

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara yang dilalui oleh garis khatulistiwa dan beriklim tropis sehingga potensi energi matahari di Indonesia cukup tinggi. Potensi sumber daya alam Indonesia sangat besar terutama dari potensi energi surya apabila dapat dieksploitasi dengan tepat. Hal itu menjadi sumber energi yang sangat berpotensi untuk dikembangkan. Salah satu contohnya pemanfaatan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik yang sering disebut dan lebih dikenal oleh masyarakat yaitu solar cell. Penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk memanfaatkan potensi energi surya yang tersedia merupakan solusi yang tepat. PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (sel Photovoltaic) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya.

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik. Dan sesuai dengan namanya, maka sistem ini akan dihubungkan dengan jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari melalui Sel Surya yang menghasilkan listrik semaksimal mungkin. Sistem ini juga dianggap ramah lingkungan dan bebas emisi. Sistem PLTS terinterkoneksi juga merupakan sebuah solusi Green Energi bagi masyarakat perkotaan baik perkantoran maupun perumahan yang bertujuan untuk dapat memperkecil tagihan.

Seiring bertambahnya usia bumi, teknologi informasi dan komunikasi pun sudah semakin berkembang. Teknologi informasi dan komunikasi terkini adalah Internet of Things (IoT). Internet of Things merupakan teknologi yang memanfaatkan konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus, adapun kemampuan seperti berbagi data dan kontrol sistem.

Dari pembahasan kedua hal diatas, muncul lah ide pengembangan sistem monitoring PLTS menggunakan konsep IoT dimana variabel-variabel yang dimonitoring itu seperti, tegangan, arus, daya dan energi. Maka monitoring pada PLTS dapat dipantau hanya dengan melihat halaman website, parameter-parameter yang ada pada sistem PLTS dapat dengan mudah dipantau. Selain itu, tidak membuang banyak waktu. Pembacaan pengukuran yang cepat

membuat pengukuran performansi bisa sangat akurat, tampilan yang dihasilkan mudah di analisis karena tampilan berupa data digital. Akhirnya dari penjelasan latar belakang di atas kemudian muncul ide dan inovasi untuk membuat “Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis IoT”.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring energi PLTS berbasis IoT.
2. Bagaimana pemograman pada sistem monitoring energi PLTS.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu :

1. Merancang dan membuat sistem monitoring energi PLTS berbasis IoT.
2. Merancang pemograman mikrokontroler untuk sistem monitoring tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Agar perancangan pembahasan dalam tugas akhir ini tidak terlalu luas dan jauh dari topik yang telah ditentukan maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah STM32 dan Node MCU V3.
2. Tidak membahas sistem konversi sel surya secara mendalam melainkan, berfokus pada sistem monitoring energi PLTS.
3. Sistem menggunakan jaringan internet untuk merealisasikan Internet of Things dan server Thingspeak sebagai media perantara.
4. Aplikasi android yang digunakan adalah Virtuino.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian Untuk mencapai tujuan yang maksimal dari tugas akhir ini, maka dibutuhkan suatu metode atau urutan untuk memperjelas seluruh permasalahan yang akan dikemukakan dalam penelitian tugas akhir ini.

1. Metode Studi Pustaka

Metode studi pustaka adalah suatu metode yang dilakukan dengan membandingkan buku-buku yang berkaitan dengan pokok pembahasan. Faktor penunjang yang penting dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah kebutuhan akan referensi, untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka dibaca buku-buku, jurnal maupun sumber pustaka lain sebagai sumber informasi yang berkaitan dengan pokok pembahasan.

2. Metode Perancangan Alat

Metode perancangan ini adalah suatu metode yang dilakukan dengan cara menggambar sketsa alat. Metode ini juga digunakan dalam menentukan komponen-komponen, sensor, bahan untuk desain serta perencanaan sistem yang digunakan dalam merancang sistem monitoring energi Metode Pembuatan Alat dan Program

Metode ini dilakukan untuk membuat suatu sistem atau alatnya secara nyata sesuai dengan perancangan yang sudah dibuat, baik dengan gambar, sistem yang telah dipersiapkan.

3. Metode Pengujian Alat dan Program

Metode ini dilakukan ketika semua alat selesai dirancang, digunakan untuk menguji kestabilan alat, sehingga bisa diketahui apakah sudah dapat bekerja dengan stabil sesuai yang diinginkan. Barulah diambil kesimpulan dari alat dan sistem yang dibuat.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika pembahasan laporan tugas akhir ini dibagi dalam lima bab. Isi masing-masing bab diuraikan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat, Batasan Masalah, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan Laporan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori dasar peralatan *software* maupun *hardware* yang mendukung pembuatan perangkat yang menyusun alat tersebut.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang langkah-langkah pembuatan perangkat dan program yang akan digunakan serta prinsip kerja dari sistem secara keseluruhan dan perencanaan pembuatan software dan hardware.

BAB IV : HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas pengujian sistem, analisa kerja dari sistem serta permasalahan-permasalahan yang timbul dalam pengujian dan penyelesaiannya.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan secara keseluruhan dari benda kerja serta buku laporan.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pendahuluan

Perancangan sistem monitoring energi PLTS berbasis internet ini dirancang untuk mendapatkan informasi-informasi yang berhubungan dengan pengukuran energi listrik antara lain Tegangan, Arus, dan Daya secara real time yang dapat diakses dari Jaringan Internet kapan saja. Pengukuran biasanya dilakukan dengan menggunakan alat ukur sederhana dan pencatatan

masih manual sehingga data yang didapat tidak bisa dilakukan setiap saat dan hasilnya terlalu lama untuk didapatkan. Daya listrik yang terpantau pada halaman web dibandingkan hasil yang terpantau secara langsung menunjukkan bahwa hasil pada halaman web lebih akurat dibandingkan dengan hasil yang dipantau secara langsung atau manual.

Perangkat monitoring berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler STM32, yang dirancang secara terbuka dan mudah untuk diimplementasikan. Perancangan sistem ini juga menggunakan sensor arus, sensor tegangan dan Node MCU. Monitoring energi dipantau melalui aplikasi Android yaitu *Virtuino*. Untuk mengukur arus memanfaatkan sensor arus dan mikrokontroler STM32, difungsikan untuk mengolah semua data dari parameter – parameter yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai energi listrik yang dihasilkan oleh solar cell, serta menampilkannya pada LCD untuk memberikan informasi kepada monitor.

Sistem ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung sehingga informasi yang disajikan dapat langsung diakses pada saat itu juga. Perangkat keras tidak dapat bekerja dengan efektif jika perangkat lunak tidak dirancang dengan benar. Perangkat ini dirancang untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik secara manual dan konvensional. Berdasarkan hal di atas maka dibuatlah perancangan suatu alat untuk memonitoring daya listrik berbasis IoT (internet of thing). Untuk tampilan monitoring di internet menggunakan aplikasi *Virtuino*.

2.2 Komponen-Komponen Pada Sistem

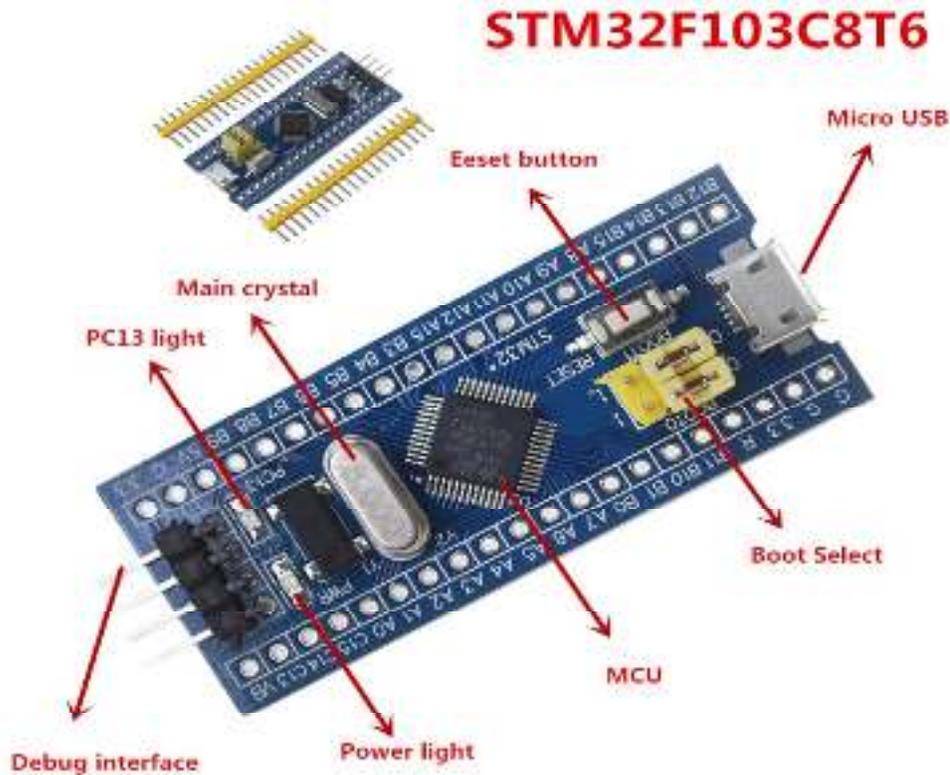
Dalam perancangan sistem monitoring pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), terdapat beberapa komponen pendukung agar sistemnya dapat bekerja dengan baik. Berikut adalah komponen-komponennya.

2.2.1 Mikrokontroler STM32

STM32 Development Board (Blue Phil) adalah sebuah Development Board untuk Mikrokontroler ARM Cortex M3. Untuk bentuk dan ukuran fisiknya, terlihat sangat mirip dengan Arduino Nano. STM32 adalah keluarga dari 32-bit sirkuit terpadu mikrokontroler oleh STMicroelectronics, juga punya clock yang ngebut : 72 MHz. Chip STM32 dikelompokkan ke dalam seri terkait yang berbasis di sekitar inti prosesor ARM 32-bit yang sama, seperti Cortex-M7F ,Cortex-M4F , Cortex-M3 , Cortex-M0 + , atau CortexM0 . Secara internal, setiap

mikrokontroler terdiri dari inti prosesor, memori RAM statis , memori flash, antarmuka debugging, dan berbagai periferal. Microcontroller STM32 dikemas dalam sebuah *development board*. Dari bentuk ukurannya kecil, seukuran Arduino Nano, tetapi kinerjanya lebih unggul dibandingkan Arduino.

STM32 berkinerja tinggi yang beroperasi pada frekuensi hingga 120 MHz. Keluarga ini menggabungkan memori tertanam berkecepatan tinggi (memori Flash hingga 1 Mbyte, hingga 128 Kbytes SRAM sistem), hingga 4 Kbytes SRAM cadangan, dan berbagai pilihan I/O yang disempurnakan dan periferal yang terhubung ke dua bus APB, tiga bus AHB dan matriks bus multi-AHB 32-bit. Perangkat ini juga memiliki fitur adaptif real-time memory pada frekuensi CPU hingga 120 MHz. Performa ini telah divalidasi menggunakan benchmark CoreMark. Semua perangkat menawarkan tiga ADC 12-bit, dua DAC, RTC berdaya rendah, dua belas timer 16-bit serba guna termasuk dua timer PWM untuk kontrol motor, dua timer 32-bit serba guna. Generator acak bilangan asli (RNG). Mereka juga menampilkan antarmuka komunikasi standar dan lanjutan. Periferal canggih baru termasuk SDIO, antarmuka kontrol memori statis fleksibel (FSMC) yang disempurnakan (untuk perangkat yang ditawarkan dalam paket 100 pin dan lebih banyak), dan antarmuka kamera untuk sensor CMOS.

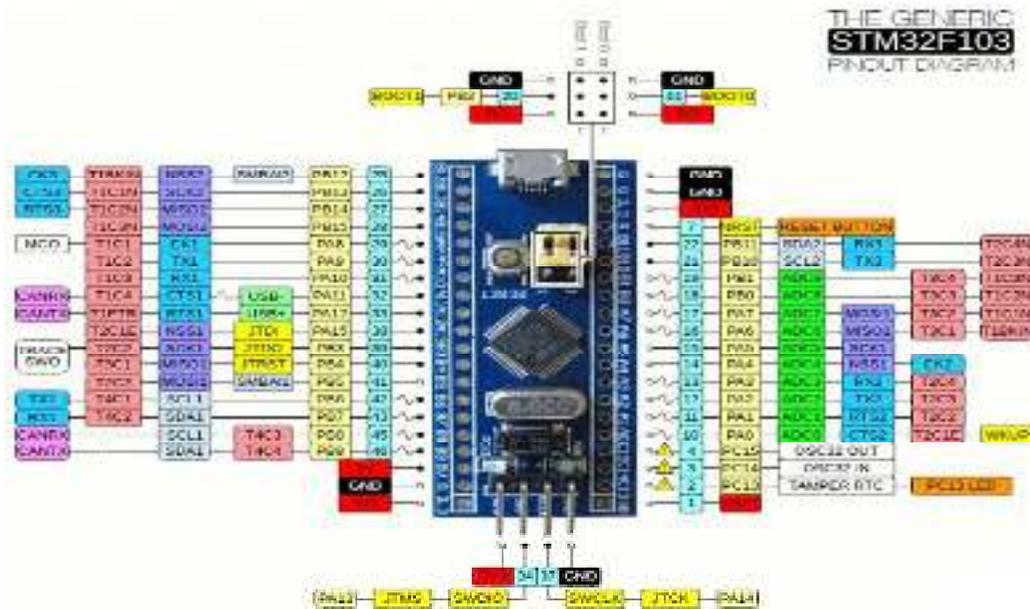


Gambar 2.1. Modul Mikrokontroller STM32.

Board ini cukup murah dibandingkan dengan board Arduino resmi dan juga perangkat kerasnya open source. Mikrokontroler di dalamnya adalah STM32F103C8T6 dari STMicroelectronics. Selain Mikrokontroler, board ini juga menggunakan dua osilator kristal, satu adalah kristal 8MHz, dan yang lain adalah kristal 32 KHz, yang dapat digunakan untuk menggerakkan RTC internal (Real Time Clock). Karena itu, MCU dapat beroperasi dalam mode deep sleep sehingga ideal untuk aplikasi yang dioperasikan dengan baterai. Karena MCU bekerja dengan 3.3V, board juga memiliki IC regulator tegangan 5V hingga 3.3V untuk memberi daya pada MCU. Meskipun MCU beroperasi pada 3.3V, sebagian besar pin GPIO-nya 5V toleran. Pin MCU ditarik keluar dengan rapi dan dihubungkan ke pin header. Ada juga dua LED on-board, satu (warna merah) digunakan untuk indikasi daya / power, dan yang lainnya (warna hijau) terhubung ke pin GPIO PC13. Board ini juga memiliki dua pin header yang dapat digunakan untuk beralih mode boot MCU antara mode pemrograman dan mode operasi.

Berikut adalah spesifikasi Microcontroller ini :

- Arsitektur : 32-bit ARM Cortex M3
- Tegangan Pengoperasian : 2.7V hingga 3.6V
- Frekuensi CPU : 72 MHz
- Jumlah pin GPIO : 37
- Jumlah pin PWM : 12
- Pin input analog : 10 (12-bit)
- Periferal USART : 3
- Perangkat I2C : 2
- Periferal SPI : 2
- CAN 2.0 Periferal : 1
- Timer : 3 (16-bit), 1 (PWM)
- Memori Flash : 64KB
- RAM: 20kB



Gambar 2.2. Konfigurasi Pin Minimum Sistem

2.2.2 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah “platform IoT” yang bersifat “opensource” dan board ini terdiri dari hardware berupa “System On Chip” ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System. Modul ini secara fungsi hampir mirip dengan modul arduino, tetapi yang membedakan adalah board ini dikhususkan untuk “Connected to Internet”.

NodeMCU ini sudah meng-package ESP-8266 kedalam sebuah board yang sudah terintergrasi dengan berbagai macam fitur selayaknya microcontroler dan kapasitas akses terhadap wifi dan juga chip communication yang berbentuk USB to serial. Sehingga pada saat pemrograman hanya dibutuhkan sebuah kabel USB. Fitur – fitur yang dimiliki NodeMCU akan serupa dengan ESP-12 dikarenakan sumber utama dari NodeMCU ialah ESP8266.

Gambar 2.3. NodeMCU ESP8266.



Hingga saat ini, modul NodeMCU mempunyai 3 jenis versi antara lain :

a) NodeMCU 0.9 Version

Versi ini menggunakan yaitu ESP-12 sebagai ESP8266 dan mempunyai memori flash 4 MB sebagai “System on Chip” SoC-nya. Versi ini mempunyai beberapa kelemahan yaitu ukuran modul board terlalu lebar, sehingga jika ingin membuat prototipe dengan modul versi ini pada breadboard, pin-pinnya akan habis digunakan hanya untuk modul ini saja.

b) NodeMCU 1.0 Version

Pada versi ini ESP8266 yang digunakan adalah tipe ESP-12E yang diasumsikan lebih stabil dari tipe ESP-12 dan ukuran boardnya lebih kecil dari versi sebelumnya sehingga lebih cocok digunakan untuk membuat prototipe proyek di breadboard. Pada versi ini juga terdapat pin yang dikhususkan untuk komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface) dan PWM (Pulse Width Modulation) yang pada versi 0.9 tidak tersedia.

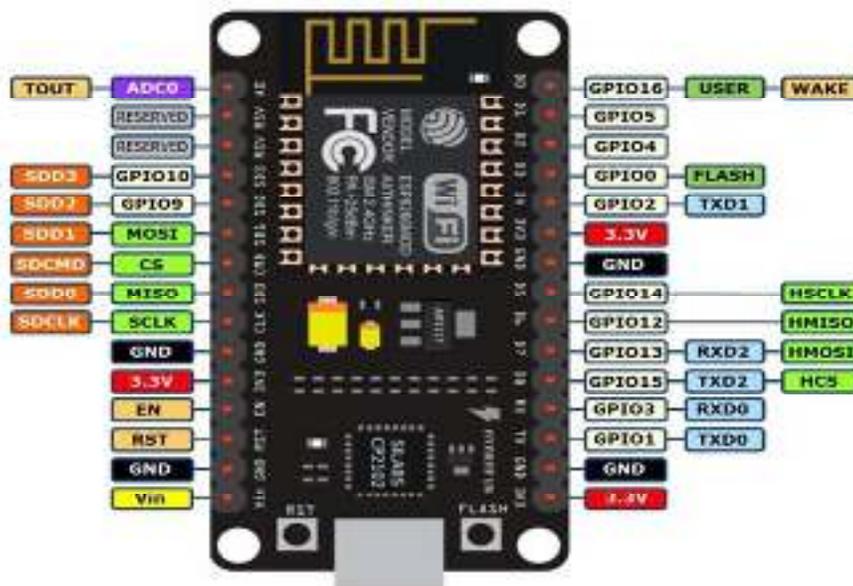
c) NodeMCU 1.0 Version (unofficial board)

Board ini dikatakan unofficial board karena produk ini diproduksi dengan tidak resmi dari Developer Official NodeMCU. Board ini tidak bergitu beda dengan versi 1.0 (official board), hanya saja ditambahkan usb power output.

Spesifikasi 3 jenis versi NodeMCU :

Tabel 2.1. Spesifikasi NodeMCU.

Spesifikasi	Versi NodeMCU		
	Versi 0.9	Versi 1.0 (Official board)	Versi 1.0 (Unofficial board)
Vendor Pembuat	Amica	Amica	LoLin
Tipe ESP8266	ESP12	ESP-12E	ESP-12E
USB port	Micro Usb	Micro Usb	Micro Usb
GPIO Pin	11	13	13
ADC	1 pin (10 bit)	1 pin (10 bit)	1 pin (10 bit)
Usb to Serial Converter	CH340G	CP2102	CH340G
Power Input	5 Vdc	5 Vdc	5 Vdc
Ukuran Module	47 x 31 mm	47 x 24 mm	57 x 30 mm



Gambar 2.4. PinOut NodeMCU ESP8266

2.2.3 Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkain listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian

dan menghemat energi. Sensor merupakan bagian dari transducer yang berfungsi untuk melakukan sensing atau “merasakan dan menangkap” adanya perubahan energy eksternal yang akan masuk ke bagian masukan dari transducer.

Sensor yang digunakan pada perancangan sistem monitoring PLTS ini ada 2 jenis yaitu :

1. Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang digunakan pada alat ini adalah Resistor Variabel. **Resistor Variabel** adalah sebuah komponen yang mempunyai karakteristik seperti resistor namun nilainya tidak tetap dan bisa diubah selama pemakaian. Perubahan nilai dari resistor variabel biasanya dimanfaatkan untuk mengatur sesuatu yang sifatnya tidak tetap dan bergantung dari kondisi penerapan rangkaian. resistor pembagi tegangan dan diberikan pada masukan mikrokontroler. Sensor terdiri dari dua buah resistor seri yang tugasnya membagi tegangan sesuai perbandingan nilai resistor.

Dimana :

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R2}{R1+R2} \right)$$

Keterangan :

V_{in} = Tegangan masukan dari panel surya

V_{out} = Tegangan keluaran dari rangkaian pembagi tegangan

R1 = Resistansi ke-1

R2 = Resistansi ke-2

2. Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan pada perancangan alat monitoring PLTS ini adalah Resistor Shunt. Resistor shunt adalah perangkat atau komponen elektronika yang berfungsi untuk membuat jalur hambatan yang lebih kecil pada suatu aliran arus yang besar di dalam sirkuit elektronika. Komponen ini dibuat dari bahan yang memiliki nilai koefisien resistensi suhu rendah.

Sensor arus beban akan melewati tahanan, sehingga pada tahanan itu ada tegangan jatuh.

Dimana :

$$I = \frac{Vs}{Rs+Rb}$$

Maka Tegangan jatuhnya :

$$V_{RS} = I \cdot R_S$$

$$I_{RS} = \frac{V_S}{R_S}$$

Keterangan :

V_S = Tegangan sumber

R_S = Resistor seri

R_b = Resistor beban

I = Arus

2.2.4 Display LCD

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan Kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat – alat elektronik seperti televisi, Kalkulator atau pun layar komputer. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

1. Terdiri dari 16 kakter dan 2 baris
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat diamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan back light.



Gambar 2.5. Bentuk fisik LCD 2 x 16

DESKRIPSI
Ground
VCC
Pengatur Kontras
PIN
“R/W” Read / Write LCD Registers
“EN “ Enable
Data I/O Pins
VCC
Ground

Tabel 2.2. PIN LCD 2 x 16

Cara kerja LCD Secara Umum adalah pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table diskripsi, interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data hari ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada suatu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur control EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroler mengirimkan data ke LCD. Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0”

dan tunggu beberapa saat (tergantung pada data sheet LCD), dan set EN kembali ke high "1". Ketika jalur RS berada dalam kondisi low "0", data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi high atau "1", data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan di layar. Misal untuk menampilkan huruf "A" pada layar maka RS harus diset ke "1". Jalur control R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi high "1", maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DBO, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirimkan data secara parallel baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk control, 8 pin untuk data), Sedangkan mode 4-bit untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroler dan LCD. Jika bit ini di set ($RS = 1$), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ($RS = 0$), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.

Keuntungan dari LCD ini adalah:

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses internal, internal menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data.

2.2.5 Resistor

Tahanan listrik yang ada pada sebuah penghantar dilambangkan dengan huruf R, tahanan merupakan komponen yang didesain untuk memiliki besar tahanan tertentu. fungsi resistor yang

sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega (Ω).

Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansinya (Ohm) resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut. Rumus Resistor adalah sebagai berikut :

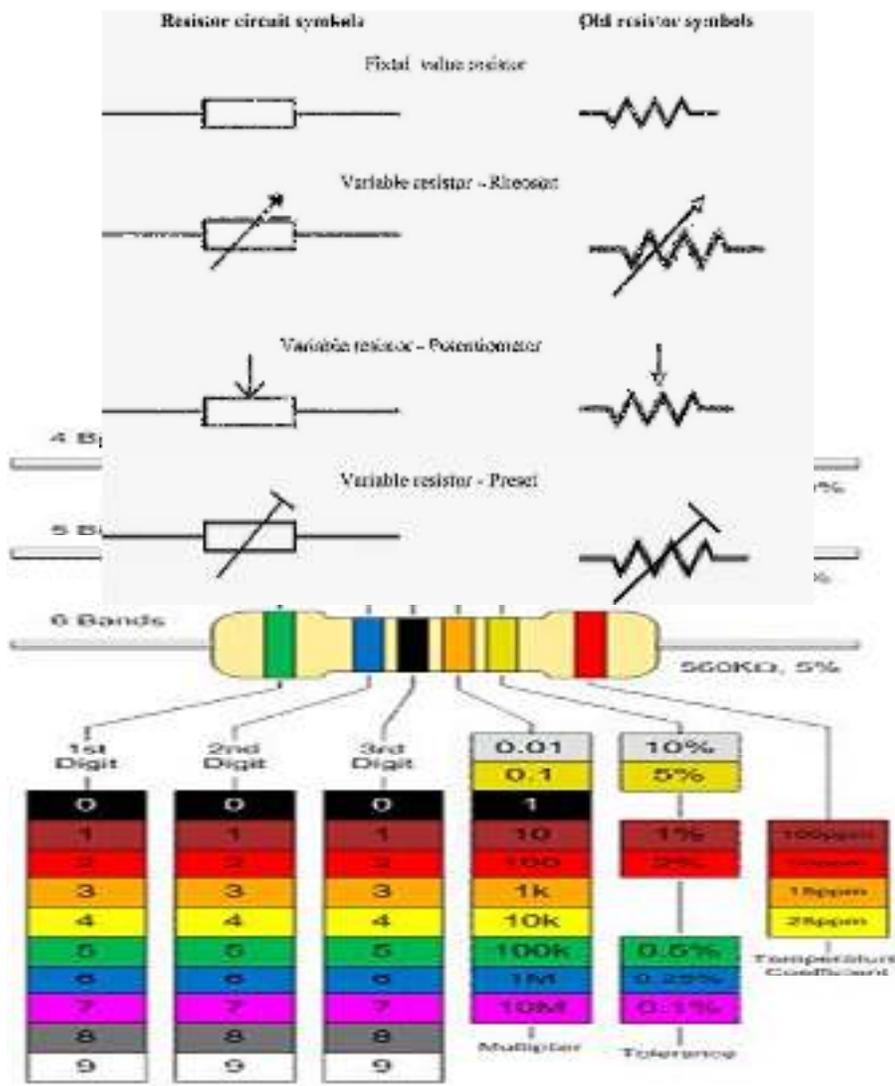
$$R = V/I$$

dimana :

R = Tahanan dengan satuan Ohm

V = Tegangan dengan satuan Volt

I = Arus dengan satuan Ampere



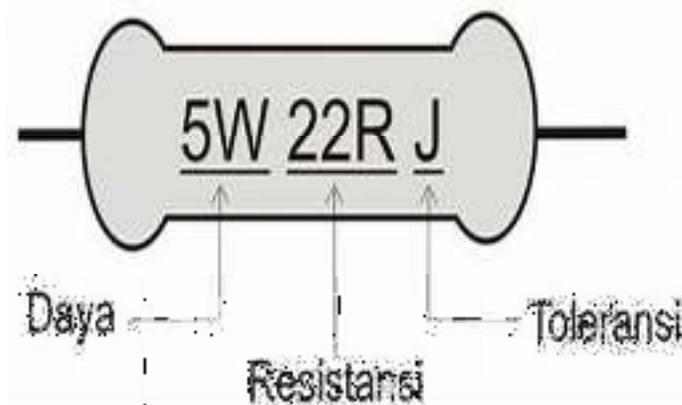
Gambar 2.6. Simbol resistor

Cicin warna yang terdapat pada resistor terdiri dari

4 ring 5 ring dan 6 ring warna. Dari cicin warna yang terdapat dari suatu resistor tersebut memiliki arti dan nilai dimana nilai resistansi resistor dengan kode warna yaitu :

Gambar 2.7. Kode Warna Resistor.

Resistor dengan kode huruf dapat kita baca nilai resistansinya dengan mudah karenanilia resistansi dituliskan secara langsung. Pada umumnya resistor yang dituliskan dengan kode huruf memiliki urutan penulisan kapasitas daya, nilai resistansi dan toleransi resistor. Kode huruf digunakan untuk penulisan nilai resistansi dan toleransi resistor.



Gambar 2.8. Kode Huruf Resistor.

Kode Huruf Untuk Nilai Resistansi :

- R, berarti x1 (Ohm)
- K, berarti x1000 (KOhm)
- M, berarti x 1000000 (MOhm)

Kode Huruf Untuk Nilai Toleransi :

- F, untuk toleransi 1%
- G, untuk toleransi 2%
- J, untuk toleransi 5%
- K, untuk toleransi 10%
- M, untuk toleransi 20%

Dalam menentukan suatu resistor dalam suatu rangkaian elektronika yang harus diingat selain menentukan nilai resistansinya adalah menentukannya kapasitas daya dan toleransinya. Hal ini berkaitan dengan 9 harga jual resistor dipasaran dan luas area yang dibutuhkan dalam meletakkan resistor pada rangkaian elektronika.

2.2.6 Kapasitor

Kapasitor (Capacitor) atau disebut juga dengan Kondensator (Condensator) adalah Komponen Elektronika Pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Kapasitor yang digunakan dalam peralatan Elektronika merupakan satuan Farad yang dikecilkan menjadi :

- Piko Farad (pF) = 1×10^{-12} F
- Nano Farad (nF) = 1×10^{-9} F
- Micro Farad (μ F) = 1×10^{-6} F

Konversi Satuan Farad adalah sebagai berikut :

- 1 Farad = 1.000.000 μ F (mikro Farad)
- 1 μ F = 1.000 nF (nano Farad)
- 1 μ F = 1.000.000 pF (piko Farad)
- 1nF = 1.000 pF (piko Farad)

Kapasitor sendiri merupakan Komponen Elektronika yang terdiri dari 2 (dua) pelat konduktor yang umumnya terbuat dari logam & sebuah Isolator yang diantaranya sebagai pemisah. Dan dalam Rangkaian Elektronika, Kapasitor sendiri disingkat dengan huruf "C".

Fungsi dari Kapasitor yaitu sebagai berikut :

1. Sebagai Penyimpan sebuah arus atau tegangan listrik
2. Sebagai konduktor yang bisa melewatkan arus AC (Alternating Current)
3. Sebagai isolator yang bisa menghambat arus DC (Direct Current)
4. Sebagai filter (penyaring) dalam rangkaian power supply (Catu Daya)
5. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian osilator
6. Sebagai penggeser fasa
7. Sebagai pemilih gelombang frekuensi (Kapasitor Variabel yang digabungkan dengan Spul Antena dan Osilator)

8. Sebagai kopling

Rumus :

$$C = Q/V$$

Dimana :

C = Nilai kapasitansi, dalam F (Farad)

Q = Muatan elektron, dalam C (Coulomb)

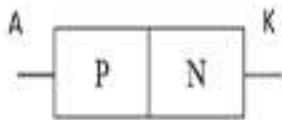
V = Besar Tegangan, dalam V (Volt)

2.2.7 Dioda

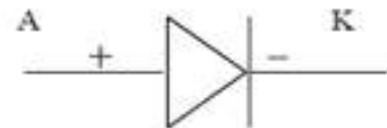
Dioda merupakan komponen semikonduktor yang paling sederhana. Kata dioda berasal dari pendekatan kata yaitu dua elektroda yang mana (di berarti dua) mempunyai dua buah elektroda yaitu anoda dan katoda. Dioda adalah komponen aktif dua kutub yang pada umumnya bersifat semikonduktor, yang memperbolehkan arus listrik mengalir ke satu arah (kondisi panjar maju) dan menghambat arus dari arah sebaliknya (kondisi panjar mundur). Dioda dapat disamakan sebagai fungsi katup di dalam bidang elektronika. Dioda sebenarnya tidak menunjukkan karakteristik kesearahan yang sempurna, melainkan mempunyai karakteristik hubungan arus dan tegangan kompleks yang tidak linier dan seringkali tergantung pada teknologi atau material yang digunakan serta parameter penggunaan. Beberapa jenis dioda juga mempunyai fungsi yang tidak ditujukan untuk penggunaan penyearahan.

Fungsi Dioda adalah untuk menyalurkan arus listrik yang mengalir dalam satu arah dan menahan arus tersebut dari arah sebaliknya. Dioda juga dapat berfungsi sebagai penyearah arus, rangkaian catu daya dan juga untuk stabilisator tegangan. Fungsi dioda sebenarnya tidak menunjukkan hidup mati yang sempurna atau bisa di bilang benar benar menghantar saat panjar maju dan menyumbat pada saat panjar mundur, tetapi mempunyai karakteristik listrik tegangan arus tak linier kompleks yang tergantung pada teknologi yang kita gunakan dan kondisi penggunaannya.

Gambar dibawah ini menunjukkan bahwa Dioda merupakan komponen Elektronika aktif yang terdiri dari 2 tipe bahan yaitu bahan tipe-p dan tipe-n :



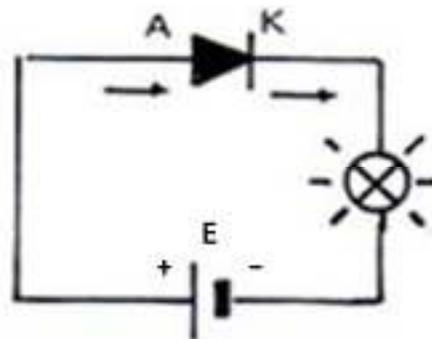
Gambar 2.9. Susunan Dioda



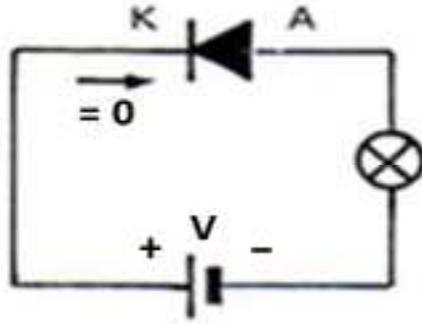
Gambar 2.10. Simbol Dioda

Prinsip kerja dioda adalah Untuk menghantarkan dan menghambat aliran arus listrik, dibawah ini adalah rangkaian dasar contoh pemasangan dan penggunaan Dioda dalam sebuah rangkaian Elektronika.

Cara pemasangan dioda :



Gambar 2.11. Dioda Menghantarkan Arus Listrik Lampu Menyala.



Gambar 2.12. Dioda Menghambat Arus Listrik Lampu Tidak Menyala.

Untuk mengetahui apakah sebuah Dioda dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya, maka diperlukan pengukuran terhadap Dioda tersebut dengan menggunakan Multimeter (AVO Meter).

2.3 Internet Of Things

IoT (Internet of Things) adalah sistem otomatisasi dan analitik yang mengeksploitasi jaringan, sensing, big data, dan teknologi kecerdasan buatan untuk menghadirkan sistem yang lengkap untuk produk atau layanan. Internet of Things ini juga merupakan teknologi komunikasi antar mesin dengan menggunakan koneksi internet. Bentuk komunikasi pintar ini juga disebut Machine-to-Machine (M2M) dengan manusia sebagai pengelola dan penggunanya. Seperti halnya handphone bisa menjadi smartphone karena terkoneksi dengan internet, mesin dan peralatan usaha juga bisa menjadi pintar karena terkoneksi dengan internet. Mesin di pabrik, peralatan perbankan, kamera keamanan di ruang publik, bahkan sensor di ladang pertanian, semua bisa menjadi smart devices.

Sistem ini memungkinkan transparansi, kontrol, dan kinerja yang lebih besar ketika diterapkan pada industri atau sistem apa pun. Sistem ini memiliki fleksibilitas sehingga cocok di lingkungan apa pun seperti industri, kesehatan, rumah, infrastruktur, media marketing, otomatisasi rumah, pemantauan lingkungan air, pemantauan kualitas air dan sebagainya. Sistem ini meningkatkan pengumpulan data, otomatisasi, pemantauan dan sebagainya.

Lebih banyak melalui perangkat pintar dan teknologi pendukung yang kuat. Internet of Things juga memberikan akses langsung untuk informasi tentang objek fisik dan mengarah ke layanan inovatif dengan efisiensi yang tinggi dan produktivitas. Beberapa teknologi penting yang

terkait dengan Internet of Things diantaranya Ubiquitous Computing, RFIP, Zigbee, Wireless Sensor Network dan Cloud Computing.

Karakteristik mendasar dari IoT adalah sebagai berikut :

1. Interkonektivitas:

Berkenaan dengan IoT, apa pun dapat saling terhubung dengan infrastruktur informasi dan komunikasi global.

2. Layanan terkait :

IoT mampu menyediakan layanan yang berhubungan dengan benda dalam batasan benda, seperti perlindungan privasi dan konsistensi semantik antara benda fisik dan benda virtual yang terkait. Untuk menyediakan layanan terkait hal dalam batasan hal, baik teknologi di dunia fisik maupun dunia informasi akan berubah.

3. Heterogenitas:

Perangkat di IoT bersifat heterogen karena didasarkan pada platform perangkat keras dan jaringan yang berbeda. Mereka dapat berinteraksi dengan perangkat lain atau platform layanan melalui jaringan yang berbeda.

4. Perubahan dinamis:

Keadaan perangkat berubah secara dinamis, misalnya, tidur dan bangun, terhubung atau terputus serta konteks perangkat termasuk lokasi dan kecepatan. Selain itu, jumlah perangkat dapat berubah secara dinamis.

5. Skala besar:

Jumlah perangkat yang perlu dikelola dan yang berkomunikasi satu sama lain setidaknya akan lebih besar dari perangkat yang terhubung ke Internet saat ini. Yang lebih penting lagi adalah pengelolaan data yang dihasilkan dan interpretasinya untuk tujuan aplikasi. Hal ini berkaitan dengan semantik data, serta penanganan data yang efisien.

6. Keamanan:

Saat kita mendapatkan manfaat dari IoT, kita tidak boleh melupakan keselamatan. Baik sebagai pencipta dan penerima IoT, kita harus mendesain untuk keselamatan. Ini termasuk keamanan data pribadi kita dan keamanan kesejahteraan fisik kita. Mengamankan titik akhir, jaringan, dan data yang bergerak di semua itu berarti menciptakan paradigma keamanan yang akan meningkat.

7. Konektivitas:

Konektivitas memungkinkan aksesibilitas dan kompatibilitas jaringan. Aksesibilitas ada di jaringan sementara kompatibilitas menyediakan kemampuan umum untuk mengkonsumsi dan menghasilkan data.

Mengaktifkan teknologi untuk Internet of Things dipertimbangkan dan dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori:

1. Teknologi yang memungkinkan "hal" untuk memperoleh informasi kontekstual.
2. Teknologi yang memungkinkan "hal" untuk memproses informasi kontekstual.
3. Teknologi untuk meningkatkan keamanan dan privasi.

Dua kategori pertama dapat dipahami bersama sebagai blok bangunan fungsional yang diperlukan untuk membangun "kecerdasan" menjadi "benda", yang memang merupakan fitur yang membedakan IoT dari Internet biasa. Kategori ketiga bukanlah persyaratan fungsional melainkan persyaratan de facto, yang tanpanya penetrasi IoT akan sangat berkurang.

Internet of Things bukanlah teknologi tunggal, tetapi merupakan campuran dari teknologi perangkat keras & perangkat lunak yang berbeda. Internet of Things memberikan solusi berdasarkan integrasi teknologi informasi, yang mengacu pada perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk menyimpan, mengambil, dan memproses data dan teknologi komunikasi yang mencakup sistem elektronik yang digunakan untuk komunikasi antar individu atau kelompok. Ada campuran heterogen dari teknologi komunikasi, yang perlu disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan aplikasi IoT seperti efisiensi energi, kecepatan, keamanan, dan keandalan. Dalam konteks ini, ada kemungkinan bahwa tingkat keragaman akan ditingkatkan ke sejumlah teknologi konektivitas yang dapat dikelola yang memenuhi kebutuhan aplikasi IoT, diadopsi oleh pasar, telah terbukti dapat diservis, didukung oleh teknologi yang kuat.

2.4. Persamaan - Persamaan Rumus

➤ Rumus Tegangan

$$V = V_{mak} \sin \omega t$$

$$V = V_{mak} 2\pi f t$$

$$V = V_{mak} \sin \frac{2\pi}{T} t$$

➤ Rumus Arus

$$I = I_{mak} \sin \omega t$$

$$I = I_{mak} 2\pi f t$$

$$I = I_{\text{mak}} \sin \frac{2\pi}{T} t$$

Keterangan :

V = Tegangan

I = Arus

V_{mak} = Tegangan Maksimum

I_{mak} = Arus Maksimum

T = Periode (s)

f = Frekuensi (Hz)

t = Waktu (sekon)

ω = Kecepatan Sudut (rad/s)

➤ Rumus Daya

$$P = \frac{W}{t}$$

Atau

$$P = V \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

➤ Rumus Energi

$$W = V \cdot I \cdot t$$

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$W = \frac{V^2}{R} t$$

$$W = P \cdot t$$

Keterangan :

P = Daya Listrik (w)

V = Tegangan Listrik (volt)

I = Arus Listrik (A)

R = Hambatan (ohm)

W = Energi Listrik

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Metode yang dilakukan dalam perancangan sistem monitoring energi PLTS ini adalah sebagai berikut:

1. Tahap Perencanaan

Persiapan melalui studi pustaka untuk mencari teori penunjang dan mengambil sumber-sumber informasi atau referensi pada buku, jurnal dan internet.

2. Tahap Analisis

Penulis melihat analisis kebutuhan data maupun informasi yang diperlukan dalam membuat alat.

3. Tahap Perancangan

Penulis membuat perancangan alat berbasis Internet Of Things, dengan menggunakan mikrokontroller STM32.

4. Tahap Implementasi

Tahap ini dilakukan pembuatan alat yaitu perakitan komponen dan pembuatan program yang kemudian dimasukkan ke dalam Mikrokontroler serta menghubungkan setiap komponen dengan programnya sehingga alat dapat dioperasikan.

5. Tahap Uji Coba

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian atau tidak termasuk pengambilan data hasil pengujian.

6. Tahap kesimpulan

Merumuskan satu atau beberapa kesimpulan dari hasil yang diperoleh.

3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian

Saya melakukan Penelitian ini dari awal bulan April hingga bulan Agustus 2022, yaitu mulai dari pengajuan judul penelitian hingga selesai. Yang berada di area kampus Universitas HKBP Nommensen Medan Jalan Sutomo No. 4A. Di gedung L lantai 3 (tiga), tepatnya di Laboratorium Teknik Digital.

3.3 Peralatan Dan Bahan

3.3.1 Peralatan

1. Laptop
2. Digital voltmeter, amper meter
3. Toolset

4. Smartphone Android
5. Hotspot WiFi
6. Software Virtuino

3.3.2 Bahan

1. IC Mikrokontroler Node MCU V3
2. Mikrokontroler STM32
3. Sensor arus (Resistor Shunt)
4. Sensor tegangan (Resistor variabel)
5. Kapasitor 220uF/50V, 100uF/50V dll.
6. Resistor
7. Dioda 1A
8. Display LCD M1632
9. Batere 12V
10. Terminal kabel
11. PCB rangkaian dan casing
12. Kabel-kabel.

3.4 Diagram Blok Sistem Perancangan

Gambar 3.1 menunjukkan diagram blok sistem yang dirancang yaitu sistem pengukuran parameter listrik jarak jauh berbasis IoT. Basis sistem adalah mikrokontroler yaitu STM32 yang berfungsi mengontrol seluruh proses mulai dari membaca input, memproses dan mengeluarkan output. Dengan demikian mikrokontroler STM32 bertugas sebagai kontroler utama yang mengolah data input menjadi output. Input dari sistem adalah 2 parameter dasar listrik yaitu tegangan dan arus. Kedua parameter tersebut dideteksi oleh sensor yaitu sensor tegangan dan sensor arus. Sensor tegangan menggunakan komponen pembagi tegangan sedangkan sensor arus menggunakan resistor Shunt. Kedua sensor mengubah parameter tersebut menjadi besaran tegangan dengan skala dibawah 5V dan diberikan pada masukan analog mikrokontroler. Pada mikrokontroler kedua data dikalibrasi menjadi nilai tegangan dan arus sebenarnya. Setelah diperoleh parameter dasar listrik maka dari kedua parameter tersebut dapat dicari daya dan energi yang sedang bekerja pada sistem. Pada bagian output terdapat display dan adapter WiFi. Display LCD menampilkan nilai hasil perhitungan mikrokontroler yaitu arus, tegangan, daya dan energi listrik sedangkan WiFi adapter berfungsi sebagai pengirim data ke hotspot kemudian diteruskan ke server ThinkSpeak di internet. Demikianlah fungsi masing-masing blok secara garis besar. Untuk prinsip kerja komponen akan dibahas pada bagian berikut ini.

3.5 Prinsip Kerja

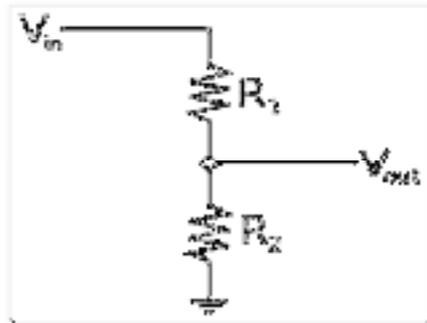
3.5.1 Prinsip Kerja Komponen

- **Mikrokontroler STM32**

Mikrokontroler STM32 merupakan mikrokontroler dengan chip Cortex buatan ST yang memiliki beberapa port analog dan port digital. STM32 berfungsi mengolah data dan mengontrol output, dalam hal ini data masukan adalah data sensor tegangan dan sensor arus. Sensor tegangan untuk membaca tegangan masuk sedangkan sensor arus untuk mengukur atau membaca besar arus beban. Masukan-masukan tersebut dikonversi menjadi data digital dan dikalibrasi. Kedua masukan sensor diberikan pada STM32 melalui masukan analog yaitu masukan untuk sensor arus pada pin A0 dan A1 yang merupakan masukan analog. Sedangkan untuk adapter wifi dihubungkan dengan port serial yaitu pada pin 2 dan pin 3.

- **Sensor Tegangan**

Sensor tegangan adalah sensor yang membaca tegangan dan mengubahnya menjadi tegangan DC dan diumpankan pada mikrokontroler. Dalam hal ini tegangan yang dibaca adalah tegangan solar panel yang berkisar 0V hingga 21V. Sensor harus menurunkan tegangan tersebut dengan resistor pembagi tegangan dan diberikan pada masukan mikrokontroler. Sensor terdiri dari dua buah resistor seri yang tugasnya membagi tegangan sesuai perbandingan nilai resistor. Output sensor harus lebih kecil dari 5V. Hal ini karena masukan analog maksimal untuk mikrokontroler adalah 5V.



Gambar 3.3. Rangkaian Sensor Tegangan.

Dimana :

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R2}{R1+R2} \right)$$

Keterangan :

V_{in} = Tegangan masukan dari panel surya

V_{out} = Tegangan keluaran dari rangkaian pembagi tegangan

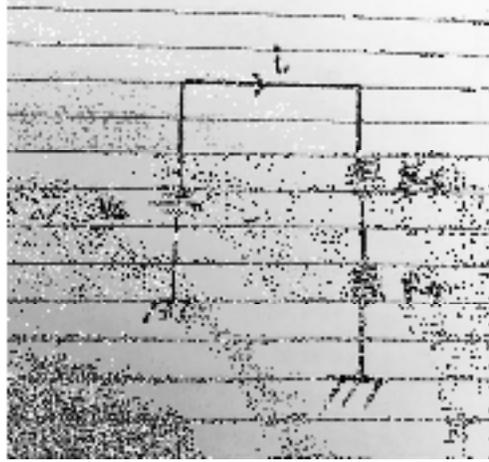
R1 = Resistansi ke-1

R2 = Resistansi ke-2

- **Sensor arus**

Sensor arus yang digunakan adalah tipe R-Shunt yaitu sebuah resistor bernilai sangat kecil yang diserikan dengan beban. Sensor arus berfungsi membaca arus yang mengalir pada beban dan mengubahnya menjadi tegangan ekivalen. Dengan prinsip jatuh tegangan

pada sebuah tahanan sensor arus memberikan nilai tegangan listrik pada mikrokontroler untuk diproses.



Gambar 3.4. Rangkaian Sensor arus

Dimana :

$$I = \frac{V_s}{R_s + R_b}$$

Maka Tegangan jatuhnya :

$$V_{RS} = I \cdot R_s$$

$$I_{RS} = \frac{V_s}{R_s}$$

Keterangan :

V_s = Tegangan sumber

R_s = Resistor seri

R_b = Resistor beban

I = Arus

- **Node MCU**

Fungsi node MCU adalah sebagai media yang menghubungkan rangkaian dengan hotspot wifi dan internet. Node MCU adalah sebuah adapter berbentuk modul dengan input serial. Data yang akan dikirim ke internet akan diterima oleh node MCU melalui

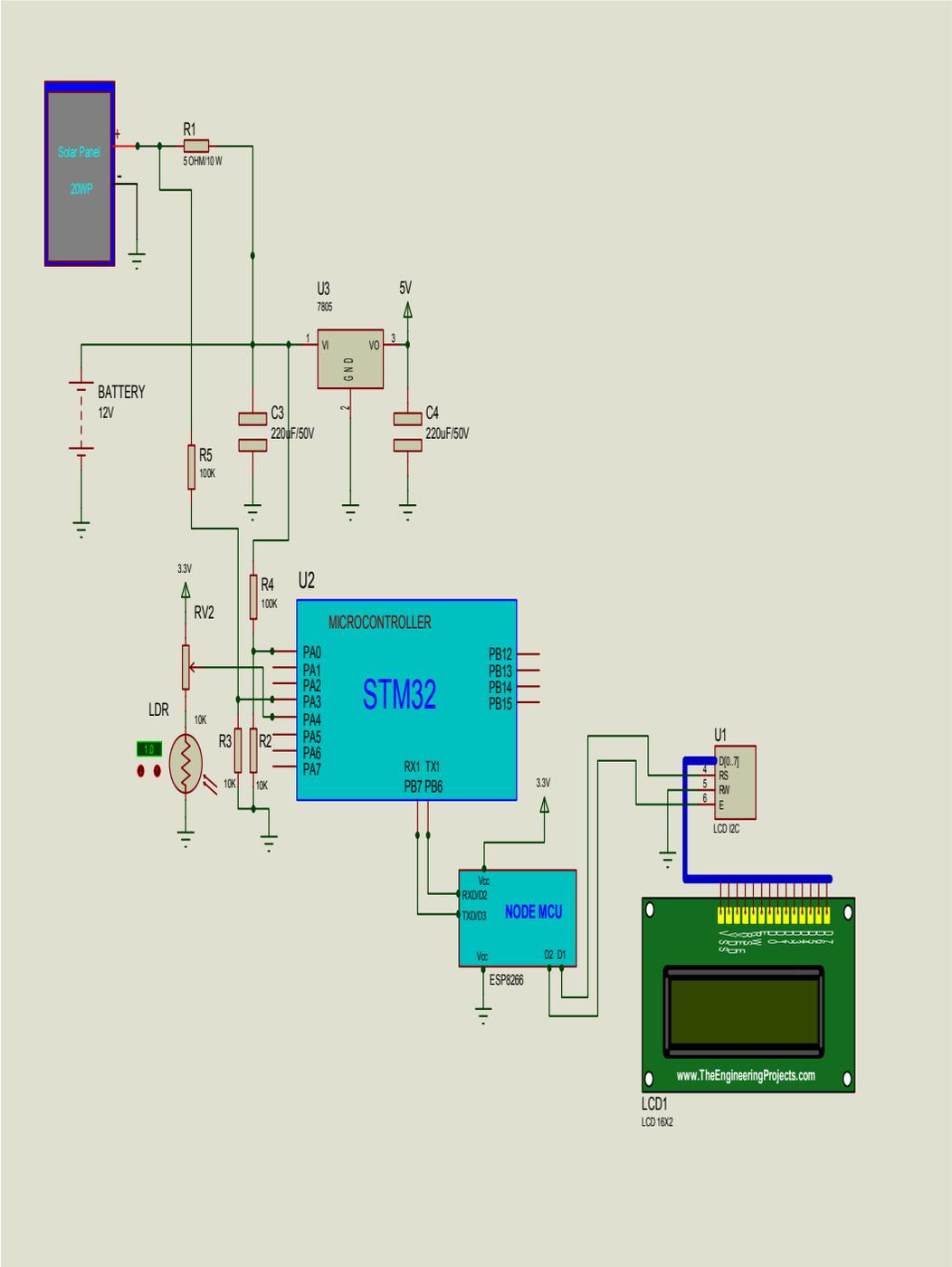
port serial. Node MCU terhubung pada sebuah hotspot sehingga data dapat dikirim ke server melalui internet. Pengaturan nama hotspot dan password dilakukan pada node MCU melalui program yang dirancang dalam bahasa C.

3.5.2 Prinsip Kerja Alat Monitoring Energi PLTS Berbasis IoT

Rangkaian pengendali sistem terdiri dari beberapa komponen elektronik yaitu sensor, kontroler, display, adapter wifi dan catu daya. Rangkaian keseluruhan diperlihatkan pada gambar 3.2 dimana semua komponen input dan output terhubung pada mikrokontroler STM32. Mikrokontroler diprogram untuk menerima masukan melalui input analog yaitu data sensor arus dan sensor tegangan. Sensor arus memberikan masukan berupa arus yang mengalir ke beban sedangkan sensor tegangan memberikan masukan besar tegangan yang sedang bekerja pada beban.

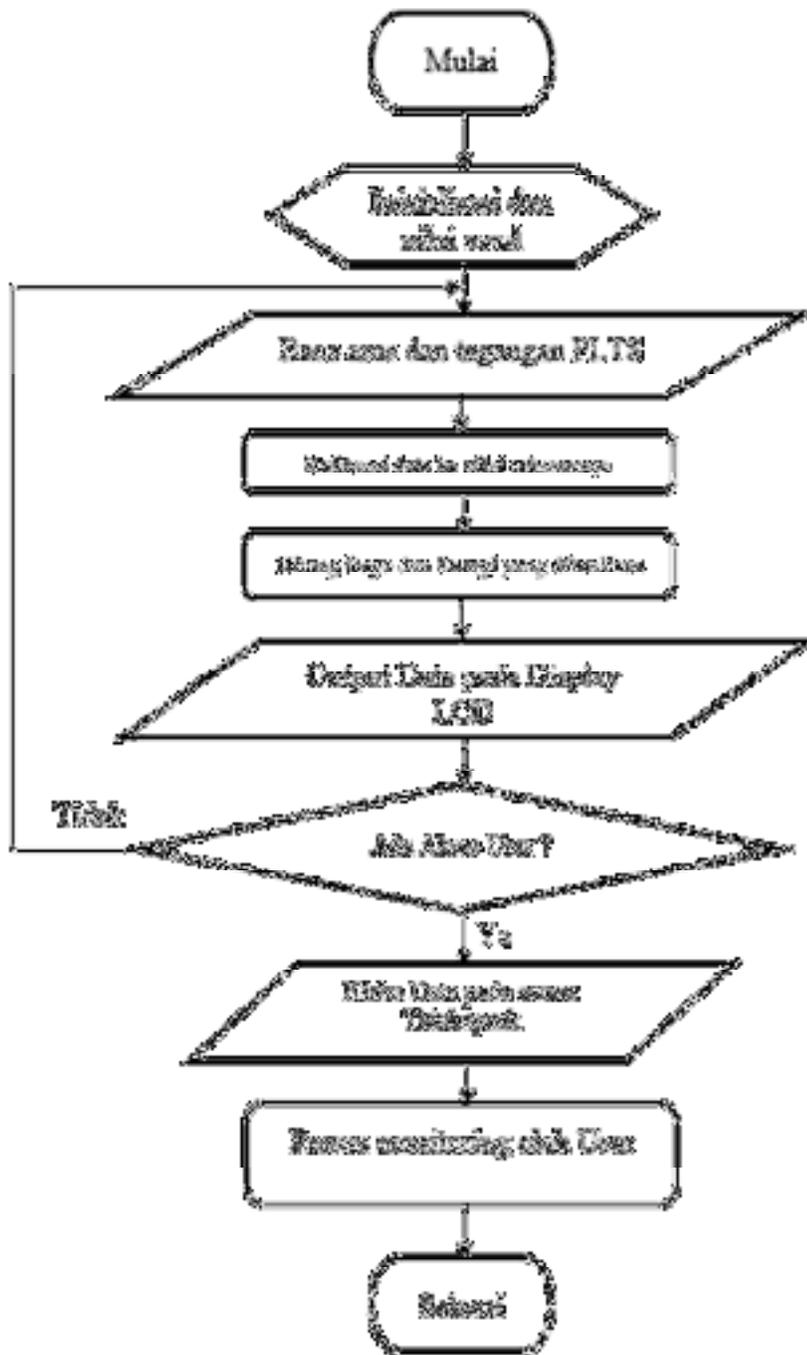
Sensor arus yang digunakan adalah tipe R Shunt yaitu jenis resistor penghantar. Sensor mendeteksi tegangan jatuh pada resistor Shunt akibat arus yang mengalir pada resistor tersebut dan memberikan nilainya pada mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengolah data tersebut yaitu mengkonversi data analog menjadi digital dan mengkalibrasinya menjadi nilai arus sebenarnya. Demikian juga dengan sensor tegangan akan dibaca dikonversi dan dikalibrasi menjadi nilai tegangan.

Kedua data hasil kalibrasi kemudian dikalikan untuk mendapatkan nilai daya sesuai rumus daya yaitu $P = V \times I$. Dari daya tersebut dapat dihitung energi listrik yaitu dengan mengalikannya dengan waktu, $E = P \times t$. Karena energi listrik adalah berapa lama pemakaian daya listrik. Hasil perhitungan kemudian diberikan pada display LCD untuk ditampilkan sebagai output dan juga dikirim ke node MCU yaitu wifi adapter agar data dapat dikirim ke server internet. Server yang digunakan adalah Thingspeak yaitu suatu platform yang menyediakan aplikasi IoT pada smartphone untuk proses monitoring data.



Gambar 3.5. Rangkaian Keseluruhan Sistem

3.6 Flowchart Sistem Kerja Perancangan



Gambar 3.6. Flowchart Sistem Kerja Perancangan.

Flowchart atau diagram alir yang diperlihatkan pada gambar 3.5 Merupakan diagram alir proses yang bekerja pada program. Dimulai dengan proses inisialisasi dan nilai awal, kemudian

membaca sensor dan melakukan kalibrasi . Hasil kalibrasi ditampilkan pada display lcd dan dikirim ke modul node MCU untuk dipancarkan pada jaringan internet. Proses inisialisasi merupakan proses menentukan parameter input dan output serta parameter seperti adc, serial port dan sebagainya dan dengan nilai awal tertentu. Sedangkan pembacaan input adalah proses memasukkan nilai sensor dan mengubahnya menjadi data digital . Setelah itu dikalibrasi dengan proses aritmatik dalam program untuk mendapatkan nilai sebenarnya dari kedua sensor. Nilai kedua data yaitu tegangan dan arus dikalikan untuk memperoleh nilai daya. Dari data daya tersebut akan dihitung energi listrik yaitu dengan mengalikan daya dengan waktu berapa lama daya atau beban bekerja.

3.7 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan setelah semua komponen terpasang/terhubung pada rangkaian utama yaitu mikrokontroler STM32. Beberapa pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sensor, pengujian kontroler, pengujian hasil kalibrasi dan output. Pengujian dilakukan dengan mengukur ,menghitung dan menganalisa data hasil pengukuran. Berikut adalah data pengujian dan hasil pengukuran yang dilakukan pada masing-masing komponen.

3.7.1 Pengujian Mikrokontroler STM32

STM32 adalah mikrokontroler yang bekerja berdasarkan bahasa pemrograman tertentu, untuk itu STM32 hanya dapat diuji dengan memprogramnya terlebih dahulu dan melihat hasilnya apakah sesuai dengan program atau tidak. Pada pengujian ini STM32 diprogram untuk memberikan output logika pada port. Setelah itu diukur apakah logika keluaran port tersebut sesuai dengan program atau tidak.

Algoritma program :

```
Void setup ()  
{  
    Pinmode(0,Output);digitalWrite(0,LOW);  
    Pinmode(1,Output);digitalWrite(1, LOW);  
    Pinmode(2,Output);digitalWrite(2,HIGH);  
    Pinmode(3,Output);digitalWrite(3, HIGH);
```

```
Pinmode(4,Output);digitalWrite(4, LOW);  
Pinmode(5,Output);digitalWrite(5, LOW);  
Pinmode(6,Output);digitalWrite(6, LOW);  
Pinmode(7,Output);digitalWrite(7, HIGH);  
Pinmode(8,Output);digitalWrite(8, LOW);  
Pinmode(9,Output);digitalWrite(9,HIGH);  
Pinmode(10,Output);digitalWrite(10, LOW);  
Pinmode(11,Output);digitalWrite(11, HIGH);  
Pinmode(12,Output);digitalWrite(12,LOW);  
}
```

3.7.2 Pengujian Sensor Tegangan

Sensor tegangan arus searah memberikan informasi tegangan dari sumber yang ada pada saat itu. Pengaturan tegangan dilakukan oleh regulator variabel dan kapasitor. Output penyearah kemudian dibagi oleh resistor pembagi tegangan agar sesuai dengan level pembacaan ADC yaitu 0 hingga 5V. Pengujian sensor dapat dilakukan dengan memberikan variasi input melalui sebuah regulator variabel. Pengukuran dilakukan pada masukan dan keluaran sensor.

3.7.3 Pengujian Sensor Arus

Pengujian dilakukan dengan mendeteksi arus yang mengalir pada sensor, dan mengukur output tegangan sensor. Masukan sensor adalah arus yang mengalir pada suatu beban sedangkan output sensor adalah besaran tegangan yang dihasilkan oleh sensor akibat arus tersebut. Perlu diketahui bahwa sensor yang digunakan adalah R Shunt yaitu sebuah resistor bernilai sangat kecil yang diserikan dengan beban. Prinsip kerja R Shunt adalah memberikan nilai jatuh tegangan akibat arus yang mengalir pada suatu tahanan. Berdasarkan tegangan jatuh tersebut dapat dihitung arus yang mengalir dengan persamaan :

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

3.7.4 Pengujian Display LCD

Pengujian display LCD dilakukan dengan membuat program yang dibuat khusus untuk menampilkan sebuah pesan pada LCD tersebut . Program dibuat dengan bahasa C, kemudian diunggah pada mikrokontroler STM32 . Berikut adalah list program yg dibuat untuk pengujian tersebut.

```
Init_lcd();
while(1)
{
lcd_clear();
lcd_putsf("RANCANGAN SISTEM");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" PEMANTAU PLTS ");
}
```

Setelah diunggah dan dijalankan pada kontroler , maka pada display LCD akan muncul kata "RANCANGAN SISTEM" pada baris pertama dan " PEMANTAU PLTS " pada baris kedua, Kemudian berkedip secara teratur. Dengan tampilan seperti itu maka pengujian display LCD telah telah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diprogramkan.

3.7.5 Pengujian Catu Daya

Catu daya yang digunakan berasal dari Batere dan regulator . Pengujian dilakukan dgn mengukur tegangan keluaran catu daya saat berbeban dan tanpa beban . Terdapat 2 test point output yaitu output Batere dan output setelah regulator 7805.

3.7.6 Pengujian Sitem Monitoring Berbasis IoT.

Pengujian ini membutuhkan koneksi internet dan wifi agar data dapat dikirim dan diterima oleh sistem. Aplikasi yang digunakan sebagai server adalah aplikasi Virtuino yang juga diunduh pada playstore. Ini membutuhkan koneksi internet dan wifi agar data dapat dikirim dan diterima oleh sistem. Aplikasi yang digunakan sebagai server adalah aplikasi Virtuino yang juga diunduh pada playstore. Setelah melalui beberapa pengaturan maka aplikasi yang berfungsi sebagai penghubung antara server dan client dapat digunakan sebagai pengirim dan penerima data via smartpone. Dengan aplikasi ini data dapat dipantau dari mana saja selama terdapat

koneksi internet. Untuk memulai pengujian kita perlu membahas terlebih dahulu beberapa pengaturan yang diperlukan. Pertama-tama jalankan aplikasi Virtuino yang telah diunduh dan diinstal pada perangkat . Tampilan awal aplikasi dapat dilihat pada gambar berikut :



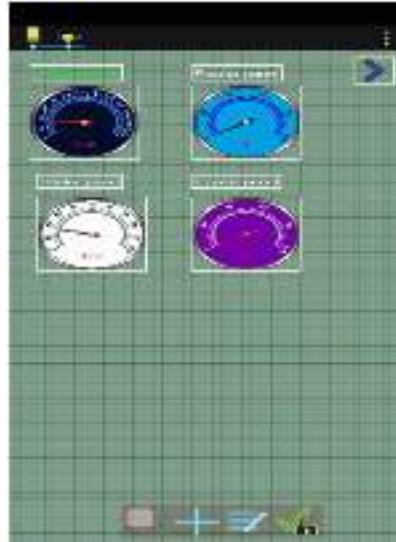
Gambar 3.7. Tampilan awal aplikasi Virtuino.

Terlihat form masih terisi 2 alat ukur ,untuk membuat aplikasi klik new project maka ada notifikasi untuk memasang komponen display misalnya text atau tombol. Dengan cara meng klik simbol + maka muncul properti seperti gambar dibawah.



Gambar 3.8. Properti komponen pada widget box

Dari widget box pilih komponen yang akan dipakai sebagai monitor dan kontrol, dalam hal ini dipilih 4 buah analog instrumen berupa tampilan meter jarum yang dilengkapi 4 buah display digital yaitu 4 parameter listrik yang diperoleh dari sensor. Setelah dipasangkan pada form dan atur posisi yang sesuai. Tampilan setelah pemasangan komponen pada form adalah sebagai berikut:



Gambar 3.9. Tampilan form setelah pemasangan komponen.

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengaturan pada properti yaitu misalnya nama dan tampilan pada display juga pengaturan nama server yang digunakan serta field komponen yang digunakan sebagai input atau output . Tampilan form pengaturan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.10. Tampilan pengaturan field dan server pada properti.

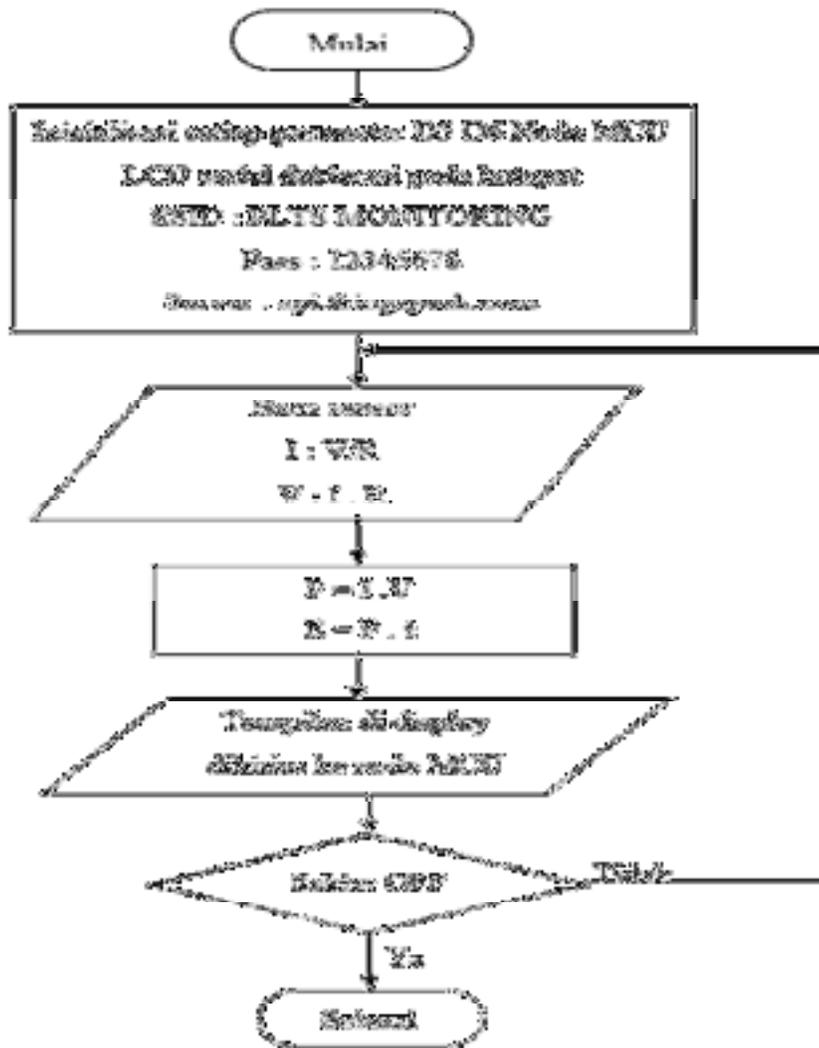
Setelah pengaturan dilakukan maka saatnya untuk uji coba sistem internet of thing yang dirancang. Dimulai dengan mengaktifkan rangkaian kontroler, dengan catatan program telah diunggah kedalam chip tersebut. Pastikan hotspot wifi telah tersedia dan sesuai namanya dengan yang ada diprogram. Setelah itu jalankan aplikasi Virtuino pada smartphone. Saat pertama kali dicoba, koneksi antara smartphone dengan rangkaian monitoring gagal dan data tidak dapat dikirim ke smartphone, oleh karena itu di cek kembali pada rangkaian, pada program dan pada koneksi internet dan wifi. Setelah melakukan perbaikan, yakni ada kesalahan tulisan alamat wifi dan password dan sebagainya akhirnya koneksi berhasil dan monitoring data dapat dilaksanakan.

Perbaikan juga dilakukan pada properti komponen pada aplikasi Virtuino pada bagian setting, sebelumnya terdapat kesalahan penulisan properti input yaitu alamat akun think speak. Setelah melalui banyak perbaikan maka sistem monitoring berbasis internet of things dapat direalisasikan. Dengan demikian pengujian dinyatakan berhasil dan berjalan sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 3.11. Tampilan output monitoring PLTS pada smartphone.

3.7.7 Flowchart Program



Gambar 3.12. Flowchart Program.