

SISTEM PERINGATAN DINI ARUS MAKSIMUM PADA RUMAH BERBASIS IOT DENGAN MENGGUNAKAN SUPLAI BACKUP PLTS

Oleh :

Ihsanuddin¹, H. Didik Notosudjono², Agustini Rodiah Machdi³

^{1,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Jl. Pakuan, RT.02/RW.06, Tegallega, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16129

ABSTRAK

Sistem proteksi melindungi komponen tenaga dan elektronika dari kerusakan. Sistem ini biasanya menggabungkan KWH meter dengan MCB (Miniatur Circuit Breaker) sebagai pemutus arus otomatis. Tantangan yang dihadapi adalah kurangnya kemampuan monitoring langsung yang bisa menghambat perbaikan. Oleh karena itu, diperlukan alat pendeteksi arus maksimum dini untuk mempercepat proses perbaikan. Alat ini menggunakan relay LY4N 220 VAC sebagai Automatic Transfer Switch (ATS) untuk mengaktifkan komponen mikrokontroler dengan bantuan sistem backup PLTS. Sensor PZEM-004T membaca arus, tegangan, dan daya, lalu mengirim hasilnya ke handphone pengguna via Telegram melalui ESP32, yang memberikan notifikasi otomatis jika terjadi arus maksimum. Pengujian menunjukkan alat bekerja dengan tegangan 12 VDC dari panel surya, yang juga berfungsi sebagai backup. Panel surya 10 Wp menghasilkan daya rata-rata maksimum 10,97 Wp dan dapat disimpan dalam baterai 8 Ah 12 VDC, yang mampu menyuplai beban selama 2 jam.

Kata Kunci : *Sensor PZEM-004T, Telegram, Mikrokontroler, ESP 32*

I. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sistem proteksi bekerja sebagai pengaman terhadap komponen-komponen sistem tenaga atau komponen-komponen elektronika. Sistem proteksi bertujuan untuk mengurangi/meminimalisir kerusakan baik secara faktor eksternal atau faktor internal dan dapat menyebabkan kerugian dalam menggunakan listrik. Sistem proteksi yang umum dilihat pada penyaluran listrik setelah terpasang KWH (Kilo Watt Hour) meter maka dikombinasikan dengan MCB (Miniatur Circuit Breaker) yang berfungsi sebagai pemutus arus secara otomatis. Permasalahan yang terjadi ialah tidak dapat memonitoring secara langsung masalah yang terjadi, yang bisa saja menghambat sistem operasi dan memperlambat kinerja teknis. Agar dapat mempermudah teknis dan mempersingkat waktu perbaikan maka di perlukan alat pendeksi arus maksimum secara dini. Dimana perancangan alat ini untuk memonitoring arus maksimum pada instalasi listrik saat terjadi aliran listrik dari arus pusat PLN terputus pada beban yang terpasang.[1]

Dari penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P” yang dibuat oleh Mario, Boni P. Lapanporoa, Muliadi dari Prodi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan sistem proteksi dan monitoring

penggunaan daya listrik pada beban skala rumah tangga berbasis mikrokontroler ATmega328P sebagai pengendali utama.[2]

Penelitian yang ke dua berjudul “Rancang Bangun Rele Arus Lebih Berbasis Monitoring Internet of Things (IoT) Dan Arduino Sebagai Proteksi Elektronik 1 Fasa” yang dibuat oleh Verdiano Frandhiyawan, Istiyo Winarno dan Daeng Rahmatullah Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah Jl. Arif Rahman Hakim No. pengumpulannya. [2] Salah satu caranya, yaitu pengembangan tempat 150, Surabaya 60111. Pengujian pada penelitian ini menggunakan software arduino IDE yang membantu fungsi dan pengoperasian komponen lainnya, menggantikan kinerja sistem Mini Circuit Braker buatan pabrik. Pengujian arus diseting sebesar 1 Ampere hingga 4 Ampere dengan Time Multiplier Setting (TMS) 009 pada Standart Inverse, Very Inverse dan Extremely Inverse. Pada Standart Inverse, pengujian real arus gangguan sebesar 1 Ampere dengan waktu operasi rele trip adalah 542 milisecond, Very Inverse rele trip 563 milisecond dan 804 milisecond untuk Extremely Inverse. Saat arus gangguan sebesar 4 Ampere rele trip sebesar 257 milisecond untuk Standart Inverse, Very Inverse sebesar 122 milisecond dan 060 milisecond untuk Extremely Inverse. Pada hasil pengujian dan data dapat disimpulkan kinerja operasi rele arus lebih telah bekerja sesuai kurva karakteristik Inverse IEC 60255.

Sehingga semua peralatan elektronik yang digunakan bisa diantisipasi lebih cukup baik agar tidak rusak.[3]

Dari permasalahan yang ada di rancangan prototype sistem peringatan dini pada arus maksimum Pada Rumah berbasis Internet of Things (IoT), menggunakan sensor pzem 004t sebagai sensor pendeteksi arus, tegangan, dan daya dengan bahasa pemrograman dengan ESP32 sebagai bahasa pemrograman mikrokontroler. Sehingga alat tersebut dapat mempermudah terknisi dalam melakukan perbaikan, dan memonitoring arus secara langsung menggunakan tampilan LCD Dan memberikan sinyal notifikasi pada smartphone melalui telegram. hal tersebut juga dapat mengurangi terjadinya kecelakaan kerja pada terknisi, prototype sistem monitoring proteksi daya listrik ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai sistem kontrol yang digunakan sebagai wadah mengolah sinyal input sehingga menjadi output yang berupa tampilan pada LCD.[1]

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah yang berdasarkan permasalahan di atas adalah sebagai berikut ini:

1. Bagaimana cara pengamanan arus maksimum untuk menghindari ke rusakan pada peralatan listrik menggunakan Internet of Things (IoT).
2. Bagaimana backup energi listrik tenaga surya pada sistem peringatan dini pada arus maksimum pada rumah ?
3. Bagaimana cara memonitoring sistem kendali jarak jauh dengan memanfaatkan smartphone

1.3 Maksud dan tujuan

Maksud dan tujuan dibuatnya prototype sistem arus maksimum berbasis Internet of Things (IoT) ini ialah sebagai berikut :

1. Merancang sistem peringatan dini pada arus maksimum dengan menggunakan Internet of Things (IoT)
2. Merancang sistem backup menggunakan pembangkit listrik tenaga surya
3. Merancang alat monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum menggunakan aplikasi telegram.

1.4 Batasan masalah

Batasan masalah pada perancangan prototype monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem peringatan dini pada arus maksimum pada arus maksimal 2 ampere yang akan bekerja ketika suplai listrik utama PLN padam.
2. Pembangkit listrik tenaga surya digunakan untuk membackup suplai daya ke beban pada saat suplai listrik utama PLN padam dengan menyimpan energinya pada baterai.
3. Dengan menghubungkan ESP 32 pada telegram dan memberi notifikasi pada smartphone untuk mengetahui terjadinya arus maksimum

II. teori dasar

2.1 sistem proteksi

Sistem proteksi berfungsi sebagai pengamanan untuk peralatan listrik, sebagai respons terhadap gangguan teknis, alam, kesalahan operasi, dan penyebab lainnya. Sistem proteksi dipasang pada sistem distribusi tenaga listrik, transformator tenaga, transmisi tenaga listrik, dan generator listrik dengan tujuan untuk melindungi sistem tenaga listrik dari gangguan listrik atau beban berlebihan. Cara kerjanya adalah dengan memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang mengalami gangguan, sehingga bagian lain yang tidak terganggu tetap dapat berfungsi normal dan menyuplai arus ke beban atau konsumen. Tujuannya adalah untuk menjaga kehandalan keseluruhan sistem tenaga listrik agar tetap terjaga.[5]

Pada sistem proteksi tenaga listrik, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi demi mengamankan peralatan-peralatan listrik yang ada. Untuk itu ada tujuh

beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh suatu sistem proteksi, seperti

berikut ini :[44]

1. Keterandalan (Reliability)

Pada kondisi normal (tidak ada gangguan) relay tidak bekerja. Jika terjadi gangguan maka relay tidak boleh gagal bekerja dalam mengatasi gangguan. Kegagalan kerja relay dapat mengakibatkan alat yang diamankan rusak berat atau gangguannya meluas sehingga daerah yang mengalami pemadaman semakin luas. Relay tidak boleh salah kerja, artinya relay yang seharusnya tidak bekerja, tetapi bekerja. Hal ini menimbulkan pemadaman yang tidak seharusnya dan menyulitkan analisa gangguan yang terjadi. Keandalan relay pengaman ditentukan dari rancangan, pengerjaan, beban yang digunakan, dan perawatannya.[44]

2. Selektivitas (Selectivity)

Selektivitas berarti relay harus mempunyai daya beda (discrimination), sehingga mampu dengan tepat

memilih bagian yang terkena gangguan. Kemudian relay bertugas mengamankan peralatan. Relay mendeteksi adanya gangguan dan memberikan perintah untuk membuka pemutus tenaga dan memisahkan bagian yang terganggu. Bagian yang tidak terganggu jangan sampai dilepas dan masih Jika terjadi pemutusan hanya terbatas pada daerah yang terganggu.[44]

3. Sensitivitas (Sensitivity)

Relay harus mempunyai kepekaan yang tinggi terhadap besaran minimal (kritis) sebagaimana direncanakan. Relay harus dapat bekerja pada awalnya terjadinya gangguan. Oleh karena itu, gangguan lebih mudah diatasi pada awal kejadian. Hal ini memberi keuntungan dimana kerusakan peralatan yang harus diamankan menjadi kecil. Namun demikian, relay juga harus stabil.

4. Kecepatan Kerja

Relay pengaman harus dapat bekerja dengan cepat. Jika ada gangguan, misalnya isolasi bocor akibat adanya gangguan tegangan lebih terlalu lama sehingga peralatan listrik yang diamankan dapat mengalami kerusakan. Namun demikian, relay tidak boleh bekerja terlalu cepat (kurang dari 10 ms). Disamping itu, waktu kerja relay tidak boleh melampaui waktu penyelesaian kritis (critical clearing time). Pada sistem yang besar atau luas, kecepatan kerja relay pengaman mutlak diperlukan karena untuk menjaga kestabilan sistem agar tidak terganggu. Hal ini untuk mencegah relay salah kerja karena transient akibat surja petir.

5. Ekonomis

Satu hal yang harus diperhatikan sebagai persyaratan relay pengaman adalah masalah harga atau biaya. Relay tidak akan diaplikasikan dalam sistem tenaga listrik, jika harganya sangat mahal. Persyaratan reliabilitas, sensitivitas, selektivitas dan kecepatan kerja relay hendaknya tidak menyebabkan harga relay tersebut menjadi mahal.[44]

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem pembangkit listrik yang bersumber dari radiasi matahari melalui konversi sel fotovoltaik. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari, maka semakin besar daya listrik yang dihasilkannya. Dengan menggunakan teknologi Fotovoltaik sehingga menghasilkan energi listrik DC (Direct Current), yang dapat diubah menjadi listrik AC (Alternating Current) apabila diperlukan.

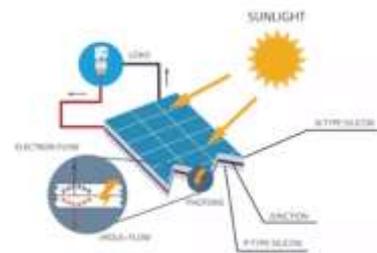
Sistem PLTS pada dasarnya dikategorikan menjadi tiga kategori, yaitu On Grid atau Grid Connected (yang terhubung jaringan listrik PLN), Stand Alone

atau Off Grid (yang tidak terhubung listrik PLN), dan Hybrid (gabungan dari beberapa pembangkit).[34,35]

2.2 Photovoltaic (Panel Surya)

Photovoltaics (PV) merupakan sebuah teknologi yang menghasilkan daya listrik arus searah (Direct Current) yang terbuat semikonduktor saat disinari oleh radiasi matahari (foton), diukur dalam satuan watt. PV adalah sebuah cara untuk mengubah radiasi matahari (foton) menjadi listrik dan didasarkan pada efek fotovoltaiik, yang pertama kali diamati oleh Henri Becquerel pada tahun 1839. Secara umum didefinisikan sebagai munculnya tegangan listrik antara dua elektroda yang melekat pada sistem padat atau cair saat menyinari sistem ini. [6]

Prinsip kerja dari Photovoltaics yaitu dengan cara menyinari bidang dari dua macam bahan semikonduktor dengan sinar matahari. Semikonduktor berperan sebagai pembentuk medan listrik agar dapat mengekstrak elektron dan hole dengan material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe P dan tipe N terkontak oleh radiasi sinar matahari (foton), maka kelebihan elektron pada semikonduktor akan bergerak dari tipe P ke tipe N sehingga tipe N akan membentuk sebuah kutub positif sedangkan tipe P akan membentuk kutub sebuah negatif.[6][7] Berikut ini adalah Prinsip kerja solar cell yang digunakan ditunjukkan pada gambar 2.9 di bawah ini :[4]



Gambar 1 Prinsip Kerja Solar Cell

Perubahan sinar matahari menjadi listrik dengan menggunakan panel photovoltaics, paling banyak menerapkan Poly Crystalline Silicon sebagai material semikonduktor photocell. Prinsip kerjanya sama dengan prinsip suatu diode p-n yang mengilustrasikan cara kerja panel photovoltaik. Secara sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

- Silikon adalah suatu material semikonduktor yang akan menyerap cahaya matahari yang menumbuk panel surya.

- Muatan negative atau electron akan terlempar keluar dari dalam atomnya, sampai mengalir lewat material dari semikonduktor bertujuan menghasilkan listrik dan mengalir secara berlawanan arah dengan electron pada panel surya (silikon)
- Sebelum akhirnya masuk ke dalam baterai, gabungan beberapa panel surya akan mengubah energy surya menjadi sumber daya (listrik DC) searah.

Daya listrik DC (searah) tidak bisa untuk dapat langsung dipergunakan pada rangkaian listrik rumah atau bangunan sehingga harus mengubah daya listriknya menjadi daya listrik AC (bolak-balik). Dengan menggunakan suatu komponen yang disebut dengan konverter maka daya listrik DC (searah) dapat berubah menjadi daya listrik AC (bolak-balik) sehingga dapat digunakan.

2.4 Esp32

ESP32 adalah Mikrokontroler Sistem on Chip (SoC) berbiaya rendah, yang juga sebagai pengembang dari SOC ESP32 yang terkenal dengan NodeMCU, chip yang sudah cukup lengkap, termasuk prosesor, memori, dan akses ke GPIO (General Purpose Input Output). Hal ini membuat ESP32 dapat digunakan untuk menggantikan arduino, dikombinasikan dengan kemampuannya untuk mendukung koneksi wifi langsung. Tegangan kerja ESP32 adalah 3.3V-5V, jadi untuk menggunakan mikrokontroler, tetapi jika membuat level shifter terpisah untuk komunikasi dan tegangan sumber modul wifi ini. Karena modul wifi ini dilengkapi dengan mikrokontroler dan GPIO.

Papan mikrokontroler yang dipilih untuk modul ini didasarkan pada ESP32. Ini adalah mikrokontroler SOC (sistem on chip) terintegrasi dengan WiFi. mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, Juga memiliki adapter WiFi internal untuk mengakses jaringan Internet.ESP32. [15] Untuk tampilan dari mikrokontroler ESP32 ini dapat dilihat pada gambar berikut ini:[15]



Gambar 2 ESP32

Spesifikasi dari mikrokontroler ESP32 seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.5 di bawah ini :[15]

Tabel 1 Spesifikasi ESP32 [15]

Mikrokontroler	ESP32 DEVKIT DOIT
Main Processor	Tensilicia Xtensa 32-bit LC6 Microprocessor
Tegangan Pengoprasian	5V DC
Wi-Fi	802.11 b/g/n/e/I (802.11n @ 2.4 GHz up to 150 Mbit/s)
Bluetooth	v4.2 BR/EDR and Bluetooth Low Energy (BLE)
ROM	448 KB
Pin GPIO	10
Pin ADC (Analog to Digital Converter)	18
Pin PWM (Pules With Modulation)	16
Pin DAC (Digital to Analog Converter)	2
Memori Flash	16 mb
Static Random Access Memory(SRAM)	512 KB
Freq Clock	Up to 240 MHz

Dapat dilihat pada tabel diatas spesifikasi mikrokontroler ESP32 dapat digunakan sebagai pilihan untuk alat peraga interface mikrokontroler. Karena mikrokontroler memiliki interface yang lengkap, sangat cocok untuk berlatih Internet of Things.[15]

2.5 Internet of Things

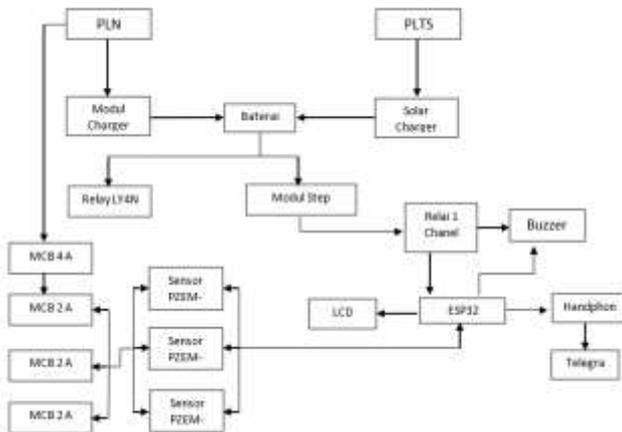
Internet of Things merupakan sebuah konsep di mana suatu benda atau objek di tanamkan sebuah teknologi-teknologi seperti sensor dan software yang bertujuan untuk berkomunikasi, mengontrol, menghubungkan, memonitoring, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet .[17] Internet of Things memiliki kemampuan untuk melakukan interkoneksi di antara pengguna dan objek dalam waktu dan tempat yang tak terbatas. Internet of Things dirancang agar sistemnya dapat dikonfigurasi sendiri dan mampu melakukan adaptasi yang terdiri dari jaringan sensor dan smart object yang tujuannya adalah menghubungkan semua hal, termasuk objek dalam ranah industri, kemudian dirancang sedemikian rupa sehingga membuatnya cerdas, terprogram dan lebih mampu berinteraksi dengan manusia.[16],[17]

Cara kerja IoT adalah dengan cara menghubungkan setiap benda dengan koneksi internet sehingga benda tersebut memiliki Internet Protokol (IP). IP atau internet protokol merupakan sebuah identitas di dalam jaringan, sehingga benda satu dengan benda yang lain dapat diperintahkan melalui jaringan yang sama. Selanjutnya IP yang terdapat dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet.[16],[17]

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Blok diagram perancangan alat

Prototype atau Rancang bangun monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum berbasis Internet of Things (IoT) dengan supplay backup pembangkit listrik tenaga surya ini dirancang agar dapat beroperasi apabila sumber jaringan listrik PLN padam atau terjadinya arus berlebih. Blok diagram perencanaan alat monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum dapat di lihat pada gambar berikut:



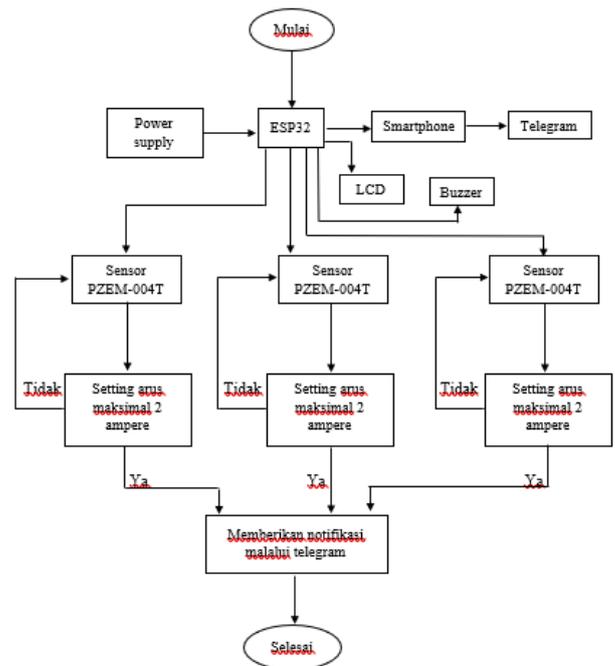
Gambar 3 Blok Diagram Monitoring Sistem Peringatan Dini Pada Arus Maksimum

Dari gambar blok diagram monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum pada gambar 3.1 di atas terlihat, pada alat ini menggunakan sumber utama yaitu PLN dan menggunakan backup dari PLTS, kemudian di simpan pada baterai. Perancangan ini menggunakan sensor PZEM-004T untuk mendeteksi arus maksimum. LCD akan menampilkan nilai arus, tegangan, daya dan bila terdeteksi arus maksimum pada MCB akan di tampilkan pada aplikasi telegram dan terhubung dengan buzzer untuk memberi peringatan bahwa terjadi arus maksimum pada instalasi listrik.

3.2 Diagram Alir Secara Keseluruhan

Tahapan pada rancang bangun monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum berbasis Internet of Things (IoT) dengan supplay backup pembangkit listrik tenaga surya ini dirancang agar dapat beroperasi apabila sumber jaringan listrik PLN padam atau

terjadinya arus berlebih di mulai dari start. Diagram alir perencanaan alat monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum dapat di lihat pada gambar 4



Gambar 4 Diagram Alir Monitoring Sistem Peringatan Dini Pada Arus Maksimum Berlebih Berbasis Internet Of Things (IoT)

Pada Gambar 4 menjelaskan alur keseluruhan kerja sistem pada alat monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum, Langkah pertama beban akan dibaca yang selanjutnya masuk ke sensor. Sensor akan membaca berapa nilai arus, tegangan, dan daya untuk diproses di modul sensor PZEM-004T. Setelah didapatkan data dari sensor, sensor akan mengirim data ke mikrokontroler ESP-32 untuk ditampilkan di layar LCD, dan bila tidak terjadi masalah atau suplai listrik PLN masih stabil sensor akan membaca terus menerus. Langkah selanjutnya bilamana terjadi masalah terputusnya arus listrik atau suplai PLN padam maka sensor PZEM-004T akan membaca dan mengirim data ke mikrokontroler ESP-32 dan di tampilkan di LCD selanjutnya akan mengirim notifikasi via telegram bahwa terjadinya aliran PLN padam.

3.3 Perancangan pembangkit Listrik Tenaga Surya

Panel surya yang digunakan pada alat monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum ini jenis Polycrystalline memiliki kapasitas 10 WP digunakan untuk mengisi daya pada baterai, panel surya diletakkan dibawah sinar matahari yang mana

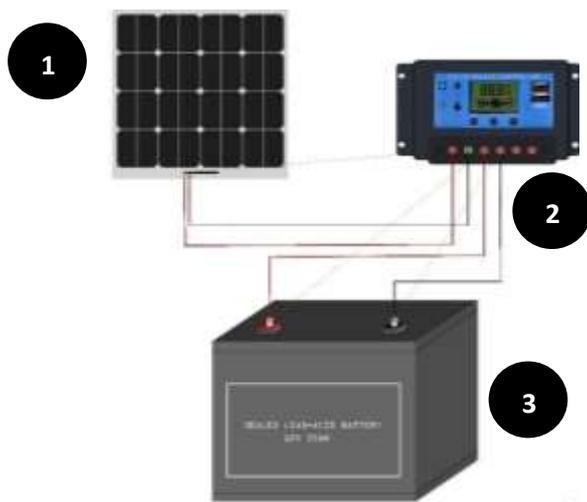
nantinya akan mengolah energi matahari menjadi energi listrik yang akan di control melalui solar charger controller agar nantinya baterai tidak mengalami overcharging.

Perancangan pembangkit listrik tenaga surya menggunakan solar sel dengan spesifikasi :

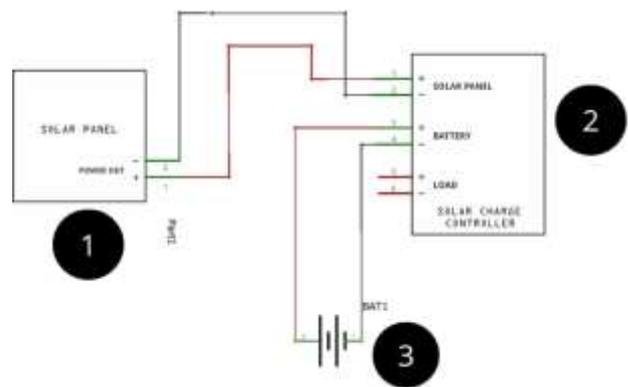
Tabel 2 spesifikasi sel surya Polycrystalline 10WP

Spesifikasi		Keterangan
Maximum Power (Pmax)	Power	10 WP
Maximum Voltage	Power	17,4 Volt
Maximum Current	Power	0,57 Ampere
Open Circuit Voltage (Voc)	Voltage	21,6 Volt
Short Circuit Current (Isc)	Current	0,63 Ampere
Ukuran PxLxT		36 cm x 25 cm x 2 cm

Perancangan pembangkit listrik tenaga surya dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini :



Gambar 5 Perancang pembangkit Listrik Tenaga Surya



Gambar 6 Perancangan Skematik Pembangkit Listrik Tënaga Surya

Keterangan :

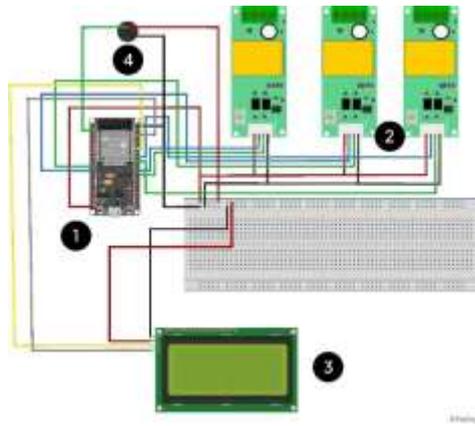
1. Panel Surya
2. Solar Charger Controller
3. Baterai

Pada nomor satu adalah panel surya sebuah alat yang terdiri dari sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik, nomor dua adalah solar charger control yaitu untuk memastikan sistem tenaga surya berjalan secara efisien dan aman untuk bertahun-tahun kedepan, dan pada nomor tiga adalah baterai yang sesuai untuk sistem panel surya. Hal ini jelas karena dengan menggunakan tipe baterai Lead Acid, pengguna dapat memanfaatkan energi listrik yang tersimpan pada baterai (discharge) saat panel surya tidak mendapatkan sinar matahari. Sebaliknya saat ada matahari, baterai akan diisi (charge) oleh panel surya.

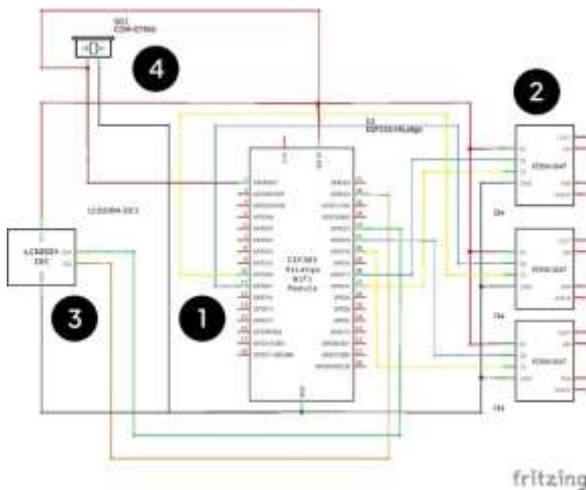
3.4 Perancangan rangkaian Sensor

Perancangan rangkaian sensor dari alat ini yaitu berupa gabungan dari sensor dan mikrocontroller yang akan digunakan agar alat bekerja sesuai dengan keinginan. Sensor yang digunakan pada alat ini yaitu sensor arus listrik PZEM-004T, sensor ini yang akan digunakan untuk mendeteksi dan mengukur arus, tegangan, dan daya listrik ke beban. Sensor arus listrik PZEM-004T ini lah yang akan berfungsi untuk memonitoring dan mendeteksi peringatan dini pada arus maksimum pada energi listrik yang selanjutnya dapat dikontrol dengan menggunakan smartphone melalui media Telegram dan buzzer.

Perancangan rangkaian dan skematik sensor dapat dilihat pada gambar 7 dan gambar 8 berikut ini :



Gambar 7 Perancangan rangkaian Sensor



Gambar 8 Perancangan Skematik Sensor

Keterangan :

- [1] ESP 32
- [2] Sensor PZEM-004T
- [3] Lcd (Liquid Crystal Display)
- [4] Buzzer

Pada nomor satu adalah ESP32, ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif Sistem dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266, mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan Bluetooth dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things, Pada nomor dua adalah sensor PZEM-004T yaitu sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur : Voltage / Tegangan, Arus, Daya, Frekuensi, Energi dan Power Faktor. Fungsi utama dari sensor PZEM-004T ialah media komunikasi bagi dua perangkat elektronik yang memuat sensor sebagai komponennya. Untuk bisa terkoneksi antara sensor

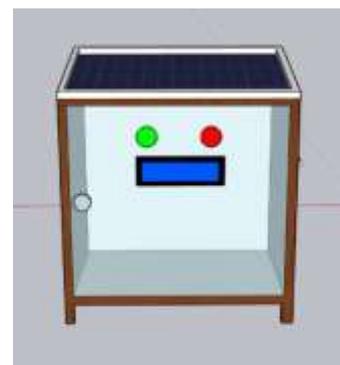
PZEM-004T dengan ESP32 yaitu menyambungkan pin pin yang terdapat pada komponen masing masing.

Pin pada PZEM-004T 1 terdapat pin RX PZEM-004T terhubung pada pin ESP32 GPIO 17, pin TX PZEM-004T terhubung pada pin ESP32 GPIO 16 , Pin pada PZEM-004T 2 terdapat pin RX PZEM-004T terhubung pada pin ESP32 GPIO 27, pin TX PZEM-004T terhubung pada pin ESP32 GPIO 26, Pin pada PZEM-004T 3 terdapat pin RX PZEM-004T terhubung pada pin ESP32 GPIO 19, pin TX PZEM-004T terhubung pada pin ESP32 GPIO 18. Pada nomor 3 LCD atau (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Fungsi utama dari LCD atau (Liquid Crystal Display) sebagai media komunikasi yang terhubung pada ESP 32 untuk menampilkan hasil perintah Dari ESP 32 dengan menyambungkan pin SDA LCD terhubung pada pin GPIO 21 ESP 32, dan pin SCL LCD terhubung pada pin GPIO 22 ESP 32.

3.5 Desain Sistem Peringatan Dini Pada Arus Maksimum Pada Rumah

Desain prototipe sistem peringatan dini pada arus maksimum merupakan desain dari keseluruhan komponen serta sudah berbentuk prototipe dan bisa disimulasikan. desain ini mencakup keseluruhan komponen serta rangka dan merupakan bentuk dari sistem eringatan dini pada arus maksimum pada rumah ini.

Untuk gambar dari desain Prototype Sistem Peringatan dini pada Arus Maksimum Pada Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan suplai backup sistem kendali pembangkit listrik tenaga surya dapat di lihat seperti pada gambar 10 dan gambar 11 berikut :



Gambar 10 Tampak Depan Monitoring Sistem peringatan Dini pada Arus



Gambar 11 Tampak Samping Monitoring Sistem peringatan Dini pada Arus Maksimum

3.1 Perancangan Perangkat Lunak

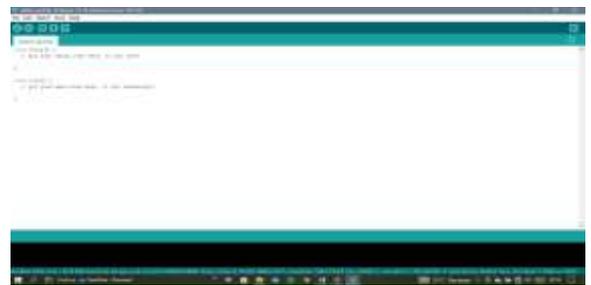
Perancangan perangkat lunak atau biasa disebut perancangan software yaitu perancangan yang dilakukan pada pembuatan program yang ada pada monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum. Pembuatan program dilakukan menggunakan arduino IDE, penggunaan arduino IDE dikarenakan arduino IDE dapat memprogram mikrokontroler NodeMCU ESP32 sesuai dengan keinginan. selain fungsinya untuk memogram, arduino IDE juga memiliki text editor yang dapat digunakan pada saat program ingin diubah pada bagian tertentu.

Bahasa yang digunakan adalah bahasa pemrograman C, yang mana bahasa ini cukup sederhana dan mudah untuk diterapkan pada sistem kerja pada rancang bangun monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum. Versi arduino IDE yang digunakan pada perancangan ini adalah arduino IDE dengan versi 1.8.15. Terdapat tiga proses dalam pembuatan program pada arduino IDE, yaitu sebagai berikut:

1. Pengeditan (Editor) yaitu fitur yang ada pada arduino IDE yang fungsinya yaitu untuk melakukan pengeditan pada program, pengeditan itu bisa berupa penghapusan program, pengubahan program, dan juga penulisan ulang program.
2. Penyusun (Compiler) yaitu sebuah fitur yang berfungsi untuk memeriksa sebuah program yang telah dibuat. Pengecekan ini bertujuan agar pembuat program tersebut mengetahui bahwa program yang dibuat sudah sesuai atau belum, sehingga tidak terjadi kesalahan pada saat program dimasukkan ke dalam mikrokontroler.
3. Pengunggahan (Uploader) yaitu proses yang dilakukan pada saat program telah selesai dibuat dan tidak ada kesalahan pada penulisan program tersebut. Proses uploader merupakan

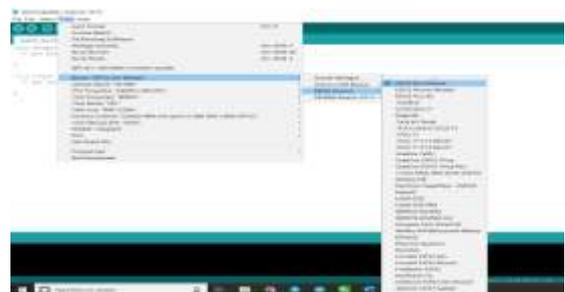
proses untuk memasukan program kedalam mikrokontroler sehingga dapat berjalan. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan untuk menuliskan perintah-perintah pada arduino IDE adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan ESP32 pada komputer atau laptop menggunakan kabel USB, saat ESP32 sudah terhubung dengan komputer maka led yang ada pada ESP32 akan berkedip dan komputer akan mengeluarkan suara yang menandakan ada perangkat baru yang telah terhubung. Jika hal itu sudah terjadi maka perangkat ESP 32 dan komputer sudah terhubung.
2. Install software untuk pemrograman ESP32 yaitu Arduino IDE. Setelah selesai diinstall buka aplikasi tersebut, maka akan muncul tampilan awal dari aplikasi ini adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar 12 berikut:



Gambar 12 Tampilan Awal Arduino IDE

3. Tahap ketiga adalah memilih board yang sesuai dengan mikrokontroler yang akan digunakan pada pemrograman, karena pada perancangan alat ini board yang digunakan adalah ESP32 maka pilih board pada ESP32 caranya adalah dengan menekan menu "Tools" pada toolbar kemudian pilih "Board" selanjutnya pilih "ESP32" atau agar lebih jelas maka dapat dilihat pada gambar 13 berikut:



Gambar 13 Memilih Board pada Arduino IDE

- Setelah proses pemilihan board selesai, maka tahap selanjutnya adalah dengan menuliskan program yang sesuai dengan cara kerja alat yang akan dibuat, penulisan program pada box sterilisasi dapat dilihat pada gambar 14 berikut ini:



Gambar 14 Penulisan Program pada Arduino IDE

- Setelah pembuatan program selesai, tahap selanjutnya adalah dengan mengunggah program yang telah dibuat ke mikrokontroler ESP32. Setelah selesai di unggah maka mikrokontroler ESP32 dapat digunakan sesuai dengan program yang telah dibuat.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Hasil Sumber Tegangan Pengisian Baterai oleh Panel Surya

Pengujian ini dilakukan terhadap sumber tegangan dan arus yang dihasilkan untuk mengisi baterai. Berdasarkan pengukuran multimeter, percobaan dilakukan selama 3 hari, dengan 10 kali pengukuran setiap harinya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja panel surya 10 WP untuk mengisi baterai jenis VLRA.

Di bawah ini adalah tabel hasil pengukuran arus dan tegangan yang dilakukan pada panel surya dan dilakukan pada cuaca cerah hari pertama pada saat pengukuran. dilihat Tabel 2 di bawah.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Hari Pertama

Waktu (WIB)	Sel Surya 10 Wp		
	(V)	(A)	(W)
08.00	17,6	0,35	6,16
09.00	17,8	0,38	6,76
10.00	18,1	0,41	7,42
11.00	18,3	0,46	8,60

11.30	18,5	0,46	8,68
12.00	18,8	0,48	9,02
12.30	18,9	0,46	9,30
13.00	18,3	0,45	8,33
14.00	17,8	0,43	7,65
15.00	17,4	0,42	7,30

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada panel surya menghasilkan daya maksimum sebesar 9,30 watt pada jam 12.30, dan mengalami penurunan daya yang dihasilkan oleh panel surya pada jam 15.00 sebesar 7,30 watt.

Berikut adalah hasil dari pengukuran arus dan tegangan pada panel surya yang dilakukan pada hari ke dua dengan kondisi cuaca pada saat pagi hari cerah berawan dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 2 Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Hari ke Dua

Waktu (WIB)	Sel Surya 10 Wp		
	(V)	(A)	(W)
08.00	18,8	0,35	6,58
09.00	19,1	0,37	7,06
10.00	19,2	0,54	10,36
11.00	19,3	0,60	11,58
11.30	19,10	0,65	12,41
12.00	20,14	0,68	13,69
12,30	20,8	0,63	13,10
13.00	20,0	0,64	12,10
14.00	19,5	0,61	11,89
15.00	18,4	0,59	10,85

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada panel surya menghasilkan daya maksimum sebesar 13,69 watt pada jam 12.00, dan mengalami penurunan daya yang dihasilkan oleh panel surya pada jam 14.00 sebesar 11,89 watt dan berlanjut pada jam 15.00 menjadi 10,85 watt

Berikut adalah hasil dari pengukuran arus dan tegangan pada panel surya yang dilakukan pada hari ke tiga dengan kondisi cuaca cerah pada saat pengukuran dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 3 Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Panel Surya ke Tiga

Waktu (WIB)	Sel Surya 10 Wp		
	(V)	(A)	(W)
08.00	18,3	0,46	8,87
09.00	18,7	0,49	9,65
10.00	18,5	0,51	9,94
11.00	20,1	0,58	11,65
11,30	20,10	0,59	11,85

12.00	20,15	0,60	12,49
12.30	20,11	0,63	12,06
13.00	19,11	0,53	10,81
14.00	19,7	0,51	10,04
15.00	19,6	0,41	8,36

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada hari ke tiga panel surya yang mengalami penurunan daya yang dihasilkan pada jam 12:00 sebesar 12,70 watt disebabkan oleh faktor cuaca yang berawan, tetapi pada jam 13:00 mengalami peningkatan kembali menjadi 10,81 watt. Pada hari ketiga menghasilkan daya maksimum sebesar 11,65 watt pada jam 11:00, dan mengalami penurunan kembali daya yang dihasilkan oleh panel surya pada jam 14:00 menjadi sebesar 10,04 watt dan berlanjut sampai pada jam 15:00 menjadi 8,36 watt.

Dari hasil pengukuran daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya selama tiga hari dapat dilihat melalui sebuah grafik, berikut ini adalah grafik hasil pengukuran yang dilakukan selama tiga hari yang ditunjukkan pada gambar 15 berikut ini :



Gambar 15 Grafik Hasil Pengukuran Daya Panel Surya Selama 3 Hari

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan multimeter yang dimana dilakukan percobaan selama 3 (tiga) hari, dengan perharinya dilakukan pengukuran sebanyak 10 (sepuluh) kali pengukuran ini menghasilkan tegangan rata-rata maksimum sebesar 11,89 watt yang mana daya tersebut disimpan pada baterai yang berkapasitas 8 Ah 12 VDC.

4.2 Pengujian dan Analisis Kinerja Sensor PZEM-004T Pada Sistem

Pengujian dan analisis ini untuk mengetahui proses sensor PZEM-004T dapat terbaca dengan baik menggunakan ESP32 melalui komunikasi UART pada

saat sistem beroperasi dengan, pemasak nasi, kipas angin, setrika.

a. Pengukuran dengan beban pemasak nasi 300 W Berikut merupakan data pembacaan tegangan AC, arus AC, Daya pada modul PZEM-004T dengan pemasak nasi 300 watt kemudian dilakukan pengukuran daya menggunakan persamaan 2.10 diambil dengan 5 kali pengukuran data seperti tabel 5 di bawah ini :

$$P = V \times I$$

Tabel 4 Hasil Pembacaan Tegangan AC, Arus AC, dan Daya dengan beban Pemasak Nasi 300 Watt

Ke	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Terukur (Watt)
1	203 V	1,26 A	255 W
2	204 V	1,45 A	295 W
3	206 V	1,29 A	265 W
4	208 V	1,30 A	270 W
5	210 V	1,32 A	277 W
6	210 V	1,31 A	275 W
7	212 V	1,28 A	271 W
8	213 V	1,27 A	270 W
9	215 V	1,25 A	268 W
10	216 V	1,23 A	265 W

Dari hasil pengujian alat pemasak nasi 300 Watt diperoleh data tegangan, arus, daya, bahwa hasil data tersebut mengalami kenaikan dan penurunan mengikuti tegangan masukan yang disalurkan ke stop kontak dan hasil tersebut sesuai dengan hasil nilai tegangan dari PLN ± 220V. karena alat pemasak nasi saat bekerja dan tombol ON di hidupkan maka menghasilkan suhu dari elemen pemanas (heater), dan menghasilkan nilai tegangan, arus, dan daya yang tinggi yang terdeteksi oleh sensor PZEM-004T, bila suhu pemanas nasi sudah tinggi maka pengendali temperatur akan memutuskan aliran listrik pemanas menjadi OFF dan nilai tegangan, arus, dan daya menjadi turun.

a. Pengukuran dengan beban kipas angin 40 Watt Berikut merupakan data pembacaan tegangan AC, Arus AC, dan Daya pada modul PZEM-004T dengan beban kipas angina 40 Watt kemudian dilakukan pengukuran daya menggunakan persamaan 2.10 diambil dengan 5 data seperti tabel 6 di bawah ini :

$$P = V \times I$$

Tabel 5 Hasil Pembacaan Tegangan AC, Arus AC, dan Daya dengan beban kipas angin 40 Watt

Ke	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Terukur (Watt)
1	206 V	0,24 A	49 W
2	207 V	0,24 A	49 W
3	203 V	0,23 A	46 W
4	210 V	0,24 A	50 W
5	216 V	0,25 A	54 W
6	218 V	0,23 A	50 W
7	213 V	0,23 A	48 W
8	211 V	0,25 A	52 W
9	214 V	0,26 A	55 W
10	208 V	0,25 A	52 W

Dari hasil pengujian alat kipas angin 40 Watt diperoleh data tegangan, arus, daya, bahwa hasil data tersebut mengalami kenaikan dan penurunan mengikuti tegangan masukan yang disalurkan ke stop kontak dan hasil tersebut sesuai dengan hasil nilai tegangan dari PLN \pm 220V. karena alat kipas angin saat bekerja di gerakan oleh motor listrik dan mengubah energi listrik menjadi energi gerak, saat kipas angin menyala dan berputar akan menghasilkan nilai tegangan, arus, dan daya yang terdeteksi oleh sensor PZEM-004T semakin tinggi putaran dari kipas angin maka nilai tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan akan naik, dan jika putaran kipas di turun nilai tegangan, arus, dan daya yang terbaca oleh sensor akan menurun juga

b. Pengukuran dengan beban setrika 200 Watt Berikut merupakan data pembacaan tegangan AC, Arus AC, dan Daya pada modul PZEM-004T dengan beban setrika 200 Watt kemudian dilakukan pengukuran daya menggunakan persamaan 2.10 diambil dengan 3 data seperti tabel 7 di bawah ini:

$$P = V \times I$$

Tabel 6 Hasil Pembacaan Tegangan AC, Arus AC, dan Daya dengan beban Setrika 200 Watt

Ke	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Terukur (Watt)
1	206 V	1,47 A	302 W
2	204 V	1,45 A	295 W
3	203 V	1,45 A	294 W
4	214 V	1,52 A	325 W
5	217 V	1,06 A	230 W
6	215 V	1,08 A	232 W
7	218 V	0,03 A	6,54 W
8	211 V	0,03 A	6,33 W

9	219 V	1,52 A	332 W
10	218 V	1,45 A	316 W

Dari hasil pengujian alat setrika 200 Watt diperoleh data tegangan, arus, daya, bahwa hasil data tersebut mengalami kenaikan dan penurunan mengikuti tegangan masukan yang disalurkan ke stop kontak dan hasil tersebut sesuai dengan hasil nilai tegangan dari PLN \pm 220V. karena alat setrika saat bekerja dan terhubung ke sumber tegangan listrik, maka arus listrik yang mengalir ini, elemen panas membangkitkan panas, panas yang dibangkitkan akan terus meningkatkan bila arus listrik terus mengalir, maka dari alat setrika dilengkapi pengatur suhu untuk memutus arus otomatis bila terjadi suhu panas yang maksimal dan bila arus sudah terputus otomatis maka nilai arus listrik yang mengalir pada setrika akan menurun sampai 0,03 ampere seperti hasil nilai tabel 7 di atas.

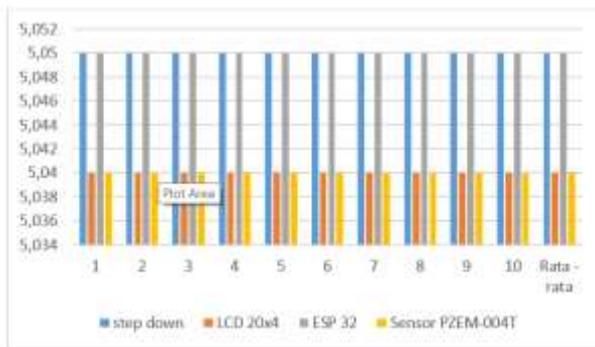
4.3 Hasil Pengujian dan Analisa Pada Sistem Peringatan Dini Pada Arus Maksimum

Dibawah ini terdapat hasil dan Analisa terhadap tegangan pada komponen utama yang digunakan pada prototipe sistem monitoring proteksi arus maksimum. Hasil pengujian dan Analisa rancang bangun sistem peringatan dini pada arus maksimum dapat dilihat pada tabel 4.11 di bawah ini:

Tabel 7 Hasil Pengujian Tegangan Mikrikontroller

Hasil pengukuran Ke-	Perangkat			
	Modul Step Down(VDC)	LCD 20x4	(ESP32)	Modul PZEM-004T
1	5,05	5,04	5,05	5,04
2	5,05	5,04	5,05	5,04
3	5,05	5,04	5,05	5,04
4	5,05	5,04	5,05	5,04
5	5,05	5,04	5,05	5,04
6	5,05	5,04	5,05	5,04
7	5,05	5,04	5,05	5,04
8	5,05	5,04	5,05	5,04
9	5,05	5,04	5,05	5,04
10	5,05	5,04	5,05	5,04
Rata - rata	5,05	5,04	5,05	5,04

Hasil pengukuran pada tabel dapat dilihat melalui grafik pada gambar 16 di bawah ini :



Gambar 16 Grafik Hasil Pengujian Mikrokontroler

Dari data hasil pengukuran pada tabel bahwa data tersebut dapat dianalisis hasil pengukuran pada modul step down hasil tegangan rata-rata yang didapat yaitu sebesar 5,05 VDC yang stabil maka dengan nilai tegangan tersebut maka menunjukkan bahwa modul step down yang digunakan bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya. Untuk selanjutnya adalah pengukuran pada modul LCD 20x4, nilai tegangan yang diukur menunjukkan nilai rata-rata sebesar 5,04 VDC yang mana tegangan tersebut mampu menghidupkan LCD 20x4 yang terpasang dengan baik menggunakan tegangan 5,04 VDC. Selanjutnya adalah pengukuran pada NodeMCU (ESP32), nilai tegangan yang diukur menunjukkan nilai rata-rata sebesar 5,05 VDC yang mana tegangan tersebut mampu menghidupkan perangkat yang terpasang dengan baik menggunakan tegangan 5,05 VDC. Selanjutnya adalah pengukuran pada modul PZEM-004T, nilai tegangan yang diukur menunjukkan nilai rata-rata sebesar 5,04 VDC yang mana tegangan tersebut mampu menghidupkan sensor PZEM-004T yang terpasang dengan baik menggunakan tegangan 5,04 VDC.

4.4 Pengujian Monitoring Sistem Peringatan Dini Pada Arus Maksimum Pada Telegram

Pengujian ini dilakukan berdasarkan sistem kerja monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum menggunakan sistem Internet of Things (IoT), alat ini bekerja ketika terjadi arus maksimum pada instalasi listrik, dan alat ini dapat memonitoring dan memberikan notifikasi pada handphone via telegram, dengan menggunakan komponen mikrokontroler seperti stepdown, esp32, LCD 20x4, sensor pzem 004t yang mendapatkan sumber tegangan dari power supply yang di konversi menjadi 5vdc dan Ketika alat dihidupkan tegangan akan mengalir menuju ESP32 yang kemudian ESP32 akan dihubungkan dengan internet yang bersumber dari

WiFi smartphone dan buzzer yang telah terkoneksi dengan aplikasi Telegram.

Monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum menggunakan telegram dapat dilihat pada gambar 17 dibawah ini



Gambar 17 Tampilan Monitoring Sistem Peringatan Dini Arus Maksimum Pada Rumah Via Telegram .

Kemudian ketika alat monitoring sistem peringatan dini pada arus maksimum sedang berjalan dengan sesuai fungsinya, alat ini akan mendeteksi arus maksimum dari tiga MCB yang terpasang yang terhubung dengan sensor PZEM -004T, dan sensor PZEM-004T akan memberikan perintah pada esp 32 yang sudah terhubung pada internet atau wifi yang akan memberikan perintah pada buzzer untuk memperingati terjadinya arus maksimum pada sistem peringatan dini pada arus maksimum pada rumah berbasis Internet of Things IoT, saat alat bekerja akan memonitoring arus, dan jika arus bernilai 1,90 ampere akan bunyi buzzer sebagai peringatan bahwa arus tersebut sudah mendekati arus maksimum sebesar 2 ampere pada instalasi listrik yang tersambung beban listrik, dan memberikan notifikasi pada handphone via telegram untuk memberi tahu pada pengguna listrik seperti contoh gambar diatas pada 4.3 Kemudian LCD yang akan menampilkan hasil pengukuran dari sensor pada tegangan, arus, dan daya.

4.5 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan berdasarkan simulasi pada sistem kerja alat secara keseluruhan. Pengujian dimulai dari meletakkan alat di dalam ruangan yang tersambung dengan instalasi listrik, dan alat ini menggunakan tiga sensor pzem-004t yang terhubung pada tiga MCB yang terpasang beban listrik untuk mendeteksi arus maksimum pada instalasi listrik satu fasa, dan alat ini menggunakan sistem backup PLTS untuk membackup komponen mikrokontroler agar bias tetap berjalan dan mendeteksi arus maksimum bila terjadi pada listrik PLN. Sumber utama alat ini

menggunakan sumber utama PLN yang tersambung oleh catu daya kemudian di konversikan 12vdc oleh catu daya untuk mendistribusikan ke step down dan di konversi lagi oleh stepdown menjadi 5 vdc untuk mendistribusikan tegangan pada esp 32, sensor PZEM-004T, LCD ,dan buzzer ketika tegangan di hidupkan maka tegangan akan mengalir pada esp 32 kemudian akan terhubung dengan internet yang tersambung oleh wifi smartphome yang telah terkoneksi dengan aplikasi telegram dan buzzer setelah terkoneksi, maka layer LCD akan menampilkan hasil nilai tegangan, arus, dan daya dari pembacaan sensor PZEM-004T. selanjutnya Ketika terjadi arus maksimum dari tiga mcb tersebut secara otomatis maka sistem IoT akan memberi perintah secara otomatis pada komponen mikrokontroler dari sensor PZEM-004T yang mendeteksi MCB, dan sensor pzem 004t akan memberikan perintah pada esp 32 yang sudah terhubung pada internet dan wifi yang akan memberikan notifikasi pada telegram dan buzzer akan bunyi untuk memberikan peringatan bahwa ada mcb yang melebihi nilai arus maksimum pada mcb.



Gambar 18 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada alat yang telah diuji pada bab IV maka didapatkan kesimpulan dari data-data yang telah diambil sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya adalah sebesar 11,65 Wp. Yang mana daya tersebut akan disimpan pada baterai yang berkapasitas 8 Ah 12 VDC, yang kemudian energi yang tersimpan pada baterai tersebut akan untuk menghidupkan komponen-komponen yang terdapat pada rancang bangun sistem peringatan dini pada arus maksimum pada rumah saat sumber listrik utama (PLN) mengalami gangguan yang mengakibatkan pemadaman listrik.
2. Untuk tegangan pada komponen yang mendapatkan supply dari baterai pada alat

sistem peringatan dini pada arus maksimum sudah mendapatkan tegangan yang cukup sesuai dengan tegangan kerja pada datasheet yaitu 5 VDC pada komponen ESP 32 sehingga dapat berfungsi dengan baik.

3. Pada sistem monitoring didapat besaran persentase nilai selisih atau eror yang didapat dari perbandingan dengan alat ukur standar dan sensor meliputi:
 1. Selisih Tegangan Rata - Rata sebesar 1,2 %,
 2. Selisih Arus Rata - Rata Sebesar 14 %,
 3. Selisih Daya Rata - Rata Sebesar 5,04 %
4. Nilai tersebut masih tergolong baik karena nilai error masih dibawah 0,5 % sesuai dengan datasheet.
5. pada sistem peringatan dini pada arus maksimum pada rumah berbasis Internet of Things (IoT), saat alat bekerja akan memonitoring arus listrik dan jika arus bernilai 1,90 ampere akan bunyi buzzer sebagai peringatan bahwa arus tersebut sudah mendekati arus maksimum sebesar 2 ampere pada instalasi listrik yang tersambung beban listrik, dan memberikan notifikasi pada handphone via telegram untuk memberi tahu pada pengguna listrik Kemudian LCD yang akan menampilkan hasil pengukuran dari sensor pada tegangan, arus, dan daya.

DARTAR PUSTAKA

- [1]Frandhiyawan, Verdiano, Istiyo Winarno, and DaengRahmatullah. "RANCANG BANGUN RELE ARUS LEBIH BERBASIS MONITORING INTERNET OF THINGS (IOT) DAN ARDUINO SEBAGAI PROTEKSI ELEKTRONIK 1 FASA." *Prosiding SNST Fakultas Teknik* 1.1 (2019).
- [2] Mario, Mario, Boni Pahlanop Lapanoro, and Muliadi Muliadi. "Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P." *Prisma Fisika* 6.1 (2018): 26-33.
- [3] Frandhiyawan, Verdiano, Istiyo Winarno, and Daeng Rahmatullah. "Rancang Bangun Rele Arus Lebih Berbasis Monitoring sistem (Iot) dan Arduino Sebagai Proteksi Elektronik 1 Fasa." *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi*. Vol. 1. No. 1. 2019.
- [4] Precup, Radu Emil., Tariq Kamal., dan Syed ZulqadarHassan. (2019). *Solar Photovoltaic Power Plants*, Singapur:Springer.

- [5] Azis, Abdul, and Irine Katika Febrianti. "Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang." *Jurnal Ampere* 4.2 (2019): 332-344.
- [6] Nelly. S, Teauku. R, Shafira. R, "Teknologi Photovoltaic", Yayasan Puga Aceh Riset, Jalan Medan-Banda Aceh Buketrata 24301, Juli 2019.
- [7] Precup. Radu Emil, Tariq. Kamal dan Syed. Zulqadar. Hassan, "Solar Photovoltaic Power Plants", Singapur : Springer, 2019.
- [8] Notosudjono. Didik dan Fikri. Adzikri, "Teknologi Energi Terbaru", Bogor : Unpak Press, 2018.
- [9] Faiz. A, Dimas. A. A, dan Soedibjo, "Desain Sistem Monitoring State Of Charge Baterai Pada Charging Station Mobil Listrik Berbasis Fuzzy Logic Dengan Mempertimbangkan Temperatur, Institut Teknologi Sepuluh November, Vol.5, No.2, 2016.
- [10] Janaloka. ".,*Tipe baterai untuk panel surya*", WEB Janaloka.com, 2017.
- [11] Zainal. Rahmawan, "Estimasi State Of Charge (SOC) Pada Baterai Lead-Acid Dengan Menggunakan Metode Coulomb Counting pada PV Hybrid", Institut Sepuluh Noperber, Surabaya, 2018.
- [12] Safrizal, "Rancangan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Pada Gedung Fakultas Dan Teknologi Unisnu Jepara", Fakultas Sains dan Teknologi, Unisnu Jepara, Jurnal DISPROTEK, Volume 8 Nomer 2 Juni 2017.
- [13] Sumber : <https://www.electricisart-bogipower.com/2017/01/mengenalaki-yang-cocok-untuk-kendaraan.html> (Diakses pada tanggal 26 Desember 2022 pada pukul 13:46)
- [14] Bakhtiar. B dan Tadjuddin, "Pemilihan Solar Charge Controller (SCC) Pembangkit Listrik Tenaga Surya", Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M) 78-602-60766-9-4, 2020. <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/view/2404/2116>
- [15] "ESP32" <https://esp32.net/> (Di Akses pada April 2023).
- [16] Wiranto dan Ade Kurniawan, "Sejarah, Cara Kerja Dan Manfaat *Internet of Things*" Program Studi Teknik Informatika, Universitas Universal, 2018.
- [17] Notosudjono, Didik., et al. "Solar Power Plant Tracker Upgrade and MPPT Control with *Internet of Things*". 2019.
- [18] Setiadi, David, and Muhamad Nurdin Abdul Muhaemin. "Penerapan *Internet of Things* (IoT) pada sistem monitoring irigasi (Smart Irigasi)." *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika* 3.2 (2018): 95-102.
- [19] Tekno bandit, "Tips Memilih Power Supply Unit (PSU)", 2015.
- [20] Abidin, Zaenal. "Analisis Drop Tegangan Jtm 20 Kv Pada Feederpti-7 Pt. Pln (Persero) Rayon Juwana" Semarang: Fakultas Teknologi Industri UNISSULA.2017.
- [21] Meilinaeka. "Pengertian Power Supply dan Fungsinya bagi Kehidupan Sehari-hari" , Bandung, 2023.
- [23] "prinsip kerja power supply"<https://tangkasanugerah.com/news/view/prinsip-kerja-dc-power-supply>
- [24] Salwin. Anwar, DKK, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T", Politeknik Negeri Padang, Vol.3 No.1, 2019.
- [25] T. D. Atmoko, "Rancang Bangun Automatic Battery Float Charger Circuit", Universitas Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, 2018.
- [26] Agung. T. R, "Perancangan Automatic Transfer Switach Berbasis Zelio (Aplikasi Pada PLTS Pematang Johar)", Univeristas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, 2020.
- [27] D. Kurnia. 2023. Arduino LCD. [Online]. Available: <https://adoc.pub/arduino-lcd-bentuk-lcd.>, Diakses pada tanggal 16 Mei 2023. Pada pukul 01:05 WIB.
- [28] Susanto, Eko. "Automatic transfer switch (suatu tinjauan)." *Jurnal Teknik Elektro* 5.1 (2013).
- [29] Precup, Radu Emil., Tariq Kamal., dan Syed Zulqadar Hassan. (2019). *Solar Photovoltaic Power Plants*, Singapur:Springer.
- [30] D. Kurnia. 2023. Arduino LCD. [Online]. Available: <https://adoc.pub/arduino-lcd-bentuk-lcd.>, Diakses pada tanggal 16 Mei 2023. Pada pukul 01:05 WIB.

- [31] Mukhamad. Khumaidi. U, “Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya”, Politeknik Harapan Bersama, Jurnal Power Elektronik, Vol.9, No.2, 2020.
- [32] Sumber : <https://www.voz.co.id/product/voz-deep-cycle-12v-9-ah-g2yd4mrygA> (Diakses pada tanggal 9 Februari 2023 pada pukul 22:20)
- [33] Fauzan Azim, “Integrasi Data Sensor PZEM 004T Pada Gardu Distribusi 3 Phase Berbasis Sistem informasi Web Server PLN dan Aplikasi Android”, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2021.
- [34] Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi, “Energi Panduan Pengelolaan Lingkungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)”, Esdm, 2020.
- [35] M.G. Imaduddin, “Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Gride Dengan Kapasitas 30 KWp Di Taman Wisata Angke Kapuk”, Sekolah Tinggi Teknik-PLN, 2017.
- [36] N. A. Yusuf, “Analisis Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di PT. Pertamina (Persero) Unit Pengolahan IV Cilacap”, Institut Teknologi Sepuluh November, pp. 8-04, 2016.
- https://repository.its.ac.id/76304/1/2414105009-Undergraduate_Thesis.pdf
- [37] N. A. Yusuf, “Analisis Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di PT. Pertamina (Persero) Unit Pengolahan IV Cilacap”, Institut Teknologi Sepuluh November, pp. 8-04, 2016.
- https://repository.its.ac.id/76304/1/2414105009-Undergraduate_Thesis.pdf
- [38] Nugraha. Angga, “Analisis Perbandingan Efisiensi dan Karakteristik Solar Charger Controller (SCC) Tipe PWM dan MPPT”, Institut Teknologi PLN, 2020.
- [39] Mukhamad. Khumaidi. U, “Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya”, Politeknik Harapan Bersama, Jurnal Power Elektronik, Vol.9, No.2, 2020.
- [40] M. Fahmi. H, “Perancangan Rooftop Off Grid Solar Panel Pada Rumah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik”, Politeknik Negeri Malang, Vol. 8, No.1, 2017.
- [41] Fauzan Azim, “Integrasi Data Sensor PZEM 004T Pada Gardu Distribusi 3 Phase Berbasis Sistem informasi Web Server PLN dan Aplikasi Android”, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2021.
- <Http://Digilib.Unila.Ac.Id/61946/3/3.%20skripsi%20full%20tanpa%20bab%20pembahasan%20-%20fauzan%20azim.Pdf>
- [42]] Sapriyanto, Nurullah Yuli, "Sistem Kontrol dan Monitoring Daya Listrik Rumah Berbasis *Internet of Things*", Universitas Dinamika Surabaya 2022, <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/5312/1/14410200060-2020-universitasdinamika.pdf>
- [43] W. Z. Riyadi, Pengujian MCB Berdasarkan Standar IEC 947-2, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.
- [44] Nursalim, Nursalim, et al. "RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING ARUS DAN TEGANGAN LEBIH BERBASIS TELEGRAM." *Jurnal Media Elektro* (2022): 189-196.
- [45] Solmetric Corporation, “Guide to interpreting I-V curve measurements of PV arrays,” Appl. Note PVA-600-1, 2011.
- [46] Nelly. S, Teauku. R, Shafira. R, “Teknologi Photovoltaic”, Yayasan Puga Aceh Riset, Jalan Medan-Banda Aceh Buketrata 24301, Juli 2019.
- [47] Sandi SB, “Pengenalan penyearah gelombang “ Elektronika spot, 2014
- [48] Purba, Reza Firmansyah, and Indra Roza. "Rancang Bangun Sistem Handsanitizer Dan Handwash Otomatis Menggunakan Sensor Proximity Berbasis Arduino Guna Mencegah Penularan Virus Corona." *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro 4.2* (2022): 84-89.

BIODATA PENULIS

¹⁾ Ihsanuddin, S.T. Alumni (2024) Program Studi Teknik Elektro - Fakultas Teknik - Universitas Pakuan Bogor (Ihsanuddin081@gmail.com)

²⁾ Prof. Dr. Ir. H. Didik Notosudjono, M.Sc., IPU., Asean. Eng. Dosen Pembimbing 1 Program Studi

Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Pakuan
Bogor.

- ³⁾ Agustini Rodiah Machdi, S.T., M.T. Dosen
Pembimbing II Program Studi Elektro – Fakultas
Teknik – Universitas Pakuan Bogor