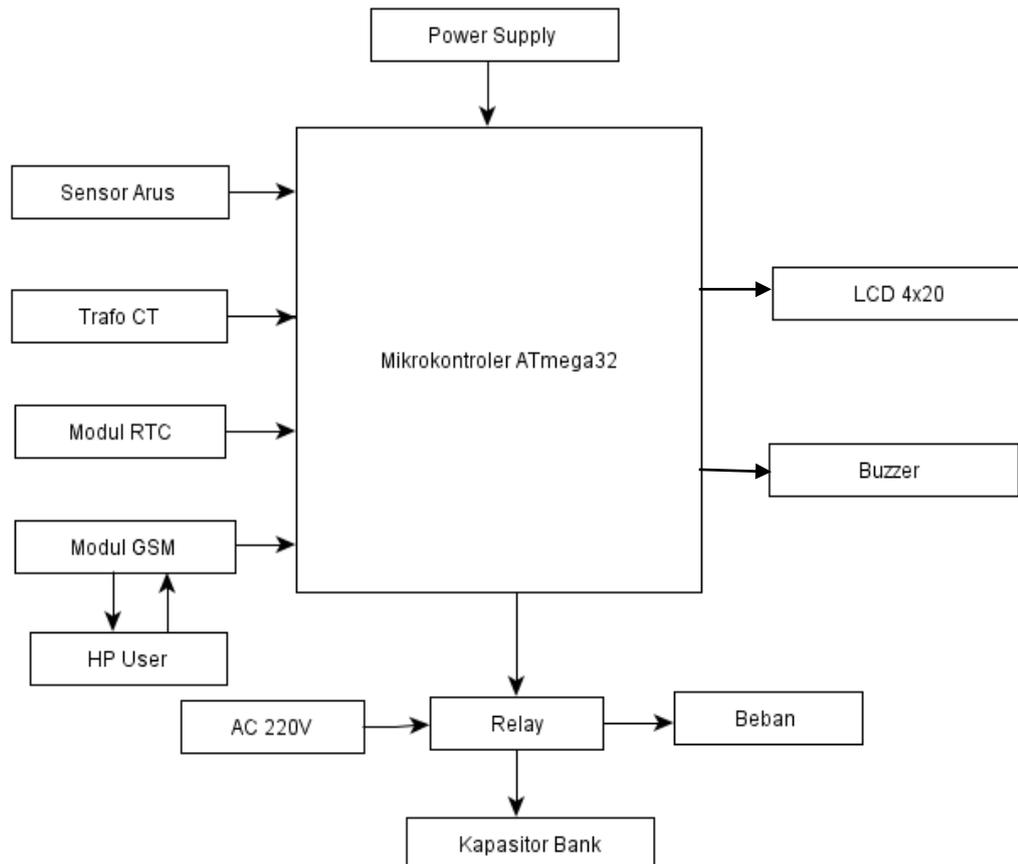
1. Power supply
2. Personal Computer (PC)
3. Handphone (HP)
4. *Oscilloscope*
5. Multimeter
6. Ammeter
7. Bor listrik
8. Obeng
9. Gergaji
10. Gunting
11. Solder

3.3 Rancangan Penelitian

Perancangan dan pembuatan alat “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32” terdiri dari dua tahap yaitu tahap pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan pembuatan perangkat lunak (*software*).

3.4 Rancangan Perangkat Keras Secara Keseluruhan

Perancangan pembuatan alat “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32” mengacu pada diagram blok yang ditunjukkan pada gambar 3.1. alat yang dibuat bertujuan untuk memonitoring energi listrik serta meningkatkan nilai faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga.



Gambar 3.1 Diagram Blok Perangkat Keras (*Hardware*) Secara Keseluruhan

Fungsi kerja masing-masing blok perangkat keras (*hardware*) diatas adalah sebagai berikut :

1. *Power Supply*

Power supply difungsikan sebagai sumber tegangan dan arus pada seluruh sistem, tanpa *power supply* seluruh sistem tidak akan dapat bekerja.

2. Satu buah mikrokontroler (Chip Programmable) yang terdiri atas mikrokontroler seri ATmega32, difungsikan sebagai pusat pengendalian, baik

data input sensor maupun output. Data input tersebut didapat dari sensor arus, trafo CT, RTC, Modul GSM, dan tombol setting. Dari pembacaan seluruh input yang sudah masuk ke mikrokontroler, maka mikrokontroler akan mengendalikan seluruh output sesuai kerja yang diinginkan, seperti tampilan LCD 4x20 dan Modul GSM (SMS)

3. Sensor Arus SCT013-030
Sensor arus ini difungsikan sebagai pengukur besar arus pada konsumsi energi listrik yang terpakai.
4. Trafo CT (*Center Tap*)
Trafo CT ini difungsikan sebagai pengukur besar tegangan pada konsumsi energi listrik yang terpakai.
5. Modul RTC DS3231
Modul RTC ini difungsikan sebagai pewaktu yang akurat, dari modul inilah pewaktu dapat dihitung secara *real time*.
6. Modul GSM SIM800L
Modul GSM SM800L ini difungsikan sebagai komunikasi data antara server dan client. Modul ini akan memberikan hasil monitoring alat terhadap suatu beban rumah tangga yang digunakan yang kemudian akan dikirim dan diterima melalui SMS.
7. HP User
Hp User difungsikan sebagai media komunikasi.
8. AC 220V
Sebagai sumber tegangan PLN
9. Relay
Relay difungsikan sebagai penghubung dan pemutus arus listrik.
10. Kapasitor Bank
Kapasitor bank berfungsi menyuplay daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya dan memperbaiki faktor daya.
11. Beban
Beban difungsikan sebagai benda yang akan diukur besar arus, tegangan, daya, dan besar nilai faktor daya. Beban yang akan di monitoring adalah beban yang

digunakan dalam rumah tangga.

12. Buzzer

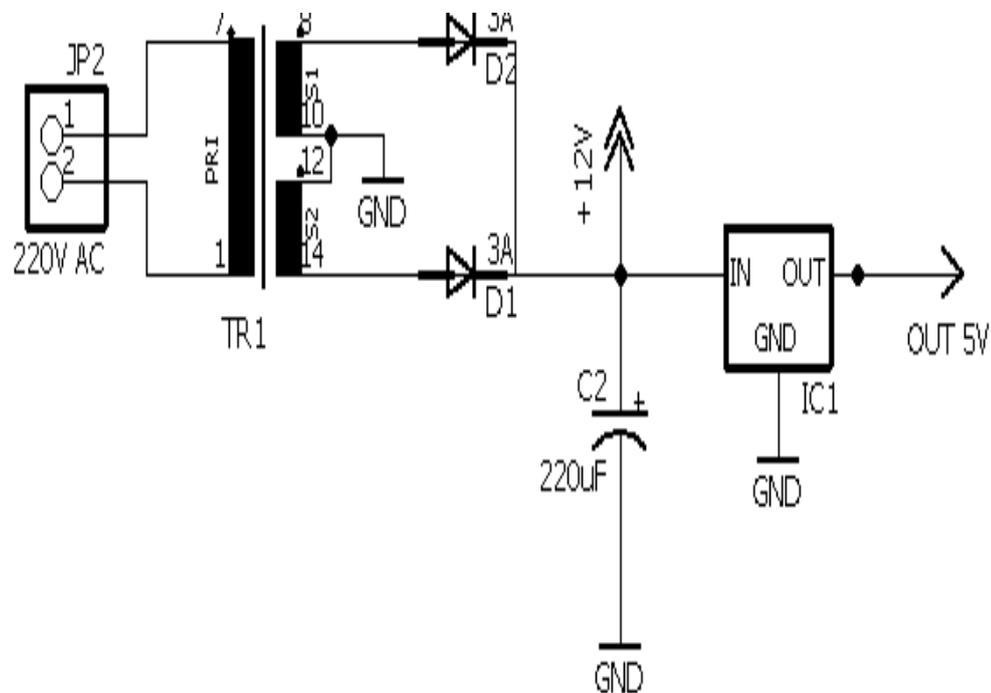
Buzzer yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah buzzer aktif 5V.

13. LCD 4x20

LCD 4x20 difungsikan sebagai tampilan dari kerja sistem yang berbentuk tulisan karakter, misalnya nilai arus, tegangan, daya, PF dan tanggal.

3.5 Rangkaian *Power Supply* (catu daya)

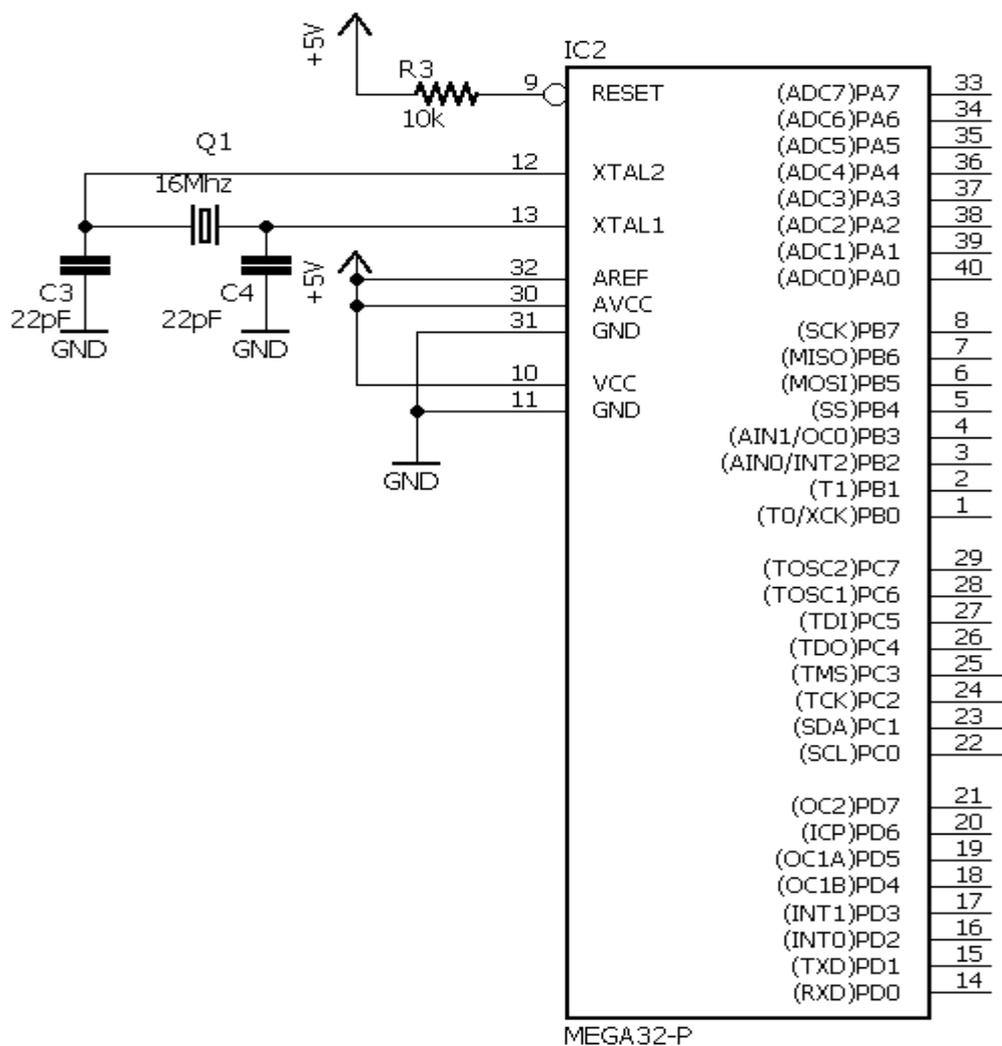
Perancangan rangkaian *power supply* ini berfungsi menyuplai daya keseluruhan rangkaian sistem. Pada perancangan *power supply* digunakan trafo CT 350 mA dan IC LM7805 sebagai regulator tegangan agar keluaran stabil +5 Volt DC. regulator ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian tersebut, dengan mengukur tegangan keluaran dari output regulator 7805 dengan menggunakan multimeter digital.



Gambar 3.2 Rangkaian *Power Supply* (catu daya)

3.6 Rangkaian Sistem Mikrokontroler ATmega32

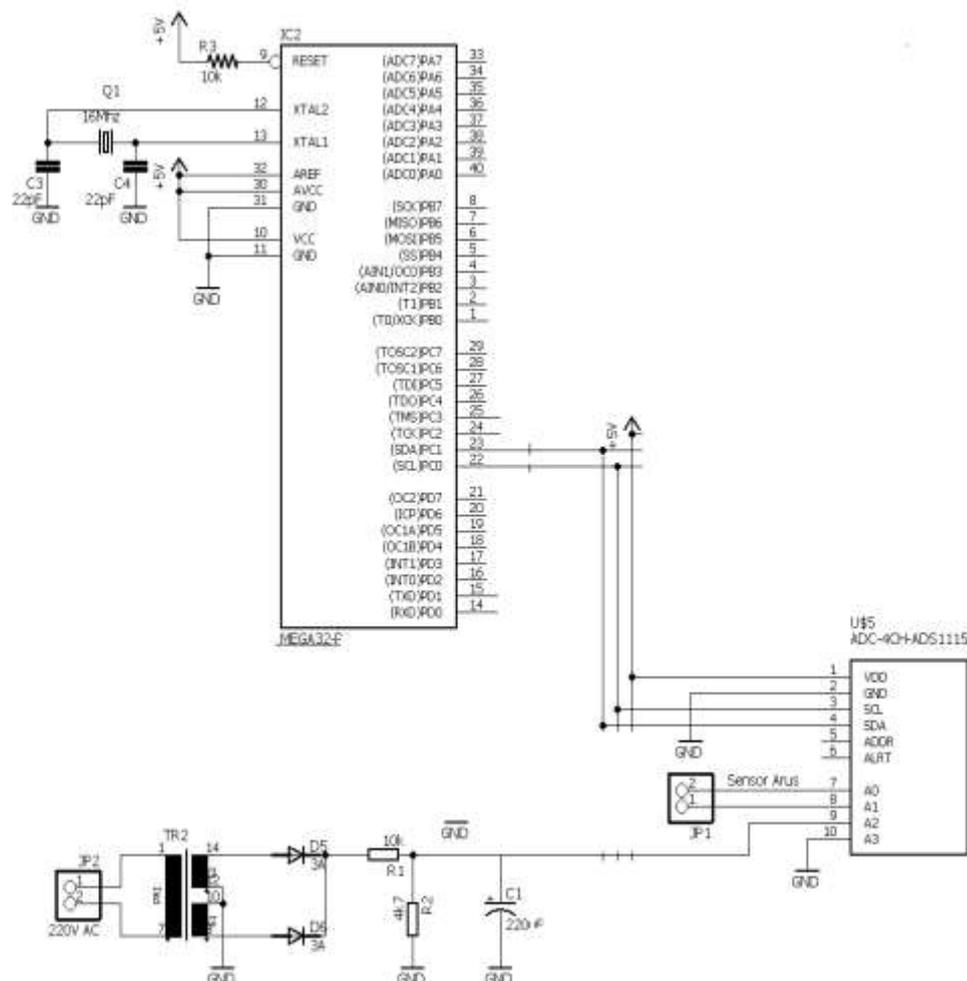
Pada rancangan board minimum sistem digunakan IC mikrokontroler ATmega32. Kaki 9 Mikrokontroler ATmega32 dihubungkan dengan R3 10k dan sebagai tegangan keluaran sebesar +5V, kaki 12 Mikrokontroler ATmega32 dihubungkan dengan C3 22pf, kaki 13 Mikrokontroler ATmega32 dihubungkan dengan dengan C4 22pf dan frekuensi sebesar 16 Mhz, kaki 10, 30 dan 32 dihubungkan dan sebagai tegangan keluaran sebesar +5V, kaki 31 dan 11 Mikrokontroler ATmega32 dihubungkan ke ground.



Gambar 3.3 Rangkaian Sistem Mikrokontroler ATmega32

3.7 Rangkaian Sensor Arus dan Sensor Tegangan

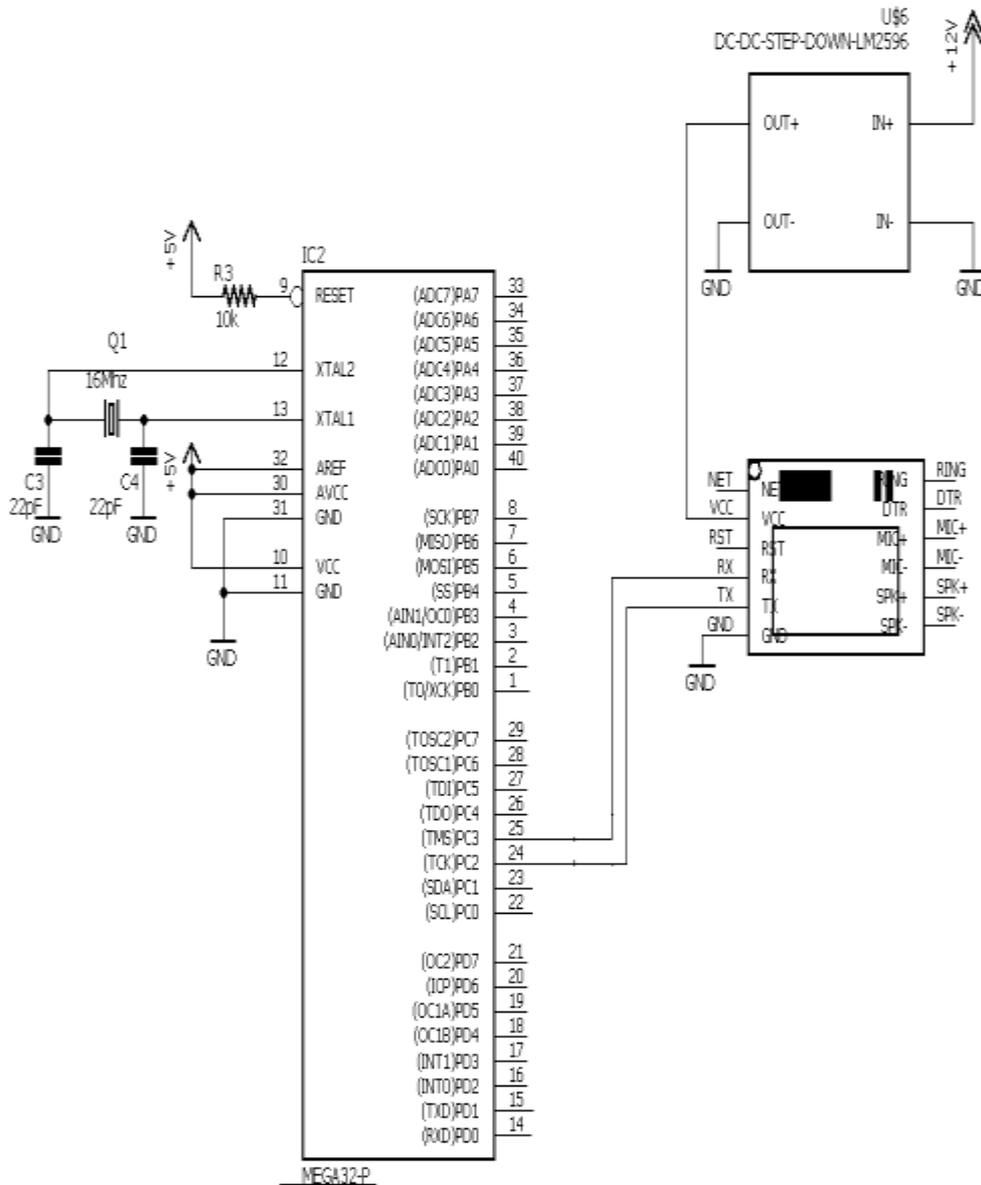
Pada perancangan rangkaian sensor arus dan sensor tegangan digunakan sensor arus SCT013-030 dan sensor tegangan dengan rangkaian menggunakan trafo CT 350 mA. Pin PC0 dan pin PC1 mikrokontroler dihubungkan pada kaki 1,3,4 pada ADC-4CH-ADS1115 dan kaki 2 ADC-4CH-ADS1115 dihubungkan ke ground. Kaki 7 dan kaki 8 ADC-4CH-ADS1115 dihubungkan ke A2 dan A1 pada sensor arus. Kaki 9 ADC-4CH-ADS1115 dihubungkan ke trafo dan kaki 10 ADC-4CH-ADS1115 dihubungkan ke ground. Sehingga nilai arus dan tegangan ini akan dapat dikendalikan oleh mikrokontroler yang kemudian akan terbaca pada LCD.



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Arus dan Sensor Tegangan

3.8 Rangkaian Modul GSM SIM 800L

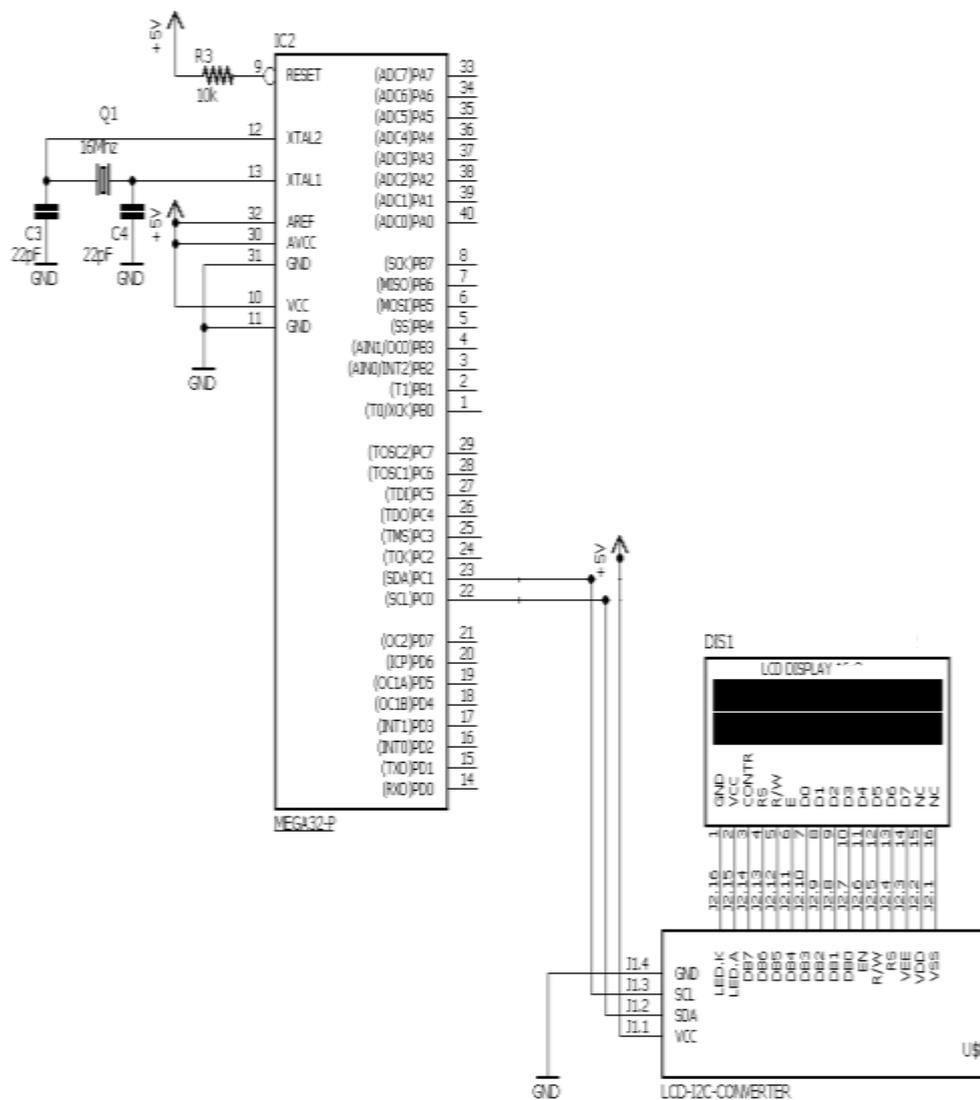
Pada perancangan rangkaian Modul GSM digunakan seri SIM800L. pin PC2 dan PC3 Mikrokontroler ATmega32 dihubungkan ke RX dan TX pada modul GSM SIM800L dan VCC modul GSM SIM800L dihubungkan ke DC-DC Step Down LM2596.



Gambar 3.5 Rangkaian Modul GSM SIM 800L

3.9 Rangkaian LCD Grafik 4x20

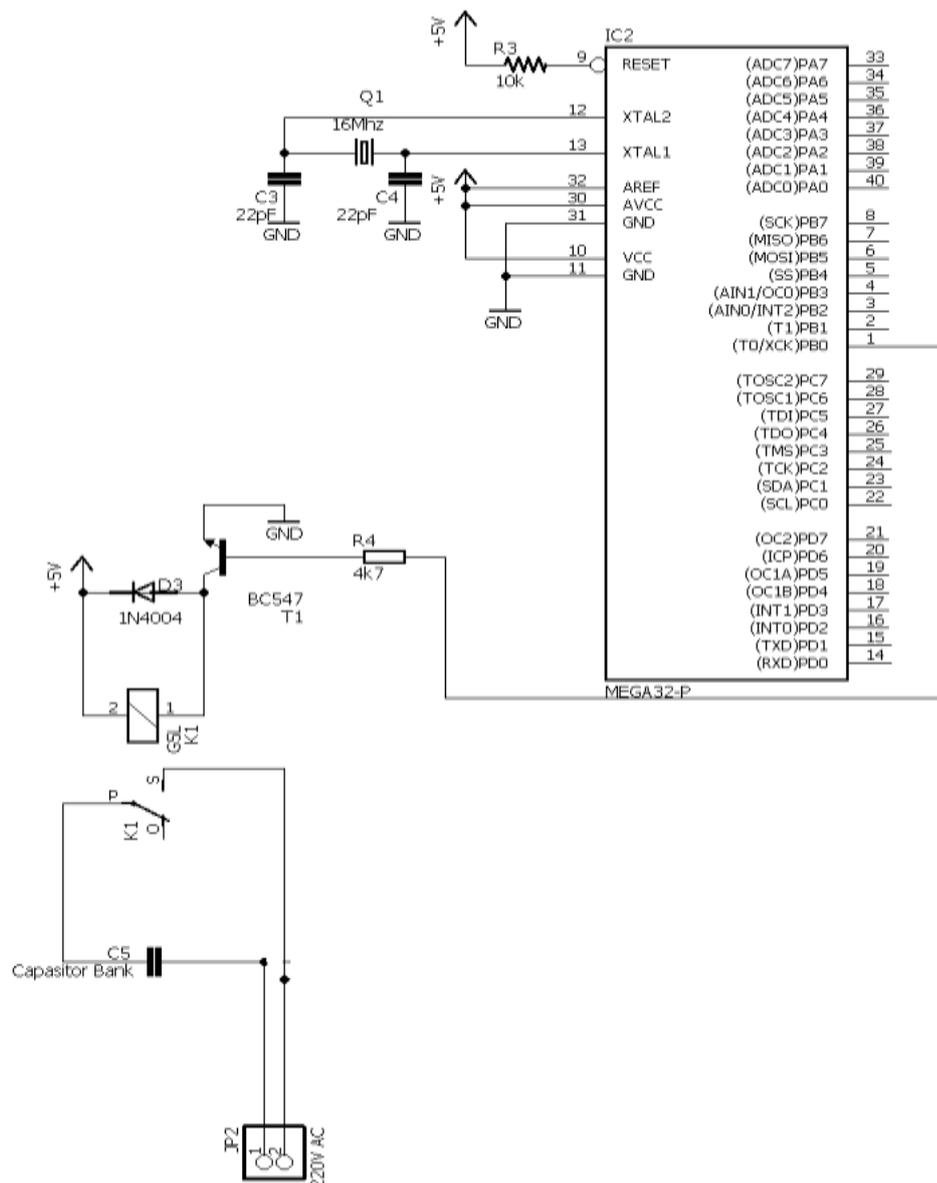
Rangkaian LCD grafik yang digunakan dalam alat ini adalah LCD grafik 4x20 yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan data pada mikrokontroler berupa bentuk tulisan. Untuk blok ini tidak ada komponen tambahan karena mikrokontroler ATmega32 dapat memberikan data langsung ke LCD 4x20. Pada alat yang dibuat pin data LCD dihubungkan ke PORTC mikrokontroler ATmega32. Berikut dibawah ini rangkaian LCD 4x20 yang dihubungkan ke mikrokontroler ATmega32



Gambar 3.6 Rangkaian LCD Grafik 4x20

3.10 Rangkaian *Relay* dan Kapasitor Bank

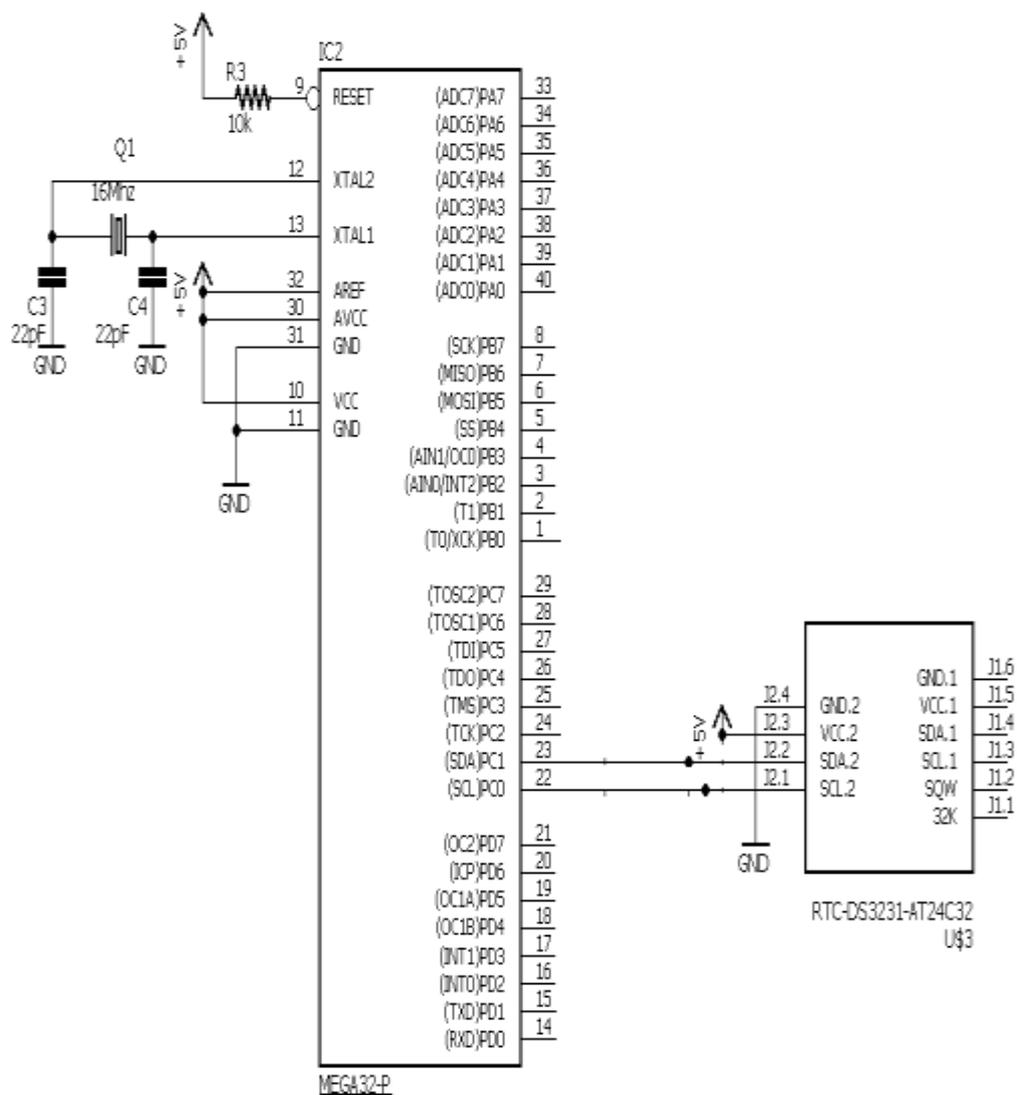
Perancangan rangkaian *relay* bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian ini bisa meyambung dan memutus rangkaian kapasitor bank. Kapasitor bank yang digunakan adalah kapasitor bank non elektrolit. Kapasitor bank ini bertujuan untuk memperbaiki nilai faktor daya pada beban yang akan ditampilkan melalui LCD 4x20. Pada alat yang dibuat PORTB mikrokontroler ATmega32 dihubungkan ke *relay* dan kapasitor bank.



Gambar 3.7 Rangkaian *Relay* dan Kapasitor Bank

3.11 Rangkaian RTC DS3231

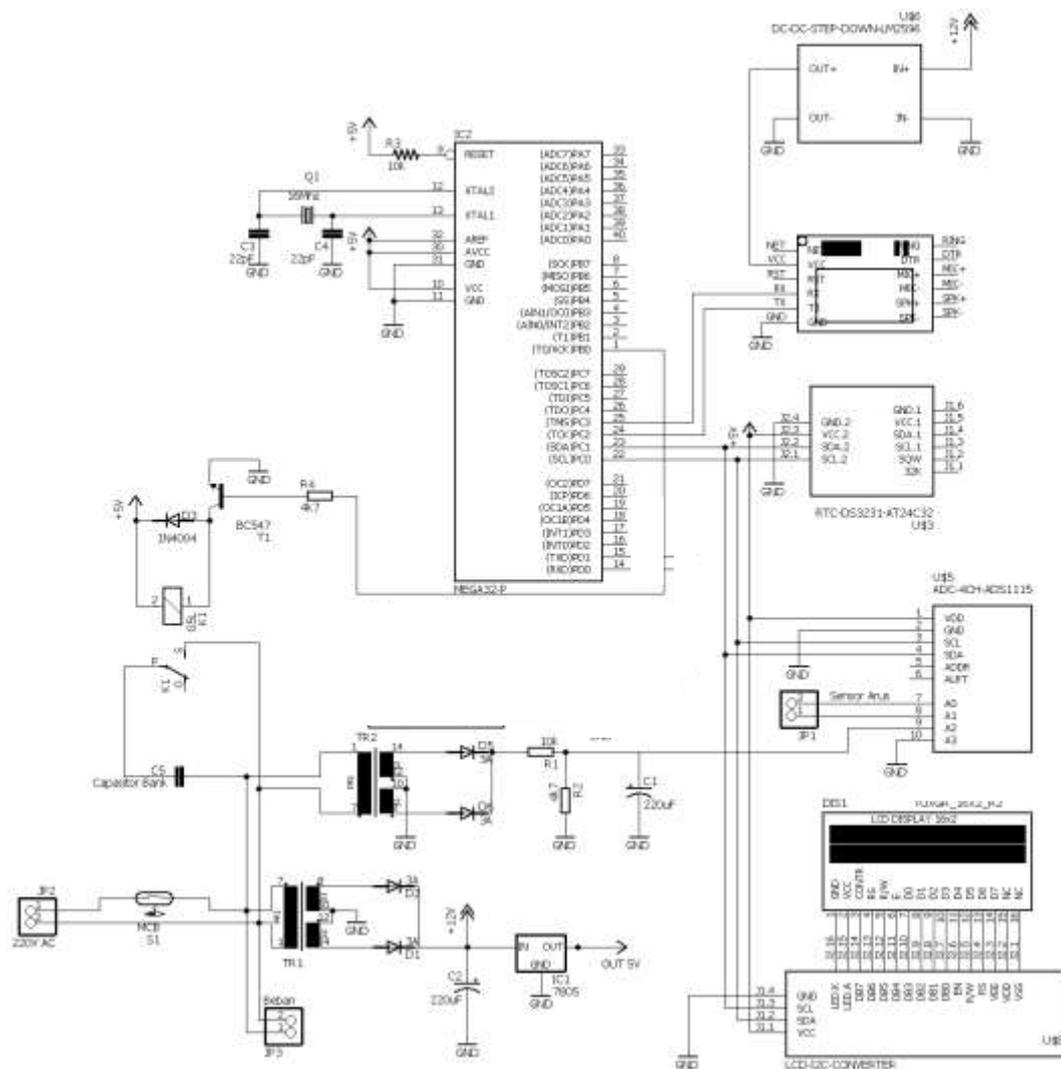
Pada perancangan rangkaian *Real Time Clock* (RTC) digunakan tipe DS3231. RTC ini berfungsi sebagai waktu elektronik yang akan mengatur waktu dan tanggal dan akan diolah oleh mikrokontroler ATmega32. Pada alat yang dibuat PORT PC0 mikrokontroler ATmega32 dihubungkan pada pin SCL2 RTC dan PORT PC1 mikrokontroler ATmega32 dihubungkan pada pin SDA2 RTC, pin VCC RTC sebagai tegangan keluaran +5V dan pin GND2 RTC dihubungkan ke GND.



Gambar 3.8 Rangkaian RTC DS3231

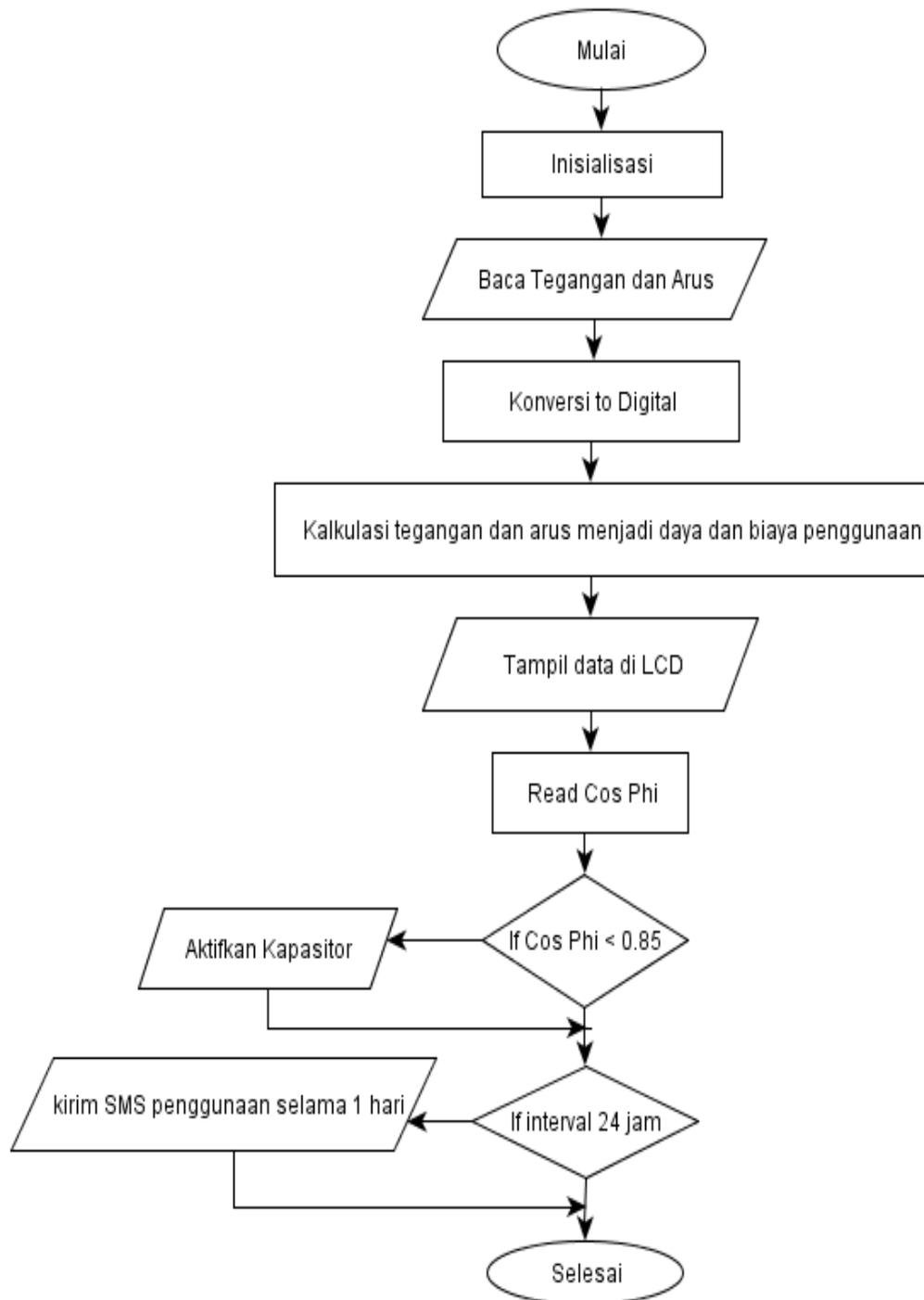
3.12 Rangkaian Alat Keseluruhan

Pada perancangan alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya menggunakan mikrokontroler ATmega32, Sensor Arus SCT013-030, Trafo CT 350 mA, DC-DC Step Down LM2596, LCD grafik 4x20, Modul GSM SIM800L, RTC DS3231, ADC-4CH-ADS1115. PORTB mikrokontroler ATmega 32 dihubungkan ke relay dan kapasitor bank, PORTC mikrokontroler ATmega32 dihubungkan ke DC-DC Step Down LM2596, Modul GSM SIM800L, RTC DS3231, ADC-4CH-ADS1115, LCD grafik 4x20 dan PORTD mikrokontroler ATmega32 dihubungkan ke FTDI.



Gambar 3.9 Rangkaian Alat Keseluruhan

3.13 Diagram Alir (*Flowchart*)



Gambar 3.10 Diagram Alir (*Flowchart*)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil rancangan alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga ditunjukkan pada gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar 4.1 Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya

Gambar 4.1 diatas adalah alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga yang digunakan untuk memonitoring besar nilai arus, tegangan, daya dan nilai faktor daya (*power factor*) pada suatu beban rumah tangga khususnya beban induktif seperti blender, mixer, TV CRT, kulkas, dan mesin cuci.

Tabel 4.1 Data Beban Sebelum Menggunakan Kapasitor Bank

No.	Beban	I (Ampere)	V (Volt)	P (Watt)	PF
1.	Blender (190 Watt)	0,44	217	95,73	0,50
2.	Mixer (190 Watt)	0,55	219	118,86	0,63
3.	TV CRT (90 Watt)	0,39	217	84,63	0,75
4.	Kulkas (70 Watt)	0,30	216	64,8	0,56
5.	Mesin Cuci (330 Watt)	0,89	218	194,02	0,69

Pada tabel 4.1 diatas setelah dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya maka didapatkan hasilnya bahwa

kelima beban blender, mixer, TV CRT, kulkas, dan mesin cuci memiliki nilai PF dibawah 0,85 itu artinya harus dilakukan perbaikan faktor daya dengan menggunakan kapasitor bank pada beban tersebut.

Tabel 4.2 Data Beban Sesudah Menggunakan Kapasitor Bank

No.	Beban	I (Ampere)	V (Volt)	P (Watt)	PF
1.	Blender (190 Watt)	0,44	216	95,74	0,85
2.	Mixer (190 Watt)	0,46	218	99,86	0,88
3.	TV CRT (90 Watt)	0,35	217	75,95	0,87
4.	Kulkas (70 Watt)	0,29	217	62,93	0,85
5.	Mesin Cuci (330 Watt)	0,85	217	184,45	0,85

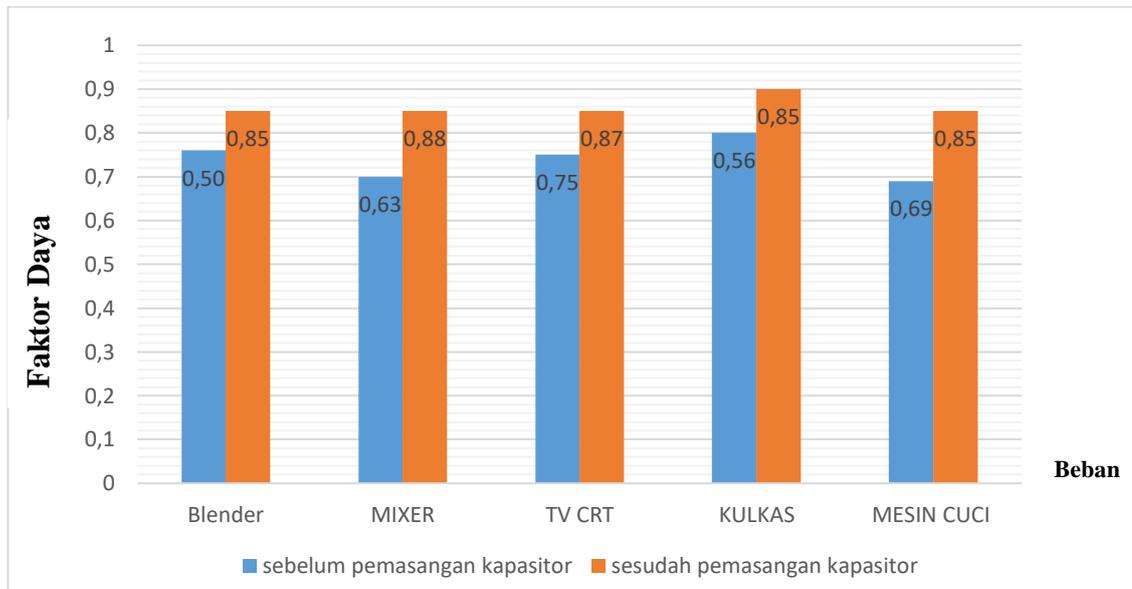
Dari tabel 4.2 diatas setelah dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya dengan menggunakan kapasitor bank maka didapatkan hasil bahwa kelima beban blender, mixer, TV CRT, kulkas, dan mesin cuci mengalami kenaikan pada nilai PF dan mengalami penurunan pada nilai arus (I), tegangan (V), dan daya (P).

Tabel 4.3 Persentase Kenaikan Nilai Rata-rata Faktor Daya

No.	Beban	PF Awal	PF Akhir	Persentase Kenaikan Nilai PF (%)
1.	Blender (190 Watt)	0,50	0,85	41%
2.	Mixer (190 Watt)	0,63	0,88	28%
3.	TV CRT (90 Watt)	0,75	0,87	13,8%
4.	Kulkas (70 Watt)	0,56	0,85	34%
5.	Mesin Cuci (330 Watt)	0,69	0,85	18,8%

Dari tabel 4.3 diatas disimpulkan bahwa nilai rata-rata dari kelima beban blender, mixer, TV CRT, kulkas, dan mesin cuci memiliki nilai persentase kenaikan nilai faktor daya rata-rata 27,12 % dan nilai pesentase kenaikan nilai

faktor daya tertinggi pada beban blender yaitu sebesar 41 % dan nilai faktor daya terendah pada beban TV CRT yaitu sebesar 13,8 %



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Faktor Daya

Dari gambar 4.2 diatas dapat disimpulkan bahwa grafik sebelum pemasangan kapasitor bank dengan sesudah pemasangan kapasitor bank mengalami perbedaan pada ketinggian grafik, dimana grafik berwarna jingga memiliki grafik yang lebih tinggi dibandingkan dengan grafik yang berwarna biru. Grafik tertinggi ditunjukkan pada grafik berwarna jingga dengan nilai faktor daya 0.88 pada beban mixer.

Tabel 4.4 Data Hubungan Buzzer dan Cos ϕ

No.	Beban	PF (Awal)	Buzzer
1.	Blender	0,50	ON
2.	Mixer	0,63	ON
3.	TV CRT	0,75	ON
4.	Kulkas	0,56	ON
5.	Mesin Cuci	0,69	ON

Dari tabel 4.4 diatas dapat disimpulkan bahwa pada beban blender, mixer, TV CRT, kulkas dan mesin cuci kondisi buzzer dalam keadaan on ini berarti menunjukkan bahwa buzzer akan on atau aktif pada saat nilai PF dibawah 0,85.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Perhitungan Daya dan Biaya Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya



Gambar 4.3 Pengukuran Tegangan Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya

Dari gambar 4.3 diatas dapat dilihat hasil pengukuran tegangan alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya dengan menggunakan multimeter adalah sebesar 195,6 Volt.



Gambar 4.4 Pengukuran Arus Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya

Dari gambar 4.4 diatas dapat dilihat hasil pengukuran tegangan alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya dengan menggunakan ammeter adalah sebesar 0,01 Ampere.

Maka dari hasil pengukuran arus dan tegangan pada alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya diatas maka dapat dihitung nilai daya dari alat tersebut yaitu :

$$P = V \times I$$

$$P = 195,6 \times 0,01$$

$$P = 1,956 \text{ Watt}$$

Maka daya alat sebesar 1,956 Watt. Karena alat ini dipakai selama 24 jam maka
 $1,956 \text{ Watt} \times 24 \text{ jam} = 46,944 \text{ Watt}$.

$$46,944 : 1000 = 0,046 \text{ Kwh}$$

Rumah pada penelitian ini menggunakan daya listrik sebesar 900VA dengan ketetapan tarif Rp. 1.352,00. Maka biaya dari alat penelitian ini dalam sebulan adalah = $0,046 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30 = \text{Rp. } 1.865,76,-$

4.2.2 Perhitungan Biaya Beban Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya

Dari hasil pengukuran beban dengan menggunakan alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya maka:

1. Blender 190 Watt

Hasil pengukuran sebelum menggunakan kapasitor bank:

$$I = 0,44\text{A}, V = 217 \text{ V}, P = 95,73 \text{ Watt}, PF = 0,50$$

Maka biaya dari beban blender dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = 217 \times 0,44 \times \text{Cos } 0,50$$

$$P = 83,735 \text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 83,735 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 1 jam maka $83,735 \text{ Watt} \times 1 \text{ Jam} = 83,735 \text{ Watt hour}$
 $83,735 \text{ Watt} : 1000 = 0,083 \text{ KWh}$

Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah = $0,083 \text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30$
 = Rp. 3.366,48 ,-

Hasil pengukuran sesudah menggunakan kapasitor bank:

$$I = 0,44 \text{ A}, V = 216 \text{ V}, P = 95,74 \text{ Watt}, PF = 0,85$$

Maka biaya dari beban blender dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = 216 \times 0,44 \times \cos 0,85$$

$$P = 62,631 \text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 62,631 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 1 jam maka 62,631 Watt x 1 Jam = 62,631 Watt hour

$$62,631: 1000 = 0,062 \text{ KWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah} &= 0,062 \text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30 \\ &= \text{Rp. } 2.514,72,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, biaya yang dapat dihemat} &= \text{biaya sebelum} - \text{biaya sesudah} \\ &= \text{Rp. } 3.366,48, - \text{Rp. } 2.514,72,- \\ &= \text{Rp. } 851,76,- \end{aligned}$$

2. Mixer 190 Watt

Hasil pengukuran sebelum menggunakan kapasitor bank:

$$I = 0,55 \text{ A}, V = 219 \text{ V}, P = 118,86 \text{ Watt}, \text{PF} = 0,63$$

Maka biaya dari beban mixer dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = 219 \times 0,55 \times \cos 0,63$$

$$P = 97,323 \text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 97,323 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 1 jam maka 97,323 Watt x 1 Jam = 97,323 Watt hour

$$97,323: 1000 = 0,097 \text{ KWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah} &= 0,097 \text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30 \\ &= \text{Rp. } 3.934,32,- \end{aligned}$$

Hasil pengukuran sesudah menggunakan kapasitor bank:

$$I = 0,46 \text{ A}, V = 218 \text{ V}, P = 99,86 \text{ Watt}, \text{PF} = 0,88$$

Maka biaya dari beban mixer dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = 218 \times 0,46 \times \cos 0,88$$

$$P = 63,878 \text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 63,878 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 1 jam maka $63,878 \text{ Watt} \times 1 \text{ Jam} = 63,878 \text{ Watt hour}$

$$63,878 : 1000 = 0,063 \text{ KWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah} &= 0,063 \text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30 \\ &= \text{Rp. } 2.555,28,- \end{aligned}$$

Maka, biaya yang dapat dihemat = biaya sebelum – biaya sesudah

$$= \text{Rp. } 3.934,32,- - \text{Rp. } 2.555,28,-$$

$$= \text{Rp. } 1.379,04,-$$

3. TV CRT 90 Watt

Hasil pengukuran sebelum menggunakan kapasitor bank:

$$I = 0,39 \text{ A}, V = 217 \text{ V}, P = 84,63 \text{ Watt}, \text{PF} = 0,75$$

Maka biaya dari beban TV CRT dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = 217 \times 0,39 \times \text{Cos } 0,75$$

$$P = 61,864 \text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 61,864 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 5 jam maka $61,864 \text{ Watt} \times 5 \text{ Jam} = 309,32 \text{ Watt hour}$

$$309,32 : 1000 = 0,309 \text{ KWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah} &= 0,309 \text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30 \\ &= \text{Rp. } 12.533,04,- \end{aligned}$$

Hasil pengukuran sesudah menggunakan kapasitor bank:

$$I = 0,35 \text{ A}, V = 217 \text{ V}, P = 75,95 \text{ Watt}, \text{PF} = 0,87$$

Maka biaya dari beban TV CRT dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = 217 \times 0,35 \times \text{Cos } 0,87$$

$$P = 48,911 \text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 48,911 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 5 jam maka $48,911 \text{ Watt} \times 5 \text{ Jam} = 244,555 \text{ Watt hour}$

$$244,555 : 1000 = 0,244 \text{ KWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah} &= 0,244 \text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30 \\ &= \text{Rp. } 9.896,64,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, biaya yang dapat dihemat} &= \text{biaya sebelum} - \text{biaya sesudah} \\ &= \text{Rp. } 12.533,04,- - \text{Rp. } 9.896,64,- \\ &= \text{Rp. } 2.636,4,- \end{aligned}$$

4. Kulkas 70 Watt

Hasil pengukuran sebelum menggunakan kapasitor bank:

$$I = 0,30\text{A}, V = 216 \text{ V}, P = 64,8 \text{ Watt}, PF = 0,56$$

Maka biaya dari beban kulkas dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi$$

$$P = 216 \times 0,30 \times \text{Cos } 0,56$$

$$P = 54,885 \text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 54,885 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 24 jam maka $54,885 \text{ Watt} \times 24 \text{ Jam} = 1.317,24 \text{ Watt hour}$
 $1.317,24 : 1000 = 1,317 \text{ KWh}$

$$\begin{aligned} \text{Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah} &= 1,317 \text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30 \\ &= \text{Rp. } 53.417,52,- \end{aligned}$$

Hasil pengukuran sesudah menggunakan kapasitor bank:

$$I = 0,29\text{A}, V = 217 \text{ V}, P = 62,93 \text{ Watt}, PF = 0,85$$

Maka biaya dari beban kulkas dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi$$

$$P = 217 \times 0,29 \times \text{Cos } 0,85$$

$$P = 41,470 \text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 41,470 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 24 jam maka $41,470 \text{ Watt} \times 24 \text{ Jam} = 995,28 \text{ Watt hour}$
 $995,28 : 1000 = 0,995 \text{ KWh}$

$$\begin{aligned} \text{Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah} &= 0,995 \text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30 \\ &= \text{Rp. } 40.357,2,- \end{aligned}$$

Maka, biaya yang dapat dihemat = biaya sebelum – biaya sesudah
 = Rp. 53.417,52,— Rp. 40.357,2,-
 = Rp. 13.060,32,-

5. Mesin Cuci 330 Watt

Hasil pengukuran sebelum menggunakan kapasitor bank:

$I = 0,89\text{A}$, $V = 218\text{ V}$, $P = 194,02\text{ Watt}$, $\text{PF} = 0,69$

Maka biaya dari beban mesin cuci dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = 218 \times 0,89 \times \text{Cos } 0,69$$

$$P = 149,589\text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 149,589 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 1 jam maka $149,589\text{ Watt} \times 1\text{ Jam} = 149,589\text{ Watt hour}$
 $149,589 : 1000 = 0,149\text{ KWh}$

Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah $= 0,149\text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30$
 $= \text{Rp. } 6.043,44,-$

Hasil pengukuran sesudah menggunakan kapasitor bank:

$I = 0,85\text{ A}$, $V = 217\text{ V}$, $P = 184,45\text{ Watt}$, $\text{PF} = 0,85$

Maka biaya dari beban mesin cuci dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya aktif karena daya aktif inilah yang bayar ke PLN.

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = 217 \times 0,85 \times \text{Cos } 0,85$$

$$P = 121,552\text{ Watt}$$

Maka daya aktif dari beban adalah sebesar 121,552 Watt. Jika diperhitungkan beban digunakan dalam 1 jam maka $121,552\text{ Watt} \times 1\text{ Jam} = 121,552\text{ Watt hour}$
 $121,552 : 1000 = 0,121\text{ KWh}$

Maka biaya dari beban dalam sebulan adalah $= 0,121\text{ KWh} \times \text{Rp. } 1.352,00 \times 30$
 $= \text{Rp. } 4.907,76,-$

Maka, biaya yang dapat dihemat = biaya sebelum – biaya sesudah
 = Rp. 6.043,44,- – Rp. 4.907,76,-
 = Rp. 1.135,68,-

Biaya Keseluruhan 5 beban rumah tangga sebelum menggunakan kapasitor bank adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Keseluruhan} &= \text{Biaya Beban 1} + \text{Biaya Beban 2} + \text{Biaya Beban 3} + \\
 &\quad \text{Biaya Beban 4} + \text{Biaya Beban 5} \\
 &= \text{Rp. 3.366,48 ,-} + \text{Rp. 3.934,32,-} + \text{Rp. 12.533,04,-} \\
 &\quad + \text{Rp. 53.417,52,-} + \text{Rp. 6.043,44,-} \\
 &= \text{Rp. 79.294,8 ,-}
 \end{aligned}$$

Biaya Keseluruhan 5 beban rumah tangga sesudah menggunakan kapasitor bank adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Keseluruhan} &= \text{Biaya Beban 1} + \text{Biaya Beban 2} + \text{Biaya Beban 3} + \\
 &\quad \text{Biaya Beban 4} + \text{Biaya Beban 5} \\
 &= \text{Rp. 2.514,72,-} + \text{Rp. 2.555,28,-} + \text{Rp. 9.896,64,-} \\
 &\quad + \text{Rp. 40.357,2,-} + \text{Rp. 4.907,76,-} \\
 &= \text{Rp. 60.231.6 ,-}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka Besar Biaya yang dapat dihemat adalah} &= \text{Biaya Sebelum} - \text{Biaya Sesudah} \\
 &= \text{Rp. 79.294,8 ,-} - \text{Rp. 60.231.6 ,-} \\
 &= \text{Rp. 19.063,2,-}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Besar biaya keseluruhan} &= \text{Biaya Beban} - \text{Biaya Alat} \\
 &= \text{Rp. 19.063,2,-} - \text{Rp. 1.865,76,-} \\
 &= \text{Rp. 17.197,44,-}
 \end{aligned}$$

Maka biaya yang dapat dihemat secara keseluruhan ada Rp. 17.197,44,- atau sekitar 22%.

Alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya yang telah dibuat terdiri dari beberapa blok rangkaian diantaranya yaitu pengujian rangkaian *power supply*, pengujian sensor arus dan sensor tegangan, pengujian modul GSM SIM 800L pengujian rangkaian LCD grafik 4x20, pengujian rangkaian *Relay*, pengujian RTC DS3231, dan data akuisisi dan pengujian alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya.

4.2.3 Pengujian Rangkaian *Power Supply*



Gambar 4.5 Pengujian Rangkaian Regulator

Pada pengujian *power supply* digunakan trafo CT 350 mA dan IC LM 7805 sebagai regulator tegangan agar keluaran stabil +5 Volt DC. regulator ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian tersebut. Setelah melakukan pengukuran dengan multimeter maka diperoleh besarnya tegangan keluaran sebesar 5 volt.

4.2.4 Pengujian Sensor Arus dan Sensor Tegangan

4.2.4.1 Pengujian Sensor Arus



Gambar 4.6 Pengujian Sensor Arus

Dari gambar 4.6 dapat dilihat pengujian arus dengan menggunakan ammeter. Dari hasil yang dapat terbaca dari pengukuran oleh sensor arus dengan nilai 0.21A dan nilai pada ammeter 0.23A ini berarti pengukuran pada sensor arus cukup akurat dengan nilai akurasi sebesar 91.3 %.

Tabel 4.5 Keakurasian Sensor Arus

No.	Pengukuran Sensor Arus	Pengukuran Ammeter	% Ralat	Akurasi
1.	0,21A	0,23A	8,7%	91,3%
2.	0,90A	0,92A	2,17%	97,83%
3.	0,18A	0,16A	2%	98%
4.	0,25A	0,25A	0%	100%
5.	0,26A	0,28A	7,14%	92,86%

Dari tabel 4.5 diatas diketahui bahwa hasil pengujian yang dilakukan tingkat akurasi sensor arus SCT013-030 menghasilkan rata-rata diatas 95% dan keerroran dari hasil pengukuran sensor arus sebesar 5%. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara pengukuran sensor arus dengan pengukuran menggunakan ammeter.

4.2.4.2 Pengujian Sensor Tegangan



Gambar 4.7 Pengujian Sensor Tegangan

Dari gambar 4.7 dapat dilihat pengujian tegangan dengan menggunakan multimeter. Dari hasil yang dapat terbaca dari pengukuran oleh sensor tegangan dengan nilai 200V dan nilai pada multimeter 198.4V ini berarti pengukuran pada sensor tegangan cukup akurat dengan nilai akurasi sebesar 99.2 %.

Tabel 4.6 Keakurasian Sensor Tegangan

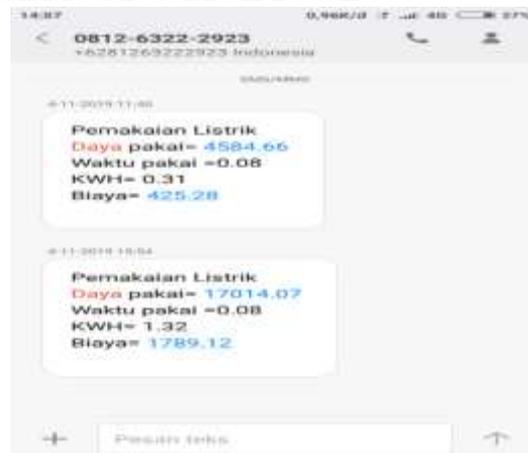
No.	Pengukuran Sensor Tegangan	Pengukuran Multimeter	% Ralat	Akurasi
1.	219V	218V	0,5%	99,5%
2.	218V	218V	0%	100%
3.	217V	216V	0,5%	99,5%
4.	218V	217V	0,5%	99,5%
5.	218V	217V	0,5%	99,5%

Dari tabel 4.6 diatas diketahui bahwa hasil pengujian yang dilakukan tingkat akurasi sensor tegangan menghasilkan rata-rata diatas 99% dan keerroran dari hasil pengukuran sensor tegangan sebesar 1%.

Program Pengujian Sensor Tegangan (Lampiran 2, hal : 7)

```
void check_volt(){
    for(int a = 0; a < 300; a++){
        data_teg = analogRead(sensor_volt);
        nilai_sensor = nilai_sensor + data_teg;
        delay(1); }
    volt = nilai_sensor/300;
    tegangan = map(volt, 0, 771, 0, 220);
    nilai_sensor=0;}
```

4.2.5 Pengujian Modul GSM SIM 800L



Gambar 4.8 Pengujian Modul GSM SIM800L

Pengujian GSM SIM800L bertujuan untuk mengetahui modul GSM SIM800L dapat mengirim SMS dengan baik. Pengujian rangkaian ini yaitu dengan uji coba mengirimkan SMS dari nomor 081263222923 (nomor yang diletakkan pada GSM SIM800L) kepada nomor pengguna (0895601418670) yang akan memberikan informasi hasil monitoring penggunaan beban rumah tangga yang berisi pemakaian listrik, daya pakai, waktu pakai, KWH, dan biaya seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8 diatas.

Tabel 4.7 Data Hubungan GSM dan RTC

No.	Pengujian RTC		Pengujian GSM
1.	Tanggal: 5	Pukul:12.00 Wib	ON
2.	Tanggal: 15	Pukul:12.00 Wib	ON
3.	Tanggal: 25	Pukul:12.00 Wib	ON

Dari tabel 4.7 diatas maka Pengujian GSM akan ON ketika Tanggal 5, 15, dan tanggal 25 pada setiap bulannya pada pukul 12:00 WIB.

Program Pengujian Modul GSM SIM 800L (Lampiran 2, hal : 1)

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <DS3231.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "EmonLib.h"
EnergyMonitor emon1;
DS3231 rtc(SDA, SCL);
Time waktu;
//GPRS gprs;
SoftwareSerial SIM(2,3);

#define relay 5
#define buzzer 4
```

```
#define sensor_volt A0  
char* phoneNumber = "0895601418670";  
  
int pin_sct = A1;  
int data_teg = 0;  
byte status_kirim=0;  
int dataJam;  
int dataMenit;  
int dataDetik;  
String hari;  
String Date;  
int tegangan =0;  
double Irms;  
float daya;  
int plat1 = 190;  
int plat2 = 190;  
int beban = 0;  
float pf = 0.00;  
float cos_phi = 0.85;  
float cap= 0.00;  
byte incr;  
float T_pemakaian;  
double lama_pakai;  
double pemakaian=0;  
byte count;  
float KWH;  
String pesan;  
float harga;  
String conver;
```

```

long nilai_sensor;

long volt;

int volt2;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // Set the LCD I2C
address

void setup() {
Serial.begin(9600);
SIM.begin(9600);
rtc.begin();
lcd.begin(20, 4);
lcd.backlight();
//gprs.preInit();
    //rtc.setDOW(TUESDAY);      // Set Hari
    rtc.setTime(11, 55, 0);    // Set waktu JJ:MM:DD (24hr format)
    //rtc.setDate(22, 10, 2019); // Set tanggal 20 September 2019
delAllSms();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0); lcd.print(" SISTEM MONITORING ");
    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("      &      ");
    lcd.setCursor(0,2); lcd.print("PERBAIKAN FAKTOR DAYA");
    lcd.setCursor(0,3); lcd.print("RISDINA Nim:75153006");
delay(3000);
emon1.current(pin_sct, 60);
pinMode(relay, OUTPUT);
pinMode(buzzer, OUTPUT);
digitalWrite(relay, HIGH);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(100);

```

```

digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(100);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(buzzer, LOW);
lcd.clear();
//gprs.sendSMS (phoneNumber,"SISTEM AKTIF");
//send_SMS("--Pemakaian Listrik-- Daya pakai= "+char(pemakaian));
//send_SMS("TEST 32");
}

```

4.2.6 Pengujian Rangkaian LCD Grafik 4x20



Gambar 4.9 Tampilan LCD Grafik 4x20

Pada pengujian ini rangkaian LCD grafik 4x20 berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan data pada mikrokontroler berupa bentuk tulisan. Tampilan LCD grafik 4x20 diatas menampilkan nilai arus, tegangan, daya, dan nilai faktor daya pada beban yang diukur.

Program Pengujian Rangkaian LCD Grafik 4x20 (Lampiran 2, hal : 8)

```

void tampilan(){
    lcd.setCursor(0,0); lcd.print(hari+", "+Date+" ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(String(dataJam)+":"+String(dataMenit)+":"+String(dataDetik)+" ");
    lcd.setCursor(0,2); lcd.print("I= "+String(Irms)+" A "+String(V=
"+String(tegangan)+" V");
    lcd.setCursor(0,3); lcd.print("P= "+String(daya)+" W "+String(pf)+" ");
}

```

}

4.2.7 Pengujian Rangkaian *Relay*

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Rangkaian *Driver Relay* Pada Pin Basis Transistor

No.	Kondisi <i>Relay</i>	Vout (Volt)	Logika
1.	Aktif	0	Low
2.	Non aktif	4.8	High

Dari tabel 4.8 diatas maka dapat diketahui bahwa relay akan aktif jika logika low dan logika low dengan nilai Vout dibawah 2.5 V dan pada logika high atau diatas 2.5V maka relay akan non aktif. Dari tabel diatas maka pada Vout 0 relay akan aktif dan pada Vout 4.8 relay akan non aktif.

Program Pengujian Rangkaian *Relay* (Lampiran 2, hal : 3)

```

Void setup() {
emon1.current(pin_sct, 60);
pinMode(relay, OUTPUT);
pinMode(buzzer, OUTPUT);
digitalWrite(relay, HIGH);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(100);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(buzzer, LOW);
}

```

4.2.8 Pengujian RTC DS3231



Gambar 4.10 Pengujian RTC DS3231

Pada pengujian ini memperlihatkan settingan waktu berupa jam, menit dan detik dan memperlihatkan settingan yang berupa tanggal, bulan dan tahun terhadap sistem monitoring penggunaan konsumsi listrik. RTC sebagai waktu elektronik akan mengatur waktu dan tanggal dan akan diolah oleh mikrokontroler. Pada gambar diatas menunjukkan tanggal 2019/10/06 dengan pukul 10:10:32

Program Pengujian RTC DS3231 (Lampiran 2, hal : 6)

```
void bacaRTC(){
    //tampilkan hari
    //Serial.print(rtc.getDOWStr(FORMAT_LONG));
    //Serial.print(',');
    //Serial.print(rtc.getDateStr());
    //Serial.print('\t');
    //ambil waktu
    hari = rtc.getDOWStr(FORMAT_SHORT);
    Date = rtc.getDateStr();
    waktu = rtc.getTime();
    dataJam = waktu.hour;
    dataMenit = waktu.min;
    dataDetik = waktu.sec;
    //Serial.print(dataJam);
    //Serial.print(':');
```

```
//Serial.print(dataMenit);  
//Serial.print(':');  
//Serial.println(dataDetik);  
//delay(10);  
}
```

4.2.9 Pengujian Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya



Gambar 4.11 Pengujian Alat Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya

Pengujian alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang sudah dirancang dan dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya dilakukan dengan pengambilan data pengukuran arus, tegangan, daya dan pengukuran faktor daya pada beberapa beban. Dalam proses pengujian alat ini data akan ditampilkan di LCD dan dikirim ke SMS.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang rancang bangun sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga berbasis mikrokontroler atmega32 yang telah diuraikan diatas maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Alat yang dirancang mampu memonitoring nilai arus, tegangan, daya, dan nilai faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga seperti blender, mixer, TV CRT, kulkas dan mesin cuci. Selain itu, alat ini mampu memperbaiki nilai faktor daya sehingga bisa meminimalisir biaya KWH yang dikeluarkan.
2. Keefektifan dari alat rancang bangun sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga berbasis mikrokontroler atmega32 adalah mampu menaikkan nilai faktor daya dengan memiliki nilai persentase kenaikan nilai faktor daya rata-rata 27,12 %. Hasil pengujian pada blender dengan nilai faktor daya awal 0,50 dapat ditingkatkan menjadi menjadi 0,85, mixer dengan nilai faktor daya awal 0,63 dapat ditingkatkan menjadi menjadi 0,88, TV CRT dengan nilai faktor daya awal 0,75 dapat ditingkatkan menjadi menjadi 0,87, kulkas dengan nilai faktor daya awal 0,56 dapat ditingkatkan menjadi menjadi 0,85, dan mesin cuci dengan nilai faktor daya awal 0,69 dapat ditingkatkan menjadi menjadi 0,85. Maka setelah dilakukan perbaikan faktor daya dengan menggunakan kapasitor bank dapat dihemat biaya sebesar Rp. 17.197,44,- atau sekitar 22 %.
3. Keefektifan pengendalian sistem dari mikrokontroler adalah mampu mengendalikan sistem monitoring nilai arus, tegangan, daya, dan nilai faktor daya dengan akurat dan dapat dipantau dengan komputer.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan dalam merealisasikan alat rancang bangun sistem monitoring dan perbaikan faktor daya ini terdapat beberapa kekurangan dan kendala. Untuk menyempurnakan alat rancang bangun sistem monitoring dan perbaikan faktor daya ini, ada beberapa hal yang dijadikan saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Diharapkan untuk pengembangan selanjutnya alat ini tidak lagi menggunakan daya dari listrik PLN tetapi menggunakan panel surya sebagai dayanya. Agar dapat lebih efisien lagi dalam penggunaan konsumsi listrik rumah tangga.
2. Diharapkan rancang bangun sistem monitoring dan perbaikan faktor daya pada konsumsi listrik rumah tangga ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan bentuk penanganan yang lebih kompleks lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah dan Masthura.2018. *Sistem Pemberian Nutrisi dan Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Real Time Clock dan Tingkat Kelembapan Tanah Berbasis Mikrokontroler ATMega32*.Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi.2(2):34-35
- Ajar Rohmanu dan Riswadi.2016.*Pemodelan Alat Monitoring Keseimbangan Arus Listrik Tiga Fasa Menggunakan Arduino dan SMS Gateway dengan Berbasis Web*.Jurnal Informatika SIMANTIK.1(1):28
- Alamsyah, Ardi Amir, dan Muhammad Nur Faisal. 2015. *Perancangan dan Penerapan Sistem Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web*. Jurnal Mekanikal. 6(2):578
- Arif Lukman Khakim.2015.*Rancang Bangun Alat Timbang Digital Berbasis AVR Tipe ATMega32*.Skripsi. Universitas Negeri Semarang
- Aulia Bagus Ar Rahmaan, Ontoseno Penangsang, dan Ni Ketut Aryani.2016. *Optimalisasi Penempatan Kapasitor Bank untuk Memperbaiki Kualitas Daya Pada Sistem Kelistrikan PT. Semen Indonesia Aceh Menggunakan Metode Genetic Algorithm (GA)*.Jurnal Teknik ITS.5(2):231
- Fachry Azharuddin, dkk.2017. *Pengaruh Penambahan Kapasitor Bank Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Aktif pada Beban Listrik di Minimarket*.Jurnal Teknik Elektro.9(2):68
- I Gusti Putu Mastawan Eka Putra dan I Ketut Darminta.2017.*Monitoring Penggunaan Daya Listrik Sebagai Implementasi Internet Of Things Berbasis ESP8266*.Jurnal Prosiding Sentrinov.3(1):317
- Iswanto dan Gandi.2018. *Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Lampu Ruangan Berbasis IOT (Internet Of Things) Android (Studi Kasus Universitas Nurtanio)*. Jurnal FIKI.9(1):40
- Iyan Anugrah.2017.*Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B*.Proyek Akhir.Universitas Negeri Yogyakarta
- Mohammad Amir dan Aji Muharam Somantri.2017. *Analisis Perbaikan Faktor Daya untuk Memenuhi Penambahan Beban 300 Kva Tanpa Penambahan Daya PLN*.Jurnal Teknik Elektro.19(1):35
- M. Ulin Nuha.2016.*Rancang Bangun Kompensator Faktor Daya Otomatis Sebagai Upaya Efisiensi Tenaga Listrik*.Skripsi.Malang:UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Najib Amaro.2017. *Sistem Monitoring Besaran Listrik Dengan Teknologi LoT (Internet of Things)*. Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Nuraini dan Badriana.2018.*Perancangan Perbaikan Faktor Daya Lampu TL Dengan Kapasitor*.Jurnal Energi Elektrik.7(2):11

- Raden Ajeng Gusti Ramadhiarti.2018.*Rancang Bangun Monitoring Energi Listrik Menggunakan SMS Berbasis Mikrokontroler Atmega328*.E-Journal Spektrum.5(1):130.
- Rian Affrilianto, Dedi Triyanto, dan Suhardi. 2017. *Rancang bangun Sistem Pelacak Kendaraan Bermotor Menggunakan GPS dengan Antarmuka Website*.Jurnal Coding Sistem Komputer Untan.5(3):2
- Saleh, Anang Supriadi.2018. *Energi dan Elektrifikasi Pertanian* .Yogyakarta: Deepublish.
- Shella Amelia Puspaningrum, Mas Sarwoko Suratmaja, dan Desti Madya Saputri. 2016.*Desain dan Implementasi Switching Regulator Pada Nanosatelit*. Jurnal Prosiding Rekayasa.3(1):166
- Subuh Isnur Haryudo.2019.*Sistem Current Limiter Dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan SMS Untuk Proteksi Pada Penggunaan Beban Rumah Tangga*.Jurnal Teknik Elektro.8(1):40.
- Suhaeb, Sutarsi,dkk.2017.*Mikrokontroler dan Interface*.Makassar:Fakultas TeknikUniversitas Negeri Makasasar.
- Widya Purnamasari dan Romi Wijaya.2017. *Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Getaran Dengan Output Suara Berbasis PC*. Jurnal Mantik Penusa. 21(1):59-60
- Windu Nur Hardiranto.2017. *Analisa Optimasi Perbaikan Faktor Daya dan Drop Tegangan dengan Menggunakan Kapasitor Bank pada Line 5 PT. Bukit Asam (PERSERO) TBK*.Skripsi.Universitas Lampung.
- Wisnu Djatmiko.2017.*Prototipe Resistansi Meter Digital*.Jurnal Elektronika.2(1):4

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Gambar Alat Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32



Gambar pada saat sebelum pengujian alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya



Gambar pada saat pengujian alat sistem monitoring dan perbaikan faktor daya

LAMPIRAN 2 : Listring Program Alat Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Secara Keseluruhan

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <DS3231.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "EmonLib.h"
EnergyMonitor emon1;
DS3231 rtc(SDA, SCL);
Time waktu;
//GPRS gprs;
SoftwareSerial SIM(2,3);

#define relay 5
#define buzzer 4
#define sensor_volt A0
char* phoneNumber = "0895601418670";

int pin_sct = A1;
int data_teg = 0;
byte status_kirim=0;
int dataJam;
int dataMenit;
int dataDetik;
String hari;
String Date;
int tegangan =0;
double Irms;
```

```

float daya;
int plat1 = 190;
int plat2 = 190;
int beban = 0;
float pf = 0.00;
float cos_phi = 0.85;
float cap= 0.00;
byte incr;
float T_pemakaian;
double lama_pakai;
double pemakaian=0;
byte count;
float KWH;
String pesan;
float harga;
String conver;
long nilai_sensor;
long volt;
int volt2;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // Set the LCD I2C
address
void setup() {
Serial.begin(9600);
SIM.begin(9600);
rtc.begin();
lcd.begin(20, 4);
lcd.backlight();
//gprs.preInit();
//rtc.setDOW(TUESDAY); // Set Hari

```

```

rtc.setTime(11, 55, 0); // Set waktu JJ:MM:DD (24hr format)
//rtc.setDate(22, 10, 2019); // Set tanggal 20 September 2019

delAllSms();

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0); lcd.print(" SISTEM MONITORING ");
lcd.setCursor(0,1); lcd.print("      &      ");
lcd.setCursor(0,2); lcd.print("PERBAIKAN FAKTOR DAYA");
lcd.setCursor(0,3); lcd.print("RISDINA Nim:75153006");

delay(3000);

emon1.current(pin_sct, 60);
pinMode(relay, OUTPUT);
pinMode(buzzer, OUTPUT);
digitalWrite(relay, HIGH);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(100);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(buzzer, LOW);

lcd.clear();

//gprs.sendSMS (phoneNumber,"SISTEM AKTIF");
//send_SMS("--Pemakaian Listrik-- Daya pakai= "+char(pemakaian));
//send_SMS("TEST 32");
}

String data;

void loop() {

```

```
    bacaRTC();
    check_curent();
    check_volt();
    pf = daya/beban + cap;

    if(pf< cos_phi && Irms > 0.18){
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        incr++;
        if(incr >=5){
            digitalWrite(relay, LOW);
            cap = 0.35;
        }
    }
    else if(Irms < 0.18){
        digitalWrite(relay, HIGH);
        incr = 0;
        cap = 0;
    }

    if(count!=dataDetik){
        T_pemakaian++;
    }
    count = dataDetik;

    lama_pakai = T_pemakaian / 3600;
    if(daya>0.10){
```

```

    pemakaian = pemakaian + daya;
    KWH = pemakaian/1000*lama_pakai;
}
harga = KWH*1352;
//data = ("KWH= "+String(KWH));
data = ("Pemakaian Listrik \nDaya pakai= "+String(pemakaian)+"\nWaktu
pakai ="+String(lama_pakai)+"\nKWH= "+String(KWH)+"\nBiaya=
"+String(harga));
if(dataJam > 11 && dataJam < 13 && status_kirim == 0){
    send_SMS(string2char(data));
    status_kirim = 1;
    lama_pakai = 0;
    KWH = 0;
    harga = 0;
    pemakaian = 0;
}

Serial.println("=====");
Serial.println(data);
Serial.println("=====");
tampilan();
delay(200);
}

void bacaRTC(){
    //tampilkan hari
    //Serial.print(rtc.getDOWStr(FORMAT_LONG));
    //Serial.print(',');
    //Serial.print(rtc.getDateStr());
    //Serial.print('\t');

```

```
//ambil waktu
hari = rtc.getDOWStr(FORMAT_SHORT);
Date = rtc.getDateStr();
waktu = rtc.getTime();
dataJam = waktu.hour;
dataMenit = waktu.min;
dataDetik = waktu.sec;
//Serial.print(dataJam);
//Serial.print(':');
//Serial.print(dataMenit);
//Serial.print(':');
//Serial.println(dataDetik);
//delay(10);
}
```

```
void check_volt(){

    for(int a = 0; a < 300; a++){
        data_teg = analogRead(sensor_volt);
        nilai_sensor = nilai_sensor + data_teg;
        delay(1);
    }
    volt = nilai_sensor/300;
    tegangan = map(volt, 0, 771, 0, 220);
    nilai_sensor=0;
}
```

```
void check_curent(){
    Irms = emon1.calcIrms(1000)-0.12;
```

```
Serial.println("Real= "+String(Irms));
if(Irms <0.05){
    Irms =0;
    beban = 0;
}
else if(Irms > 0.12 && Irms < 0.25){
    Irms = Irms - 0.06;
}
else if(Irms >= 0.35 && Irms < 0.45){
    Irms = Irms - 0.10;
}
else if(Irms >= 0.55 && Irms < 0.63){
    Irms = Irms - 0.17;
    beban = plat1;
}
else if(Irms >= 0.63 && Irms < 0.75){
    Irms = Irms - 0.20;
    beban = plat2;
}
else if(Irms > 0.75 && Irms < 0.88){
    Irms = Irms - 0.30;
}
else if(Irms > 2.45){
    Irms = Irms - 0.94;
}
daya = Irms*tegangan;
//menampilkan di serial monitor
//Serial.print("Arus yang terbaca : ");
//Serial.println(Irms);
```

```

//Serial.print("Daya yang terbaca : ");
//Serial.println(daya);
//Serial.println();
//delay(500);
}

void tampilan(){
  lcd.setCursor(0,0); lcd.print(hari+", "+Date+" ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(String(dataJam)+":"+String(dataMenit)+":"+String(dataDetik)+" ");
  lcd.setCursor(0,2); lcd.print("I= "+String(Irms)+" A "+String(V=
"+String(tegangan)+" V");
  lcd.setCursor(0,3); lcd.print("P= "+String(daya)+" W "+String(pf)+" ");
}

void send_SMS(char* smsOUT){
  Serial.println("SMS");
  SIM.print("AT+CMGF=1\r\n");
  delay(500);
  SIM.print(F("AT+CMGS=\""));
  delay(500);
  SIM.print(phoneNumber);
  delay(500);
  SIM.print(F("\r"));
  delay(500);
  SIM.print(smsOUT);
  SIM.print("\r");
  delay(500);
  SIM.write((char)26);
}

```

```

delay(500);
}
char* string2char(String command) {
    if (command.length() != 0) {
        char *p = const_cast<char*>(command.c_str());
        return p;
    }
}
String _buffer;
void delAllSms(){
    SIM.print (F("AT+CMGF=1\r"));
    delay(100);
    SIM.print(F("at+cmgda=\"del all\"\n\r"));
    _buffer = _readSerial();
    delay(1000);
    Serial.print(_buffer);
}
int _timeout=0;
String dan_;
String and_;
String _readSerial(){
    _timeout=0;
    while (!SIM.available() && _timeout < 100) {
        delay(10);
        _timeout++;
    }
    Serial.print(_timeout);
    if (SIM.available()) {
        return SIM.readStringUntil('#'); }}

```

LAMPIRAN 3 : Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik Tahun 2017, 2018 dan 2019

**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

BULAN JULI - SEPTEMBER 2017

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = $996,74$ kVArh = $996,74$ ****)	-
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
12.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
13.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Catatan :

- *) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.
- ***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- ****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- *****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).
- K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.
LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.



PT PLN (Persero)

Jalan Trunojoyo Blok M I/135 Kebayoran Baru – Jakarta 12160

Telepon : (021) 7261875, 7261122, 7262234

Facsimile : (021) 7221330

Website : www.pln.co.id

(021) 7251234, 7250550

**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

BULAN JANUARI - MARET 2018

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA KVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 KVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 KVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	L/TR, TM, TT		-	1.944,52	-

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM).

RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (KVA) x Biaya Pemakaian.

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM).

RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (KVA) x Biaya Pemakaian LWBP.

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

****) Diterapkan Rekening Minimum (RM).

RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (KVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

*****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (KVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.

LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.



PT PLN (Persero)

Jalan Trunojoyo Blok M I/135 Kebayoran Baru – Jakarta 12150

Telepon : (021) 7261875, 7261122, 7262234

Facsimile : (021) 7221330

Website : www.pln.co.id

(021) 7251234, 7250550

PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)
BULAN JANUARI - MARET 2019

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVAh (Rp/kVAh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVAh = 996,74 ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	UTR, TM, TT		-	1.644,52	-

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

*****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVAh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem ketlistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.

LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

BIODATA PENULIS



Risdina adalah Nama penulis skripsi ini. Penulis lahir dari orangtua yang bernama Sutino dan Yanti sebagai anak kedua dari empat bersaudara. Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 08 Oktober 1997 Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SDN 101785 Medan (*lulus tahun 2009*), melanjutkan ke SMPN 33 Medan (*lulus tahun 2012*), lalu ke SMAS Laks. Martadinata (*lulus tahun 2015*), Dan menempuh masa kuliah di Program Studi Fisika Murni Fakultas Sains dan dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan (*lulus tahun 2019*).

Penulis juga aktif di dunia organisasi. Pengalaman organisasi penulis didapatkan dari Ikatan Mahasiswa Sains dan Teknologi (IMST) (*pada tahun 2016*), Ikatan Mahasiswa Fisika (IMF) (*pada tahun 2017*), dan Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Fisika (*pada tahun 2018*).

Dengan ketekunan dan motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini dan mampu menjadi **Alumni Pertama Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan pada tahun 2019**. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi sains dan teknologi.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur “*Alhamdulillah robbil alamin*” atas terselesaikannya skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATMega32**”.