SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK PADA MOTOR LISTRIK OVEN 7 PT. RECIKTT BENCKISER MENGGUNAKAN *IoT* *(INTERNET of THINGS)*

LAPORAN TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Andry Yulistiyanto

30601601908

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG

2019

SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK PADA MOTOR LISTRIK OVEN 7 PT. RECIKTT BENCKISER MENGGUNAKAN *IoT (INTERNET of THINGS)*

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan Tugas Akhir (TA) Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Disusun oleh :

Andry Yulistiyanto

30601601908

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG

2019

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Andry Yulistiyanto
NIM	: 30601601908
Jurusan	: Teknik Elektro
Fakultas	: Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **"SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK PADA MOTOR LISTRIK OVEN 7 PT. RECIKTT BENCKISER MENGGUNAKAN *IoT (INTERNET of THINGS)*"** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 9-APRIL-2019

Yang Menyatakan

Andry Yulistiyanto

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "**SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK PADA MOTOR LISTRIK OVEN 7 PT. RECIKTT BENCKISER MENGGUNAKAN *IoT (INTERNET of THINGS)***" ini disusun oleh:

Nama	: Andry Yulistiyanto
NIM	: 30601601908
Program Studi	: Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari	: SELASA
Tanggal	: 19 - FEBRUARI 2019

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.	**Muhammad Khosyi'in, S.T, M.T**
NIDN : 0628086501	**NIDN : 0625077901**

Mengetahui,
Ka. Program Studi Teknik Elektro

Ir. Ida Widihastuti, M.T.
NIDN : 0005036501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "**SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK PADA MOTOR LISTRIK OVEN 7 PT. RECIKTT BENCKISER MENGGUNAKAN *IoT (INTERNET of THINGS)***" ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : SELASA

Tanggal : 19- FEBRUARI-2019.

Tim Penguji	Tanda Tangan
Agus Suprajitno, S.T., M.T. **NIDN : 0602047301** **Penguji I**	.....
Munaf Ismail, S.T., M.T. **NIDN : 0613127302** **Penguji II**	.....
Dedi Nugroho, S.T., M.T. **NIDN : 0617126602** **Penguji III**	.....

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Andry Yulistiyanto
NIM	: 30601601908
Program Studi	: Teknik Elektro
Fakultas	: Teknologi Industri
Alamat Asal	: Perumahan Buwi Wonosalam Asri RT 07/07 Jogoloyo, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Demak
No. HP / Email	: 081230007779 / a.yulistiyanto.57@gmail.com

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **"SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK PADA MOTOR LISTRIK OVEN 7 PT. RECIKTT BENCKISER MENGGUNAKAN *IoT (INTERNET of THINGS)*"** dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung

Semarang, 9 - APRIL - 2019

Yang Menyatakan

Andry Yulistiyanto

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Q.S. Al-Insyirah : 6)

"Barang siapa yang menemuh suatu jalan dalam rangkah menuntut ilmu maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga"

(HR. Muslim)

"Sesungguhnya keutamaan seorang yang berilmu dibanding ahli ibadah, seperti keutamaan bulan di malam purnama dibandingkan seluruh bintang-bintang."

(HR. Abu Dawud dan Ibnu Majah)

"Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin dan hari esok adalah harapan."

Persembahan :

Pertama,

Tugas Akhir ini akan saya persembahakan kepada kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan do'a, motivasi hidup dan dukungan dalam menyelesaikan studi saya.

Kedua,

Teman-teman senasib dan seperjuangan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang angkatan 2016, Ardi Wicaksono, Ari Purnama Adji, Hadyan Baskoro Hernantyo, Isrofil Amar, Nurul Hidayati yunitasari, dan Suci Indah Asmarani yang senantiasa saling memberikan keceriaan, dukungan, semangat dan doa.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan inayah-Nya kepada penulis, atas berkat-Nya penulis telah menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul""

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan dan bimbingan dalam pembuatan tugas akhir ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini tepat waktu. Karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Prabowo Setiyawan, M.T, PhD, selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Ibu DR. Sri Artini Dwi Prasetyowati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ibu Ir. Ida Widihastuti, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang
4. Bapak Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T, selaku pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini
5. Bapak Muhammad Khosyi'in, S.T, M.T, selaku pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan, dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini
6. Segenap Dosen dan Staff Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu dan bantuannya.
7. Orang tua yang telah memberikan dukungan material, moral, dan doa.
8. Kepada seluruh karyawan PT. Reckitt Benckiser Semarang, yang telah mengijinkan penulis untuk melakukan penyusunan Tugas Akhir.
9. Teman-teman yang berada di maskas Xentronic Semarang yang telah membantu memberikan keceriaan dan dukungannya.

10. Teman-teman yang berada di Laboratorium Magister Sain Terapan Politeknik Negeri Semarang yang telah membantu memberikan keceriaan dan dukungannya.
11. Teman-teman senasib dan seperjuangan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang angkatan 2016, Ardi Wicaksono, Ari Purnama Adji, Hadyan Baskoro Hernantyo, Isrofil Amar, Nurul Hidayati yunitasari, dan Suci Indah Asmarani yang senantiasa saling memberikan keceriaan, dukungan, semangat dan doa.
12. Teman-teman satu kelas Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang angkatan 2014 yang senantiasa saling memberikan keceriaan, dukungan, semangat dan doa
13. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan guna menyempurnakan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Semarang, …….

Andry Yulistiyanto

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN ..... **ii**
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI ..... **iv**
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH ..... **v**
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
ABSTRAK ..... **xvii**
ABSTRACT ..... **xviii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 2
1.3. Tujuan 2
1.4. Manfaat 3
1.5. Batasan Masalah 3
1.6. Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI **5**
2.1. Tinjauan Pustaka 5
2.2. Modul *ESP8266* 7
2.3. *Serial RS 485* 9
2.4. *Internet of Thing (IoT)* 10
2.5. Besaran Listrik 12
2.6. Daya Listrik 13
2.7. Faktor daya 16
2.8. *Power Logic Schneider IEM 3255* 16
2.9. *Protokol Modbus* 23
2.10. *MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)* 25

2.11. *Current Transformer* 27
2.12. *Ic Max485* 28
2.13. *Hi-Link HLK-PM01* 29
2.14. *Earth Leakaque Circuit Breaker (ELCB) 3 Phase* 31
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM 33
3.1. Perancangan Sistem 33
3.2. Metode Penelitian 33
3.3. Blok Diagram Sistem 37
3.4. Perancangan Alat 39
3.5. Tahap Pembutan Alat 49
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN 69
4.1. Pengukuran Tegangan Modul EMIAY – 0720 Rev.1 69
4.2. Pengujian Koneksi modul EMIAY – 0720 Rev.1 72
4.3. Pengujian Nilai Tegangan melalui QModBus 74
4.4. Pengujian hasil pembacaan 76
4.5. Pengujian Dan Analisa Akurasi Alat Ukur 83
BAB V PENUTUP 86
5.1. Kesimpulan 86
5.2. Saran 86
DAFTAR PUSTAKA 88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Modul ESP 8266 NodeMCU 8
Gambar 2. 2 *Converter RS485* 10
Gambar 2. 3 Gambaran umum *Internet of Things* 11
Gambar 2. 4 Hubungan antara daya nyata, daya aktif dan daya reaktif 16
Gambar 2. 5 *Power Logic Schneider IEM 3255* 18
Gambar 2. 6 Ukuran fisik kWh meter IEM 3255, ... 18
Gambar 2. 7 Penjelasan Umum Konektor IEM 3255 19
Gambar 2. 8 Instalasi Fisik IEM 3255 19
Gambar 2. 9 Terminal Masukan IEM 3255 20
Gambar 2. 10 Terminal Keluaran IEM 3255 20
Gambar 2. 11 Terminal Komunikasi RS 485 20
Gambar 2. 12 Konfigurasi Perkabelan 1PH2W L-N dan 1PH2W L-L 21
Gambar 2. 13 Konfigurasi Perkabelan 3PH3W 1CT dan 2CT 21
Gambar 2. 14 Konfigurasi Perkabelan 3PH 3W 3CT 21
Gambar 2. 15 Konfigurasi Perkabelan 3PH4W 1CT dan 2CT 22
Gambar 2. 16 Konfigurasi Perkabelan 3PH4W 3CT 22
Gambar 2. 17 Konfigurasi dasar Power Logic IEM 3255 23
Gambar 2. 18 Prinsip Kerja *MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)* 26
Gambar 2. 19 *Current Transformer* 27
Gambar 2. 20 IC MAX 485 29
Gambar 2. 21 Ukuran Dan Fugsi Pin Modul Hi-Link Pm01 29
Gambar 2. 22 Modul Hi-Link PM01 30
Gambar 2. 23 Earth Leakaque Circuit Breaker 31
Gambar 2. 24 Hukum Kirchoff 31
Gambar 3. 1 Flow Chart Tahapan Penelitian 34
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem 37
Gambar 3. 3 Konfigurasi ESP8266 NodeMCU 39
Gambar 3. 4 Konfigurasi Pin IC MAX485 40

Gambar 3. 5 Konfigurasi Pin ESP 8266 dengan Pin IC MAX485 40
Gambar 3. 6 Ukuran Dan Fugsi Pin Modul Hi-Link PM01..... 41
Gambar 3. 7 Modul Hi-Link PM01..... 42
Gambar 3. 8 Perancangan Tata Letak Peralatan 43
Gambar 3. 9 Pelindung Modul..... 43
Gambar 3. 10 *Power Logic Schneider IEM 3255* 44
Gambar 3. 11 Terminal *Block* 35 A 45
Gambar 3. 12 *Earth Leakaque Circuit Breaker* 46
Gambar 3. 13 perkabelan 3phase 4kabel dengan 3CT..... 47
Gambar 3. 14 Current Transformer 300 A..... 47
Gambar 3. 15 Flowchat Perangkat Lunak ESP8266..... 49
Gambar 3. 16 Detail Ukuran Peralatan Tampak Sesi Samping 50
Gambar 3. 17 Detail Ukuran Peralatan Tampak Sesi Atas 50
Gambar 3. 18 Penerapan Peralatan Keseluruhan 51
Gambar 3. 19 hasil perakitan modul 51
Gambar 3. 20 hasil perakitan panel..... 52
Gambar 3. 21 Proses Mengambil Data 53
Gambar 3. 22 Pengaturan *Slave Address* 53
Gambar 3. 23 Pengaturan *Parity Even*..... 53
Gambar 3. 24 Pengaturan *Baudrate 19200*..... 54
Gambar 3. 25 Terhubung Konveter Dengan Komputer..... 54
Gambar 3. 26 Pengaturan *Port Serial* di *Device Manager* 54
Gambar 3. 27 Pengaturan Port Serial di QModBus 55
Gambar 3. 28 Proses Membaca Data Schneider IEM 3255..... 55
Gambar 3. 29 Konversi Hexadesimal 56
Gambar 3. 30 Proses *Ardunino IDE*..... 57
Gambar 3. 31 Melilih *Board ESP 8266* 57
Gambar 3. 32 Memasang Board ESP 8266..... 58
Gambar 3. 33 Memasang *Board ESP 8266 NodeMCU V2.3.0*..... 58
Gambar 3. 34 Pencarian NodeMCU ESP 8266 V 2.3..... 59
Gambar 3. 35 Pemasang Board Nodemcu ESP 8266 V 2.3.0 59

Gambar 3. 36 Proses Pemasangan Sudah Selesai 59
Gambar 3. 37 *Manager Libraries* 60
Gambar 3. 38 pemasangan *cayenne HQTT* 60
Gambar 3. 39 proses pemasangan selesai *cayenne HQTT* 61
Gambar 3. 40 Tampilan mendaftar akun *cayenne* 61
Gambar 3. 41 tampilan login *website cayenne* 62
Gambar 3. 42 Tampilan Membuat Project Baru 62
Gambar 3. 43 memilih perangkat yang digunakan ESP 8266 62
Gambar 3. 44 Mendapatkan Akun Cayenne 63
Gambar 3. 45 Menambahkan Library MQTT 63
Gambar 3. 46 Mencari Lokasi Penyimpanan Protokol MQTT 64
Gambar 3. 47 *Library added your* 64
Gambar 3. 48 Memilih *Board Nodemcu V1 ESP8266* 65
Gambar 3. 49 Memastikan Serial Port 65
Gambar 3. 50 Proses Verity 66
Gambar 3. 51 Proses *Verity* Telah Berhasil 66
Gambar 3. 52 Perangkat Lunak Koneksi Cayenne 67
Gambar 3. 53 proses mengunduhan program 67
Gambar 3. 54 mengunduhan *done Uploading* 68
Gambar 4. 1 Pengukuran Keluaran Tegangan Catu Daya 70
Gambar 4. 2 Pengukuran Masukan Catu Daya 70
Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran 1,2,3,4, Dan 5 Keluaran Catu Daya Modul 71
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran 1,2,3,4, Dan 5 Masukan Catu Daya Modul 72
Gambar 4. 5 Koneksi *WiFi* Melalui Serial Monitor 73
Gambar 4. 6 Koneksi WiFi Melalui Command Prompt 73
Gambar 4. 7 Pembacaan Koneksi Perangkat Lunak 74
Gambar 4. 8 Perangkat Lunak QModBus 74
Gambar 4. 9 Motor Listrik 3phase 76

Gambar 4. 10 Konfigurasi Perkabelan 3phase 4 Kabel 79
Gambar 4. 11 Pemasangan Current Probe 80
Gambar 4. 12 Pemasagan Penjepit V1, V2, V3 dan N 80
Gambar 4. 13 Tampilan Pengukuran Power Analyzer Lutron DW-6092..... 80
Gambar 4. 14 Grafik Konsumsi KWH..... 82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penyimpanan data pada Modbus..... 24
Tabel 2. 2 Alamat Modbus dan fungsi kode pada Modbus 25
Tabel 2. 3 Fungsi PIN IC MAX 485..... 28
Tabel 2. 4 Fungsi PIN IC MAX 485..... 28
Tabel 2. 5 Fungsi PIN IC MAX 485..... 29
Tabel 3. 1 Informasi terminal block 35 A..... 45
Tabel 3. 2 Ukuran terminal block 35 A 45
Tabel 3. 3 *Register Address Schneider IEM 3255* 56
Tabel 4. 1 Pengukuran Keluaran Dan Masukan Tegangan Catu Daya..... 71
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Tegangan, Arus R,S,T modul EMIAY – 0720 Rev.1 77
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian KW, KVA, KVAR, dan Power Faktor modul..... 78
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian KWH, KVARH, dan Frekuensi modul..... 78
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Tegangan, Arus R,S,T Power Analyzer Lutron..... 81
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian KW, KVA, dan KVAR Power Analyzer Lutron..... 81
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian KWH, KVAH dan KVARH Power Analyzer 82
Tabel 4. 8 Error Akurasi Tegangan..... 83
Tabel 4. 9 Error Akurasi Arus R,S,T 84
Tabel 4. 10 Error Akurasi KW, dan KVA 84
Tabel 4. 11 Error Akurasi KVAR, dan PF..... 85
Tabel 4. 12 Error Akurasi KWH, KVARH, dan Hz 85

DAFTAR LAMPIRAN

- Data sheet ESP8266
- Manual book Kwh Schneider Iem 3255
- Wiring Kwh Kwh Schneider Iem 3255
-

ABSTRAK

Sistem monitoring energi listrik yang dilakukan selama ini masih dilakukan secara manual dengan cara pencatatan tiap Power logic yang dipasang setiap mesin produksi. Pencatatan power logic terkadang terkendala dengan area yang jauh antara power logic satu dengan yang lain.
Sistem monitoring power logic Schneider IEM 3255 berbasis IoT (INTERNET of THINGS) menggunakan Modul ESP8266. Power Logic Schneider IEM 3255 dimanfaatkan sebagai sistem pemantau pemakaian daya listrik, di perusahan manufacturing. Sistem ini terdiri atas perangkat keras, perangkat elektronik, dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari Power Logic Schneider IEM 3255, perangkat elektronik Modul ESP8266, IC MAX 785, Power Supply. Perangkat lunak sistem ini dibuat dengan menggunakan website cayenne. Sistem website cayenne bekerja secara real time. Sistem ini dapat dipakai untuk memantau pemakaian energi listrik suatu perusahan manufacturing. serta dapat di download berbentuk file .xlsx Pengontrolan Power Logic Schneider IEM 3255 dapat dilakukan secara sewaktu- waktu untuk melihat Konsumsi Energi tiap Mesin
Dari data monitoring energi listrik tersebut,maka dapat mengetahui dan menganalisa data yang dihasilkan dari pengukuran tiap mesin produksi.Sistem yang telah dirancang memiliki kesalahan akurasi seperti berikut, tegangan = ±0,7%, Arus R = ±1,98%, S = ±1,79%, T = ±2,97%, KW = ±1,85%, KVA = ±1,55%, KVAR = ±2,29%, PF = ±1,73%, kWh = ±0,18%, KVARH = ±0,82%, dan Hz = ±0,98%. Sistem monitoring energi listrik yang telah dibuat ini diharapkan dapat digunakan dan dikembangkan untuk membantu dalam membuat pencatatan secara realtime dan manajemen penggunaan energi listrik lebih efisien.

Kata kunci : Power Logic Schneider IEM 3255, Modul ESP8266, IC MAX 785, dan Power Supply.

ABSTRACT

Electrical energy monitoring system still using manual way by record the power logic in every production machine. Sometime power logic record constrained by the distance between one and the others.
Schneider IEM 3255 Power Logic monitoring system with Iot (Internet of Things) basic using Modul ESP8266. In manufacturing factory Schneider IEM 3255 Power Logic monitoring system used to monitoring electricity consumption. This system consists of hardware, electric device and software. The hardware consists of Power Logic Schneider IEM 3255, electric device Modul ESP8266, IC MAX 785, Power Supply. This system software made by cayenne website. Cayenne website system works in real time. This sytem can be used to controlling electricity consumption in a manufacturing factory, and it can downloaded in .xlsx format. Schneider IEM 3255 Power Logic can control anytime to see electricity consumption every machine.
By the electric energy monitoring data, it can be know and analyse the output data from production machine measurement. The system that designed has an accuracy error such as, voltage tegangan = ±0,7%, Arus R = ±1,98%, S = ±1,79%, T = ±2,97%, KW = ±1,85%, KVA = ±1,55%, KVAR = ±2,29%, PF = ±1,73%, kWh = ±0,18%, KVARH = ±0,82%, dan Hz = ±0,98%. The expected of this electrical energy monitoring system that is can be used and developed to

Keywords : ***Power Logic Schneider IEM 3255, Modul ESP8266, IC MAX 785, and Power Supply.***

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik juga digunakan pada sektor-sektor industri, yang mana sebagian besar mesin-mesin yang digunakan di industri saat ini banyak menggunakan sistem otomasi yang mana listrik merupakan sumber energi utama. Perhitungan energi listrik di perusahan tersebut pada bulan mei tahun 2017,di gedung 1 mencapai 1.94.320 kWh, proses produksi meliputi , *keading*, *boiler*, *intake*, dan *silo*. Proses produksi menghabiskan 1.66.914 kWh, *kneading* 1.45.707 kWh, *boiler* 9.526 kWh, *intake* 8.210 kWh, dan *silo* 3.470 kWh. Proses produksi 1.66.914 kWh menghasilkan 9.092 *batch* di bulan Mei.

Pencatatan pemakaian energi listrik yang terjadi pada pelanggan industri sering kali menimbulkan permasalahan dalam suatu proses produksi. Hal itu disebabkan karena adanya kesalahan dalam pembacaan maupun pencatatan. secara bersamaan Sedangkan ketika terjadi permasalahan tidak ada bukti konkrit yang dapat dijadikan acuan. Pembacaan secara manual dalam monitoring kWh Meter terkadang terkendala dengan area yang jauh antara kWh meter satu dengan yang lain.

Akibatnya untuk mengetahui berapa kWh tiap mesin industri sangatlah sulit untuk tepat waktu. Dikarenakan tiap kWh meter berjarak jauh dan akan berubah nilainya tiap menit, sedangkan untuk mengkontrol suatu mesin produksi menghabiskan berapa energi listrik tiap beroperasi harus real time. Tiap shift melakukan pencatatan kWh meter setiap pergantian shift

Oleh karena itu diperlukan peralatan yang dapat membantu permasalahan tersebut. kWh meter yang beredar di industri belum terkoneksi dalam sebuah sistem monitoring langsung. Monitoring besaran listrik secara online perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi real dari sebuah sistem tenaga listrik. Teknologi *Internet of Things* (IoT) dimungkinkan untuk memantau secara langsung kondisi tersebut. Pemantauan harus memberikan informasi secara real time dan akurat. Adapun yang

dimonitor dalam penelitian ini ialah besaran listrik berupa total pemakaian energi listrik, arus, tegangan, daya, frekuensi dan faktor daya.

Dengan Teknologi *Internet of Things* melalui aplikasi *Website Cayenne* dapat dimonitor dengan mudah oleh karyawan dengan melihat Komputer maupun *Smartphone*, Sehingga mampu dibaca dengan mudah setiap penggatian shift serta bisa membuat manajemen penggunaan daya listrik lebih efisien

Pada Tugas Akhir ini, akan direalisasikan suatu sistem monitoring konsumsi energi listrik Pada motor listrik 3 *phase* oven 7 PT. Reciktt Benckiser secara IoT (*Internet of Things*) yang bisa dipatau secara real time berbasis Web menggunakan Modul *ESP8266* sehingga akan mempermudah siapapun untuk memonitoring pemakaian energi listrik motor listrik 3 *phase* di oven 7 PT. Reciktt Benckiser.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diangkat pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem monitoring energi listrik yang terhubung secara online dan real time pada suatu aplikasi
2. Bagaimana pengguna dapat melihat pemakaian energi listrik setiap harinya dan dapat mengatur pemakaian energi listrik nantinya agar lebih hemat.

1.3. Tujuan

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah membuat aplikasi yang dapat

1. Mampu melihat secara real time energi listrik tiap mesin produksi secara online
2. Mampu menyimpan data pengukuran secara real time tiap mesin produksi dalam bentuk data *logger*

1.4. Manfaat

Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mempermudah melakukan pemantauan energi listrik di setiap mesin produksi
2. Data pengukuran disimpan dan dapat dianalisa untuk merencanakan penghematan energi listrik

1.5. Batasan Masalah

Di bagian ini penjabaran dari batasan-batasan masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir adalah :

1. Menggunakan *mikrokontroler* jenis *ESP8266*
2. Data hasil monitoring ditampilkan pada sebuah aplikasi *website .(Cayenne)*
3. Menggunakan *Power Logic Schneider IEM 3255* untuk menampilkan besaran listrik meliputi arus, tegangan, faktor daya, dan daya.
4. Menggunakan *Cureent Transformer 5/300 A.*

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini pembahasan mengenai sistem yang dibuat terbagai menjadi 5 (lima) bab yang berisi urutan secara garis besar. sistematika sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab Berisi latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan permasalahan, metodologi, dan sistematika penulisan.

BAB II. DASAR TEORI

Dalam bab ini akan dibahas prinsip dasar yang mendukung pembahasan tugas akhir ini. Dan penjelasan tentang teori – teori yang akan digunakan dalam menyelesaikan dan pembangunan sistem yang akan dibuat.

BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

Dalam bab ini akan dibahas mengenai konfigurasi sistem. Dalam tugas ahkir ini dibagi tiga rancangan untuk pembangunan sistem yaitu perancangan perangkat lunak, perancangan elektronika dan perancangan perangkat keras.

BAB IV. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS

Dalam bab ini akan dilakukan pengujian berdasarkan parameter-parameter yang ditetapkan, dan kemudian menjelaskan analisis terhadap hasil pengujian tersebut.

BAB V. PENUTUP

Dalam bab ini berisi menjelaskan kesimpulan yang diambil dari Tugas Akhir ini beserta saran untuk pengembangan selanjutnya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penghematan penggunaan energi listrik merupakan langkah awal yang dapat dilakukan untuk membantu efisiensi energi listrik dalam suatu perusahan. Dalam pemanfaatannya terkadang masih manual dalam mencatat KWh meter dan tidak tersimpan di database. Sehingga perlu dilakukan pengukuran penggunaan energi listrik *secara real time*.

Saat ini sudah banyak terdapat alat yang digunakan untuk memantau penggunaan daya listrik untuk menunjukkan besarnya arus, frekuensi, power factor, tegangan dan daya listrik yang dipergunakan. Akan tetapi banyak dari alat tersebut yang belum tersambung secara *online via-internet* bias disebut juga *IoT (Internet of Things)*

Dengan *Teknologi Internet of Things* dapat dimonitor dengan mudah oleh karyawan yang bertugas melalui aplikasi *website* yang berada dikomputer, Sehingga mampu dibaca dengan mudah setiap penggatian jam kerja serta bisa membuat manajemen penggunaan daya listrik lebih efisien

Berikut ini beberapa sistem yang telah dibuat, yang terkait dengan permasalahan diatas:

1. *Real Time Monitoring* Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang menggunakan *Power Meter PM 810*. Untuk menghubungkan *power meter* dengan komputer menggunakan *PM8ECC*, tujuannya adalah agar data yang diperoleh dari *power meter* dapat dibaca oleh suatu komputer, kelebihan perangkat keras ini di dalamnya juga berfungsi sebagai data *logger*. Kekurangan sistem ini belum terhubung dengan intenet. Pembacaan dan analisis data memerlukan suatu perangkat lunak tambahan yaitu *Power Logic Power view*. *Power Logic Power View* adalah perangkat

lunak digunakan untuk memonitoring suatu sistem aplikasi pengukuran pada power meter. (Badruzzaman, 2012)

2. Analisa Konsumsi Energi Pada Bengkel Listrik Politeknik Negeri Jakarta secara *Real Time* Menggunakan Mobile Komunikasi. Proses pengambilan data konsumsi energi selayaknya dapat dilakukan secara *real time* dan di support oleh device komunikasi. *Power logic* yang digunakan adalah Power logic PM750 keluaran dari Schneider Electric. dihubungkan langsung ke PC *(SCADA)* melalui komunikasi *Modbus RS-485*. Kelebihan sistem ini menggunakan sistem komunikasi *(SCADA)* sistem komunikasi menggunakan *(SCADA)* merupakan kekurangan sistem ini di karenakan cukup mahal dengan mengguankan *(SCADA).* (A.Damar Aji & Nitisasmita, Murie Dwiyaniti, 2016)
3. Monitoring power meter pada pembangkit Listrik tenaga *mikro hidro* dan pembangkit listrik tenaga surya menggunakan *arduino ethernet shield* dan *cloud service*. menggunakan sensor *current transformer* untuk membaca data. Data dari sensor tersebut dikirimkan ke rangkaian *power meter* yang terintegrasi secara langsung dengan *mikro* serta *ethernet shield*. Setelah itu data diproses oleh *Arduino uno* untuk kemudian dikirim ke *web server* melalui *ethernet shield* yang terkoneksi dengan *mikrotik* dan terhubung dengan internet. Setelah data sampai pada web maka bisa dilihat oleh user ataupun teknisi dengan cara mengakses *website* tersebut melalui *web browser*. Kelebihan sistem ini nilai kesalahan dari data Arus *(Ampere)* rata-rata adalah 0.1% dan nilai kesalahan dari data Tegangan *(Voltage)* rata-rata adalah 2,9%. Sedangkan kekurangan sistem ini waktu 1 jam jeda pengiriman antara data yang dikirim dari perangkat keras ke *web server* rata-rata adalah 6 detik. (Agus Eko Minarno, 2015)
4. Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis *Mikrokontroler*. Besarnya daya yang digunakan akan ditampilkan pada sebuah *LCD*. Daya ini dideteksi oleh sensor arus *ACS 712* dan juga sensor tegangan. Sinyal yang dikirimkan oleh sensor tersebut sebelumnya dirubah dahulu sebagai sinyal digital sebelum ditampilkan pada layar *LCD*

menggunakan *IC ADE 712*. Kelebihan sistem ini menggunakan *mikrokontroler ATmega 328* cukup murah kekurangan sistem ini Penggunaan delay dan timer pada program membuat kecepatan perhitungan *mikrokontroler* sedikit, tidak adanya parameter *Cos phi* lambat (Temy Nusa, 2015)

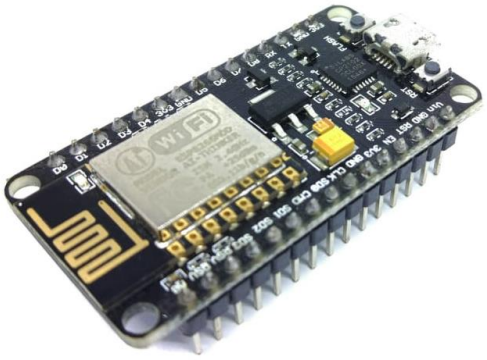
5. Implementasi *Wireless* Monitoring Energi Listrik Berbasis *Web Database* (Dinata Irwan, Sunanda Wahri, 2015). *Ethernet Shield* digunakan untuk menghubungkan *arduino* dengan perangkat komputer. Nantinya data yang dikirimkan oleh *arduino* akan berbentuk grafik dan juga dalam besaran Watt. Untuk mendeteksi daya yang digunakan menggunakan sensor *YhDC CT*, sensor ini digunakan untuk mendeteksi besarnya arus dan juga adapter yang berfungsi mendeteksi besarnya tegangan. Selain menggunakan komputer sebagai penampil besarnya daya, alat ini juga menggunakan *LCD*. Kelebihan sistem ini nilai pengukuran dapat di simpan di *database*. Kekurangan sistem ini hanya mampu menyimpan data sebanyak 40 *plot per frame*. (Dinata & Sunanda, 2015)
6. Perancangan Alat Monitoring Arus kWh (Kilo Watt Hours) Meter Tiga Phasa Dengan Memanfaatkan *Mikrokontroler Arduino* dan *SMS Gateway* Berbasis *Web*. Alat yang dibuat menggunakan sensor arus *STC-013* sebagai pendeteksi arus. Nantinya besar arus akan ditampilkan pada layar *handphone* dan juga pada suatu *web* yang dapat diakses oleh masyarakat luas. Kelebihan alat ini mampu mengirim pemberitahuan berupa sms kalau terjadi kesalahan berupa *phase* salah satu hilang, kekurangan alat ini dapat mengukur arus kWh (Kilo Watt Hours) 3 *phase* dengan pengukuran maksimal 30 *Ampere*. (Riswandi, 2016)

2.2. Modul *ESP8266*

ESP8266 adalah adalah sebuah *chip* sudah termasuk *processor*, memori dan juga akses ke *GPIO* yang sudah lengkap dimana di dalamnya modul *WiFi* yang berfungsi sebagai perangkat tambahan *mikrokontroler* agar dapat terhubung langsung dengan *WiFi*.

Modul *ESP8266* membutuhkan daya sekitar 3.3 V memiliki tiga mode *WiFi* yaitu Station, Access Point dan Both. dimana jumlah pin bergantung dengan jenis *ESP8266* yang digunakan. Modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan *mikrokontroler* karena sudah memiliki perlengkapan layaknya *mikrokontroler*.(Arafat, 2016)

Pemograman perangkat ini menggunakan *Arduino IDE*. Dengan menambahkan *library ESP8266* pada *board manager. ESP 8266NodeMCU* ditunjukan gambar 2.1 *Modul ESP 8266 NodeMCU*. Ada beberapa jenis *ESP8266* yang dapat ditemui dipasaran, yang paling mudah didapatkan di Indonesia adalah *type ESP*-01,07,dan 12 dengan fungsi yang sama perbedaannya terletak pada *GPIO pin* yang disediakan. (Arafat, 2016)



Gambar 2. 1 Modul ESP 8266 NodeMCU

Spesifikasi Umum *ESP8266*

1. Mendukung protocol jaringan 802.11 b/g/n
2. Wi-Fi Direct Point to Point dan Access Point
3. Daya keluaran mencapai +20 dBm
4. Mendukung berbagai macam antenna
5. kebocoran arus kurang dari 10µA
6. CPU mikro 32- bit berdaya rendah
7. Penguat daya mencapai 20 dBm pada moda 802.11b
8. Antarmuka SDIO 2.0 , SPI , UART
9. Konsumsi daya saat siaga kurang dari 1mW

2.3. *Serial RS 485*

RS485 adalah teknik komunikasi data serial yang dapat berkomunikasi antara satu unit dengan unit lainnya pada jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 Km. Komunikasi *RS485* selain dapat digunakan untuk komunikasi *multidrop* yaitu berhubungan secara *one to many* dengan jarak yang jauh teknik ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban sekaligus dengan menggunakan 2 (dua) buah kabel tanpa memerlukan referensi ground yang sama antara unit yang satu dengan unit lainnya.(Rikki Vitria, 2008)

Beban yang terhubung kejaringan bisa berupa komputer, *mikrokontroler* dan peralatan-peralatan lainnya yang bisa dikoneksikan dengan menggunakan standart *RS485*. *RS485* adalah mode *transmisi balanced differential*. Bus ini hanya mempunyai dua sinyal, A dan B dengan perbedaan tegangan antara keduanya. Karena line A sebagai referensi terhadap B maka sinyal akan high bila mendapat input low demikian pula sebaliknya. Pada komunikasi *RS485*, semua peralatan elektronik berada pada posisi penerima hingga salah satu memerlukan untuk mengirimkan data, maka peralatan tersebut akan berpindah ke mode pengirim, mengirimkan data dan kembali ke mode penerima. Setiap kali peralatan elektronik tersebut hendak mengirimkan data, maka terlebih dahulu harus diperiksa, apakah jalur yang akan digunakan sebagai media pengiriman data tersebut tidak sibuk. Apabila jalur masih sibuk, maka peralatan tersebut harus menunggu hingga jalur sepi.

Agar data yang dikirimkan hanya sampai ke peralatan elektronik yang dituju, misalkan ke salah satu *Slave*, maka terlebih dahulu pengiriman tersebut diawali dengan *Slave ID* dan dilanjutkan dengan data yang dikirimkan. Peralatan elektronik yang lain akan menerima data tersebut, namun bila data yang diterima tidak mempunyai ID yang sama dengan *Slave* ID yang dikirimkan, maka peralatan tersebut harus menolak atau mengabaikan data tersebut. Namun bila *Slave* ID yang dikirimkan sesuai dengan ID dari peralatan elektronik yang menerima, maka data selanjutnya akan diambil untuk diproses lebih lanjut. Contoh *converter RS 485* yang ditunjukan pada gambar 2.2 *Converter RS485*

Gambar 2. 2 *Converter RS485*

2.4. *Internet of Thing (IoT)*

Internet of Thing (IoT) adalah Menurut (Metha , 2015) *Internet of Things* atau dikenal juga dengan singkatan *IoT*, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus.(Arafat, 2016)

Perangkat fisik *(hardware/embedded system)* dalam infrastruktur *Internet of Things* merupakan *hardware* yang tertanam *(embedded)* dengan elektronik, perangkat lunak, *sensor* dan juga *konektivitas*. Perangkat *embedded system* melakukan komputasi untuk pengolahan data dari input sensor dan beroperasi dalam infrastruktur internet.(Mahali, 2016) membangun sistem *Internet of Things* membutuhkan komponen yaitu *device connection* dan Data *sensing*. Selain komponen untuk membangun sistem *Internet of Things (IoT)* kemampuan berkomunikasi antara sistem juga dibutuhkan dalam *Internet of Things (IoT).* Gambaran umum *Internet of Things* ditunjukan gambar 2.3 gambaran umum *Internet of Things*

Gambar 2. 3 Gambaran umum *Internet of Things*
(https://www.c2enterprise.com)

Cara kerja dari *internet of things* cukup mudah. Setiap benda harus memiliki sebuah *IP Address*. *IP Address* adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut bisa diperintahkan dari benda lain dalam jaringan yang sama. Selanjutnya, *IP address* dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet. Saat ini untuk mendapatkan koneksi internet sangat mudah. Dengan demikian untuk memantau benda tersebut bahkan memberi perintah kepada benda tersebut. Setelah benda memiliki *IP address* dan terkoneksi dengan internet, pada benda tersebut juga dipasang sebuah sensor. Sensor pada benda memungkinkan benda tersebut memperoleh informasi yang dibutuhkan. Setelah memperoleh informasi, benda tersebut dapat mengolah informasi itu sendiri, bahkan berkomunikasi dengan benda- benda lain yang memiliki IP address dan terkoneksi dengan internet. (Artono & Susanto, 2017)

Kelebihan dari *Internet of Things (IoT)*sebagai berikut

1. Segala apapun yang dilakukan akan menjadi lebih mudah, cepat, dan efisien.
2. Dapat mengetahui dan mendeteksi penggunanya dimana saja. sebagai contoh seperti barcode ,

Kekurangan dari *Internet of Things (IoT)* sebagai berikut.

1. Perangkat *Internet of Things (IoT)* memiliki sistem keamanan yang masih sangat lemah.

2. Biaya yang diperluakan dalam pengembangan keamanan yang baik sangat memerlukan biaya yang sangat besar dan mahal.

2.5. Besaran Listrik

Hal penting untuk diketahui dari beberapa besaran listrik diantaranya adalah arus, tegangan dan daya.

2.5.1. Arus

Arus adalah mengalirnya elektron secara kontinyu pada konduktor akibat perbedaan jumlah elektron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah Ampere. (Badruzzaman, 2012)

Satu ampere arus adalah mengalirnya electron sebanyak 628x1016 atau sama dengan satu *Coulumb* per detik meliwati suatu penampang konduktor.(Badruzzaman, 2012). Untuk mengetahui besar arus listrik dapat digunakan Persamaan (2.1)

$$I = \frac{q}{t} \tag{2.1}$$

Dimana :

q = Banyaknya muatan listrik dalam satuan (C) coulomb

I = Kuat Arus dalam satuan (A) Ampere.

t = Waktu dalam satuan detik (S) Second

2.5.2. Tegangan

Tegangan listrik jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan muatan listrik dari satu tempat ke tempat lainnya atau seringkali menyebut dengan beda potensial (*voltage*) adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan (sebesar satu *coulomb*) pada elemen atau komponen dari satu terminal atau kutub ke terminal atau kutub lainnya, atau pada kedua terminal atau kutub akan

mempunyai beda potensial jika menggerakkan atau memindahkan muatan sebesar satu *coulomb* dari satu terminal ke terminal lainnya.(Badruzzaman, 2012)

Keterkaitan antara kerja yang dilakukan sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan, sehingga pengertian diatas dapat disederhanakan bahwa tegangan adalah energi per satuan muatan.(Badruzzaman, 2012)

Untuk mengetahui besarnya tegangan listrik jika di ketahui kuat arus listrik dan hambatan dapat digunakan Persamaan (2.2)

$$V = I \times R \tag{2.2}$$

dimana :

V : Tegangan listrik satuan (V) Volt

I : Kuat arus listrik satuan (A) Ampere

R : Hambatan listrik satuan (Ω) ohm

Sedangkan untuk mengetahui besarnya tegangan listrik jika diketahui daya listrik dan kuat arus dapat digunakan persamaan (2.3)

$$V = P \times I \tag{2.3}$$

dimana

V : Tegangan listrik satuan (V) Volt

I : Kuat arus listrik satuan (A) Ampere

P : Daya listrik satuan (W) Watt

2.6. Daya Listrik

Daya listrik adalah laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (*joule*/detik). (Croft & Summers, 1987). Daya listrik

dibagi menjadi tiga, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu.(Temy Nusa, 2015)

2.6.1. Daya aktif

Daya aktif adalah daya sebenarnya yang dihamburkan atau dipakai oleh beban. Daya dengan satuan Joule/detik atau watt disebut sebagai daya aktif. Simbolnya adalah P.(Temy Nusa, 2015) Daya aktif 1 phase dihitung dengan persamaan (2.4), sedangkan daya aktif 3 phase dihitung dengan persamaan (2.5)

$$P = V \times I \times cos\theta \tag{2.4}$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times cos\theta \tag{2.5}$$

Dimana

V : Tegangan listrik satuan (V) Volt

I : Kuat arus listrik satuan (A) Ampere

P : Daya listrik satuan (W) Watt

Cosθ : Faktor daya

2.6.2. Daya reaktif

Daya reaktif Satuannya adalah VAR (*Voltampere – reactive*). Daya reaktif (Q) ini merupakan jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet, daya reaktif juga dipahami sebagai daya yang tidak dihamburkan oleh beban,merupakan daya yang diserap namun dikembalikan ke sumbernya.(Temy Nusa, 2015) Daya reaktif 1 phase dapat dihitung dengan persamaan (2.6) sedangakan daya reaktif 3 phase dapat dihitung dengan persamaan (2.7).

$$Q = V \times I \times Sin\emptyset \tag{2.6}$$

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times Sin\emptyset \tag{2.7}$$

Dimana

Q : Daya reaktif satuan (VAR)

V : Tegangan satuan (V) Volt

I : Arus listrik satuan (A) Ampere

$Sin\emptyset$: Faktor daya

2.6.3. Daya Semu

Daya tampak merupakan hasil penujumlahan trigonometri daya aktif dan reaktif yang disimbolkan dengan S. Dengan satuannya adalah VA (Voltampere).(Badruzzaman, 2012) Daya Semu 1 phase dapat dihitung dengan persamaan (2.8) sedangakan daya Semu 3 phase dapat dihitung dengan persamaan (2.9) dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$S = V \times I \tag{2.8}$$

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \tag{2.9}$$

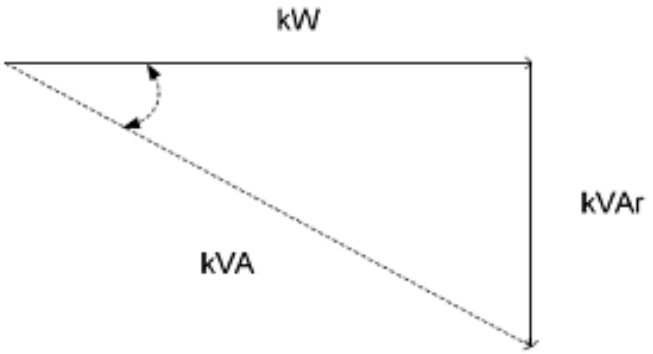
dimana

S : Daya semu (VA)

V : Tegangan (V) Volt

I : Arus Listrik (A) Ampere

Untuk bentuk gelombang arus dan tegangan sinusoidal pada frekuensi yang sama. Daya nyata atau bisa juga disebut daya kompleks, dihantarkan oleh system distribusi yang isinya adalah daya aktif dan daya reaktif. Daya reaktif apabila tidak digunakan dengan penuh, harus tetap di supply. Vector diagram biasanya digunakan untuk menyatakan hubungan dari daya tampak, daya aktif dan daya reaktif.(Badruzzaman, 2012) Hubungan ketiganya ditunjukan gambar 2.4 Hubungan antara daya nyata, daya aktif, dan daya reaktif



Gambar 2. 4 Hubungan antara daya nyata, daya aktif dan daya reaktif

Dimana:

$kVA^2 = kW^2 + kVAr^2$ (2.10)

$kW = kVA.\cos\Theta$ (2.11)

$kVAr = kVA.\sin\Theta$ (2.12)

$\cos\Theta$ = factor daya beban (2.13)

2.7. Faktor daya

Faktor daya bukan merupakan ukuran langsung dari efisiensi output ke input, tetapi factor daya merupakan ukuran sebenarnya dari bagaimana kapasitas system tenaga listrik digunakan.Faktor daya atau power factor (pf) didefinisikan sebagai perbandingan antara daya aktif (real power) dalam kW dengan daya nyata (apparent power) dalam kVA.(Badruzzaman, 2012) Persamaannya sebagai berikut (2.14)

Faktor daya (pf) = kW / kVA

$= (V.I.\cos\Theta)/V.I$ (2.14)

$= \cos\Theta$

2.8. *Power Logic Schneider IEM 3255*

Power Logic adalah suatu peralatan digital yang multi fungsi. *Power meter Power Logic Schneider IEM 3255* dilengkapi dengan komunikasi *Modbus* dan *M-Bus* yang berada di pengaturan *Power Logic Schneider IEM 3255,*. *Power Logic Schneider IEM 3255* merupakan suatu meteran dengan tingkat ketelitian yang

tinggi pada beban *nonlinear*. *Power Logic Schneider IEM 3255* merupakan suatu contoh peralatan canggih yang memungkinkan pengukuran secara akurat, mampu mengukur arus, factor daya dan tegangan serta dapat juga menyimpan ataupun memberikan laporan pembacaan secara real time.(Badruzzaman, 2012)

Spesifikasi :

1. Tegangan Terukur : 100-277 V L-N, 173-480V V L-L 20% Delta: 173-480 V L-L 20%
2. *Overload*-332 V L-N atau 575 V L-L
3. Tegangan impedansi-3mW
4. Frekuensi-50 / 60Hz +/- 10%
5. Rating suhu kawat minimum diperlukan- 90C (194F)
6. Konsumsi perangkat maksimal - <1-VA
7. Kawat-2.5mm2 / 14AWG
8. Panjang kawat kawat-8mm / 0,31 inci
9. Torsi-0,5 Nm / 4.4 in-lb

Current Inputs

1. *Nominal current*- 1A or 5A
2. *Measured current*- 20mA to 6A
3. *Impedance*- <1mW
4. *Freqency*-50/60Hz +-10%
5. *Burden*- <0.036 VA at 6A
6. *Wire*-6mm2/10AWG
7. *Wire* strip length- 8mm/0.31 in
8. *Torque*- 0.8Nm/7.0 in-lb

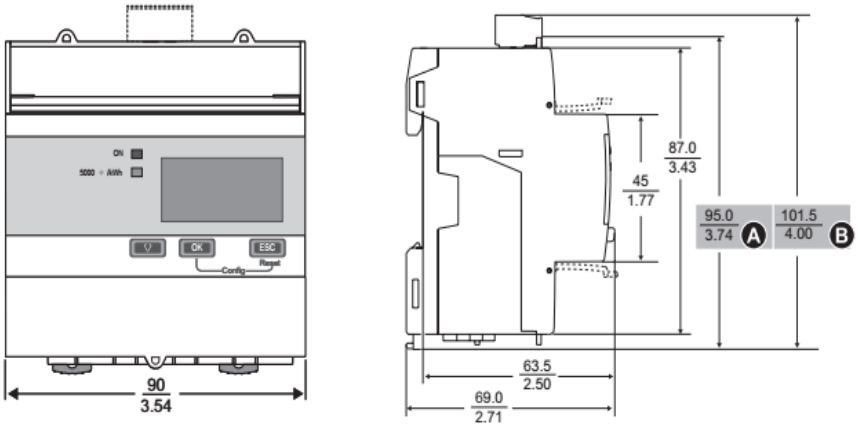
menggunakan *Power Logic Schneider IEM 3255* ditunjukan gambar 2.5 *Power Logic Schneider IEM 3255*, *power logic* tersebut ini mendukung banyak fitur, beberapa fitur terdaftar di atas tersebut:

Gambar 2. 5 *Power Logic Schneider IEM 3255*

2.8.1 Penjelasan umum IEM 3255

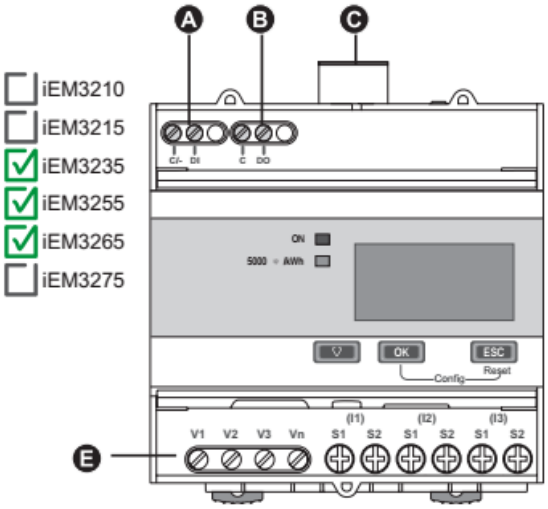
Dalam penjelasan umum ini di terangkan ukuran, konektor yang ada slot komunikas, *input, output* dan perkabelan *Power Logic Schneider IEM 3255*.

Pada ukuran fisik *Power Logic Schneider IEM 3255* ditunjukan pada gambar 2.6 ukuran *Power Logic Schneider IEM 3255*. dengan keterangan A : tinggi alat, sedangkan B : tinggi alat beserta konektor komunikasi *RS485*.



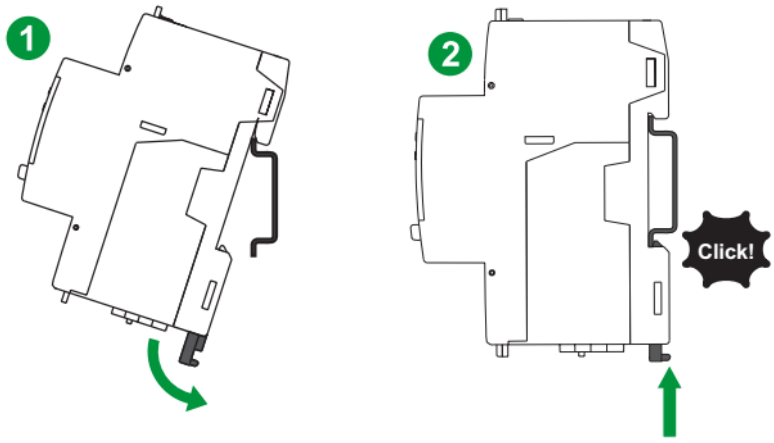
Gambar 2. 6 Ukuran fisik kWh meter IEM 3255,
(https://www.schneider-electric.com)

Pada gambar 2.7 menjelaskan gambaran umum konektor-konektor yang berada ada di Schneider *IEM* 3255 . Meliputi A : Terminal *Input*, B : Terminal *Output*, C : Terminal Komunikasi, E : Terminal *Phase*



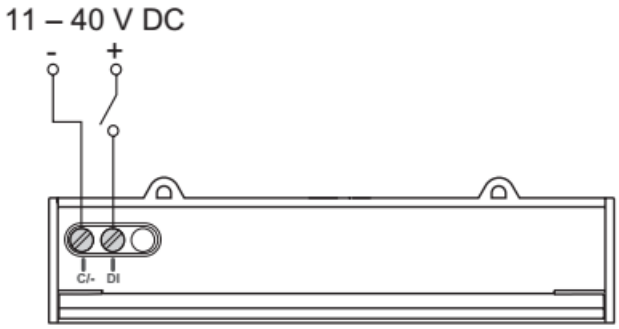
Gambar 2. 7 Penjelasan Umum Konektor IEM 3255
(https://www.schneider-electric.com)

Pada gambar 2.8 menunjukan Pemasangan fisik *Power Logic Schneider IEM 3255* yang benar. Letakan sisi atas terlebih dahulu selanjutnya sisi bawah , sambil di tekan sampai berbunyi klik.

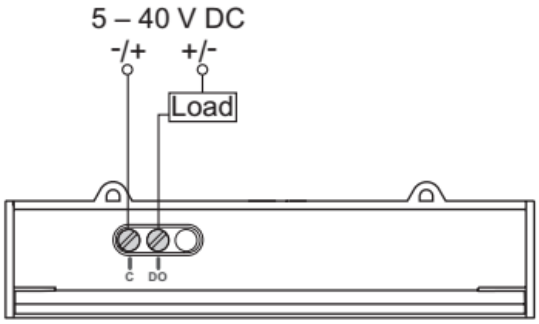


Gambar 2. 8 Instalasi Fisik IEM 3255
(https://www.schneider-electric.com)

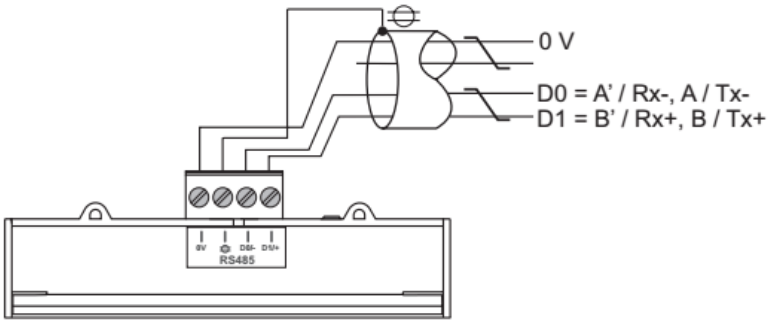
Gambar 2.9 menjelaskan gambaran terminal masukan 11- 40 V DC. *Power Logic Schneider IEM 3255*, gambar 2.10 menjelaskan gambaran terminal keluaran 5 – 40 V DC *Power Logic Schneider IEM 3255* , dan gambar 2.11 menunjukan gambaran konektor *serial RS 485* pada *Power Logic Schneider IEM 3255*.



Gambar 2. 9 Terminal Masukan IEM 3255
(https://www.schneider-electric.com)



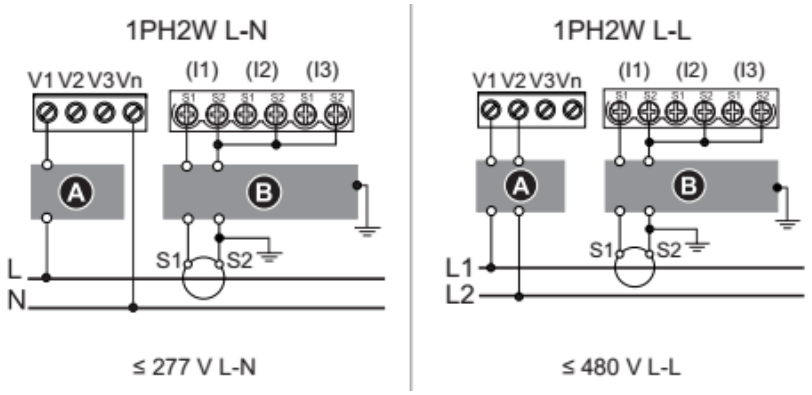
Gambar 2. 10 Terminal Keluaran IEM 3255
(https://www.schneider-electric.com)



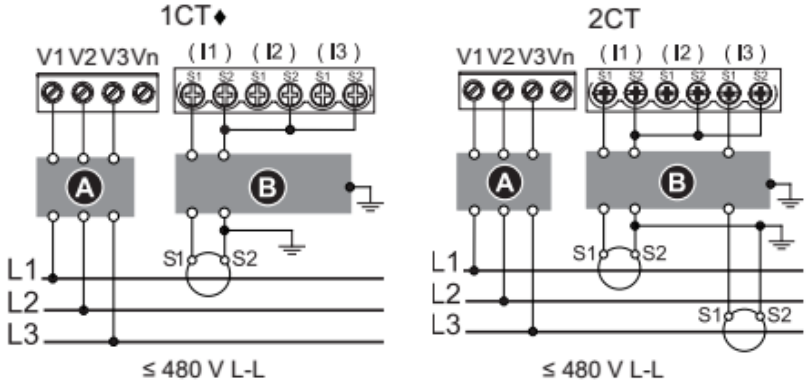
Gambar 2. 11 Terminal Komunikasi RS 485
(https://www.schneider-electric.com)

Model perkabelan *Power Logic Schneider IEM 3255*. Untuk menentukan sistem perkabelan yang akan digunakan semisal. *1PH2W L-N*, yaitu , 1 phase dengan 2 kabel line dan netral 1 *Cureent Transformer*. Model perkabelan ditunjukan gambar 2.12 konfigurasi perkabelan *1PH2W L-N* dan *1PH2W L-L Cureent Transformer*. Ada pula model perkabelan *Power Logic Schneider IEM*

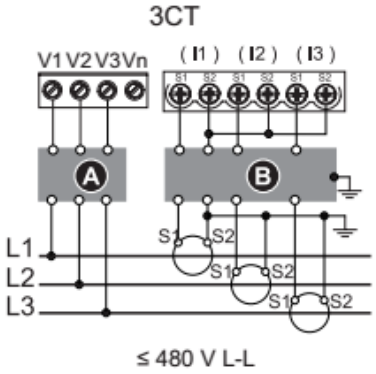
3255 antara lain ditunjukan Gambar 2. 13 Konfigurasi Perkabelan *3PH3W 1CT* dan *2CT*. Gambar 2. 14 Konfigurasi Perkabelan *3PH 3W 3CT*. Gambar 2. 15 Konfigurasi Perkabelan *3PH4W 1CT* dan *2CT*. Gambar 2. 16 Konfigurasi Perkabelan *3PH4W 3CT*



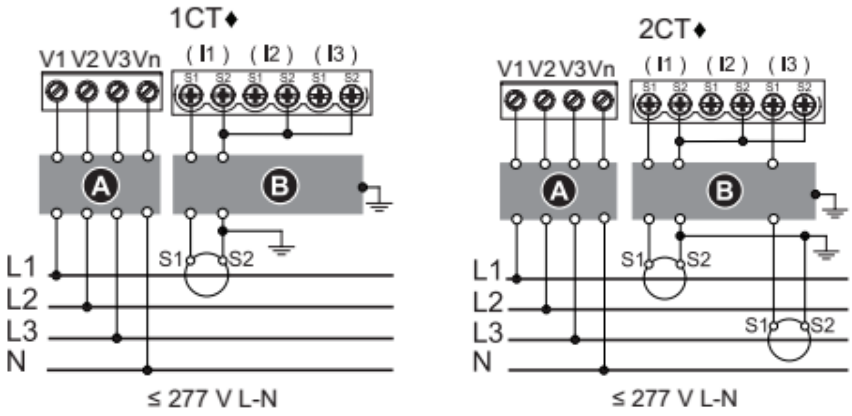
Gambar 2. 12 Konfigurasi Perkabelan 1PH2W L-N dan 1PH2W L-L (https://www.schneider-electric.com)



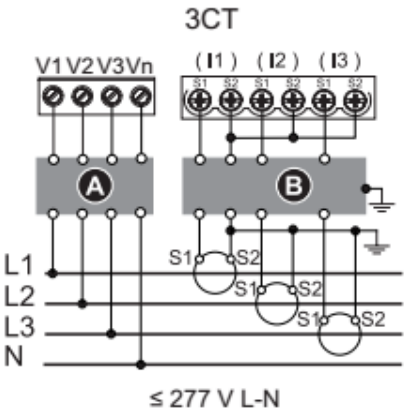
Gambar 2. 13 Konfigurasi Perkabelan 3PH3W 1CT dan 2CT (https://www.schneider-electric.com)



Gambar 2. 14 Konfigurasi Perkabelan 3PH 3W 3CT (https://www.schneider-electric.com)



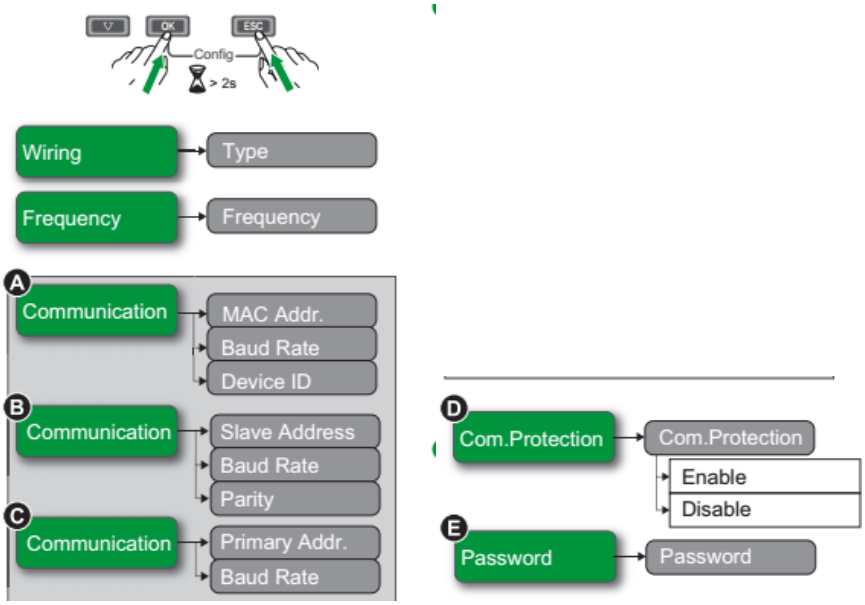
Gambar 2. 15 Konfigurasi Perkabelan 3PH4W 1CT dan 2CT (https://www.schneider-electric.com)



Gambar 2. 16 Konfigurasi Perkabelan 3PH4W 3CT (https://www.schneider-electric.com)

2.8.2 Konfigurasi dasar *Power Logic Schneider IEM 3255*

Konfigurasi *Power Logic Schneider IEM 3255* menyesuiakan perkabelan yang di yang sudah di instalasi, contoh perkabelan yang banyak di jumpai menggunakan 1Phase 2 Kabel, 1CT 1PH2W L-N, 1PH2W L-L, serta menggunakan 3 phase 3 kabel 1CT, 2CT dan 3CT, contoh konfigurasi dasar *Power Logic Schneider IEM 3255* seperti gambar 2.17 konfigurasi power logic



Gambar 2. 17 Konfigurasi dasar Power Logic IEM 3255
(https://www.schneider-electric.com)

Konfigurasi dasar Power Logic IEM 3255 , menekan tombol ok dan esc secara bersamaan selama kurang lebih 3 detik. Pilihan pertama perkabelan sesuai kan perkabelan mau menggunakan 1 *phase* atau 3 *phase*. Tentukan jumlah Current Transformer yang mau di konfigurasi, pilihan kedua tentukan frekuensi , 40 Hz atau 50 Hz , pilihan ke tiga komunikasi *mac addres, baud rate, device ID , slave address, baud rate, parity, primary address* dan *baud rate* sesuaikan yang ingin di gunakan sesuai tabel *manual book scheinder Schneider IEM 3255*. Setiap komunikasi ada kelebihan dan kekurangan masing- masing. Pilhan ke empat *com proctection enable* atau *disable*, pilihan terahkir *password*.

2.9. *Protokol Modbus*

Modbus merupakan sebuah protokol yang telah distandarisasi bagi interkoneksi mesin industri dimana *modbus* menyediakan komunikasi *client-server* antara berbagai perangkat yang dihubungkan pada *type network* yang berbeda.(Andi Adriansyah, 2013)

Beberapa Jenis Type *Modbus* sebagai baerikut

1. *Modbus Serial (RTU & ASCII)*
2. *Modbus TCP/IP*

3. *Modbus +*

Pada tugas ahkir ini menggunakan *Modbus Serial RTU* yang mudah di implemensikan. Protokol komunikasi *Modbus* s*erial* mengatur cara-cara dan format komunikasi serial *(RS232 atau RS485)* antara *master* dengan *Slave* (*master* atau *slave* dapat berupa *PLC ,microcontroller, smart device* dll) .Jaringan *Modbus* terdiri dari *Master* dan beberapa *Slave, Master* yang berinisiatif memulai komunikasi antara lain menulis data,membaca data,dan mengetahui status *Slave* . Permintaan *master* disebut juga sebagai *request* atau *query*. *Slave* hanya bersifat pasif/menunggu atau dengan kata lain *slave* hanya me respon jika ada permintaan/*query* dari *master*. Jumlah *slave* dalam protokol *Modbus* bisa sebanyak 247 *slave*.

Protokol modbus terdapat 4 jenis penyimpanan data dengan panjang masing masing *16 bit*. Seperti tabel 2.1 penyimpanan data pada ModBus

Tabel 2. 1 Penyimpanan data pada Modbus

Primary tables	*object type*	*type of*	*comments*
Coilss	*Single Bit*	*Read-Write*	*master* dan *slave* bisa merubah data *coil*
Discretes input	*Single Bit*	*Read-Only*	data hanya bisa di rubah oleh *slave*
Input Registers	*16- bit word*	*Read-Only*	data hanya bisa di rubah oleh *slave*
Holding Register	*16- bit word*	*Read-Write*	*master* dan *slave* bisa merubah data *register*

1. *Coil*

   Jenis data ini digunakan untuk mengaktifkan *coil relay* . nilai jenis data ini *ON* atau *OFF*. *Coil* mempunyai panjang 16 bit,

2. *Input Relay / input biner / input digital/input diskrit*

   kebalikan dengan *coil, input relay* digunakan untuk mengetahui status *relay* apakah sedang *ON* atau *OFF*. *Input relay* bersifat *read only*

3. *Input Register*

   Input Regsiter digunakan untuk menyimpan data *analog* dengan *range* nilai 0 ~ 65535 . *Input register* bersifat *read only*

4. *Holding Register*

   Holding register digunakan untuk menyimpan nilai dgn range 0~65535 register ini mempunyai alamat register 40001 sampai 49999. Alamat address dan fungsi code protokol Modbus dijelaskan tabel 2.2 Alamat Modbus dan fungsi kode pada Modbus.

Tabel 2. 2 Alamat Modbus dan fungsi kode pada Modbus

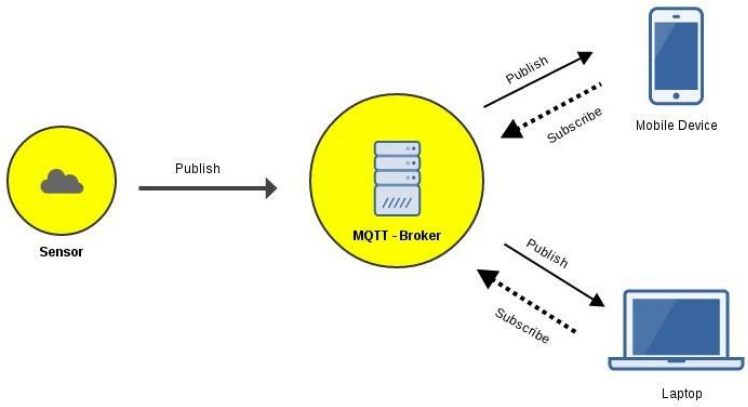
Modbus Device Name	*Modbus Address Map (Desimal)*	*Applicable Function Code*
Coil (000000 dan *above)*	000001 - 000504	1, 5, 15
	000701 - 000956	
	001001 - 003048	
	009001 - 009256	
Input Relay (100000 dan *above)*	100001 - 100504	2
	101001 - 101256	
	101501 - 101756	
Input Register (300000 dan *above)*	300001 - 300256	4
	300501 - 300756	
Holding Register (400000 dan *above)*	400001 - 408000	3, 6, 16
	408001 - 408500	
	409001 - 409256	3
	409501 - 409756	
	410001 - 450000	3, 6, 16

2.10. *MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)*

Protokol MQTT (Message Queue Telemetry Transport) adalah protokol pesan ringan *(lightweight)* berbasis *publish-subscribe* digunakan di atas protokol *TCP/IP*. Protokol ini mempunyai ukuran paket data *low overhead* kecil (minimal 2 *gigabyte*) dengan konsumsi catu daya kecil. (Saputra, Afrizal, Mahfud, Pribadi, & Pamungkas, 2017)

MQTT bersifat terbuka, simpel supaya didesain agar mudah untuk diimplementasikan, yang mampu menangani ribuan client jarak jauh dengan hanya satu server. Karakteristik ini membuatnya ideal untuk digunakan dalam banyak situasi, termasuk lingkungan terbatas seperti dalam komunikasi *Machine to*

Machine (M2M) dan koneksi *Internet of Things (IOT)* dimana dibutuhkan kode *footprint* yang kecil dan/atau jaringan yang terbatas. (Saputra et al., 2017)



Gambar 2. 18 Prinsip Kerja *MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)*

Gambar 2.18 menjelaskan tentang proses transfer data yang di jalankan *MQTT (Message Queuing Telemetry Transport).* Banyak pilihan untuk belajar *IoT* dengan memakai protokol *MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)* ditambah lagi harga device yang semakin murah dan terjangkau. Fitur protokol *MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)* sebagai berikut.

1. *Publish/subscribe message pattern* yang menyediakan distribusi message dari satu ke banyak dan decoupling aplikasi.
2. *Messagging transport* yang *agnostic* dengan isi dari *payload.*
3. Menggunakan *TCP/IP* sebagai konektivitas dasar jaringan.

Publish/subscribe sendiri adalah sebuah pola pertukaran pesan di dalam komunikasi jaringan dimana pengirim data disebut publisher dan penerima data disebut dengan subscriber, konsep *publish/subscribe* memiliki beberapa kelebihan salah satunya yaitu *loose coupling* atau *decouple* dimana antara *publisher* dan *subscriber* tidak saling mengetahui keberadaannya.

terdapat 3 buah yaitu time *decoupling, space decoupling* dan *synchronization decoupling* berikut penjelasannya. (Rochman, Primananda, & Nurwasito, 2017)

1. *Time decoupling* adalah sebuah kondisi dimana publisher dan subscriber tidak harus saling aktif pada waktu yang sama. (Rochman et al., 2017)
2. *Space decoupling* adalah dimana *publisher* dan *subscriber* aktif di waktu yang sama akan tetepi antara *publisher* dan *subscriber* tidak saling mengetahui keberadaan dan identitas satu sama lain. (Rochman et al., 2017)
3. *synchronization decoupling* kondisi dimana pengaturan event baik itu penerimaan atau pengiriman pesan di sebuah node hingga tidak . (Rochman et al., 2017)

2.11. *Current Transformer*

Current Transformer merupakan transformator yang berfungsi untuk mengukur arus yang melewati suatu penghantar. Current Tranformer harus terpasang seri dengan beban yang akan diukur arusnya. Dengan rasio antara lilitan primer (N1) dan lilitan sekunder (N2) maka arus yang melewati suatu penghantar dapat diukur dengan alat ukur seperti Amper meter atau alat ukur digital lainnya. *Current Transformer* ditunjukan gambar 3.10 *Current Transformer* 300 A

Gambar 2. 19 *Current Transformer*

Prinsip kerja current transformer kumparan primer mengalir arus, maka pada kumparan primer timbul gaya gerak magnet. Gaya gerak magnet ini

memproduksi *fluks*, kemudian membangkitkan gaya gerak listrik (GGL) pada kumparan sekunder.

2.12. *Ic Max485*

IC MAX485 adalah *transceivers* daya rendah untuk protokol komunikasi: *RS-485* dan *RS-422*. Dalam *IC ini* terdapat satu pengirim dan satu penerima, dengan kecepatan transmisi hingga 2,5 Mbps. Konsumsi daya yang digunakan 120µA pada keadaan siaga, dan 500µA pada saat beroperasi dengan pengirim dimatikan. Fungsi Pin IC MAX485 ditunjukan tabel 2.3, tabel 2.4, tabel 2.5 fungsi *PIN IC MAX485*

Untuk semua operasi hanya diperlukan daya tunggal sebesar 5V. Dilengkapi dengan sistem pembatas arus pada kondisi arus pendek, dan sistem proteksi terhadap kelebihan beban.. *IC MAX485* dirancang untuk aplikasi *half-duplex* (transmisi bergantian). *Chip* ini tahan terhadap gangguan statis *ESD (Electrostatic Discharge)* hingga 15 kV. *IC MAX 485* ditunjukan gambar 2.20 *IC MAX485*

Tabel 2. 3 Fungsi PIN IC MAX 485

No.	PIN	Fungsi
1	*RO (Receive output)*	jika A> B dengan 200mV, RO akan tinggi; jika A <B dengan 200mV, RO akan rendah.
2	*RE (Receiver Output Enable)*	RO diaktifkan ketika RE rendah; RO tinggi impedansi ketika RE tinggi.

Tabel 2. 4 Fungsi PIN IC MAX 485

No.	PIN	Fungsi
1	*DE (Driver Output Enable)*	Output driver diaktifkan ketika DE tinggi.
		memiliki impedansi tinggi ketika DE rendah. Jika output driver diaktifkan,
		bagian-bagian berfungsi sebagai driver baris. impedansi tinggi, berfungsi sebagai penerima garis jika RE rendah.

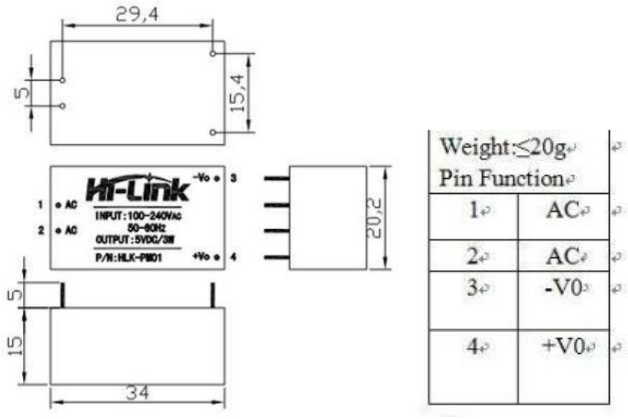
Tabel 2. 5 Fungsi PIN IC MAX 485

1	DI (Driver input)	pada output DI kekuatan A rendah dan output B tinggi. Demikian pula, output gaya A tinggi dan keluaran B rendah.
2	GND	Pentanahan
3	A	Keluaran dan Penerima
4	B	Keluaran dan Penerima
5	VCC	Sumber daya listrik : 4.75V

Gambar 2. 20 IC MAX 485

2.13. *Hi-Link HLK-PM01*

Hi-Link HLK-PM01 adalah Power Supply Mini yang mengkonversi tegangan AC 220V ke tegangan DC 5V 600 mA (3W). Dengan ukuran yang kecil dan compact, Power Supply ini cocok untuk project yang membutuhkan daya yang tidak terlalu besar. Gambaran umum modul Hi Link PM01 ditunjukan gambar 2.21 ukuran dan fugsi pin modul Hi-Link PM01 dan gambar 2.22 bentuk modul Hi-Link PM01.



Gambar 2. 21 Ukuran Dan Fugsi Pin Modul Hi-Link Pm01
(https://www.schneider-electric.com)

Gambar 2. 22 Modul Hi-Link PM01
(https://www.hilink.com)

Modul Hi-Lin mempunyai Fitur sebagai berikut.

1. Memenuhi UL, persyaratan CE,
2. Sangat tipis, dan sangat kecil
3. Semua input tegangan (AC: 90 ~ 264V)
4. tingkat kebisingan rendah
5. Konsumsi daya rendah
6. Pelindungan terhadap beban lebih dan hubung singkat

Karakteristik listrik

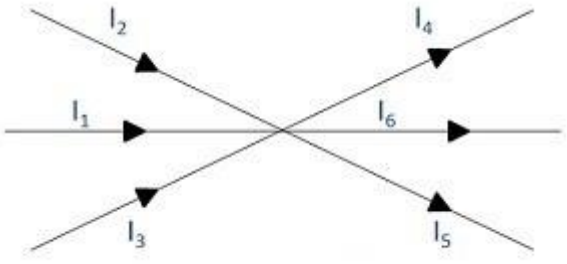
1. Nilai tegangan input: 100-240 VAC
2. Rentang tegangan input: 90-264 VAC
3. Tegangan input maksimum: ≤270 VAC
4. Arus input maksimum: ≤0.2 A
5. Masukan lonjakan arus: ≤10 A
6. Masukkan awal yang lambat: ≤50 ms
7. *Input Low Voltage Efficiency*: Vin = 110VAC⅕ Output penuh-load≥69%
8. *Input Efisiensi Tegangan* Tinggi: Vin = 220VAC⅕ output penuh-load≥70%

2.14. *Earth Leakaque Circuit Breaker (ELCB) 3 Phase*

ELCB singkatan dari *(Earth Leakaque Circuit Breaker)*, *ELCB* di sebut juga dengan istilah *RCD (Residual Current Device)*. kegunaan *ELCB* adalah sebagai pengaman pada suatu rangkaian instalasi listrik. Maka penting untuk memasang *ELCB* dan pada instalasi listrik. *ELCB* secara otomatis mendeteksi kebocoran arus listrik dan kontak body. *ELCB* ditunjukan gambar 2.23 *Earth Leakaque Circuit Breaker*

Pada *ELCB*, tersebut mendeteksi perbedaan listrik diantara semua penghantarnya. Bila terdapat perbedaan arus sampai besaran tertentu, maka *relay* tersebut akan memutuskan kontak utamanya. Secara teori, prinsip kerja dari *ELCB* mengacu pada hukum *Kirchoff* Arus Total yang masuk melalui suatu titik percabangan dalam suatu rangkaian listrik sama dengan arus total yang keluar dari titik percabangan tersebut. ditunjukan gambar 2.24 rangkaian hukum *Kirchoff*

Gambar 2. 23 Earth Leakaque Circuit Breaker
(https://www.schneider-electric.com)



Gambar 2. 24 Hukum Kirchoff

Berdasarkan Rangkaian diatas, dapat dirumuskan seperti persamaan 2.15

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5 + I_6 \quad (2.15)$$

Bila kondisi salah satu I (Arus) tidak sama maka kondisi ini tidak seimbang dan mentriger relay pada *ELCB* untuk bekerja memutuskan rangkaian listrik. Walau demikian, masih terdapat toleransi arus bocor yang masih diperbolehkan sebelum *ELCB* bekerja untuk memutuskan rangkaian listrik.

Berikut perhitungan menggunakan *ELCB* Rumus Penghitung Arus beban listrik 3 Phase dapat dirumuskan seperti persamaan 2.16

$$I = \frac{P}{Vx\sqrt{3}xCos\ \rho} \quad (2.16)$$

BAB III
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

Pada bab ini menjelaskan tentang proses pembuatan alat monitoring energi listrik terhadap motor listrik 3 *phase* secara *IoT (internet of things).* Alat tersebut memerlukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak serta prosesnya terbagi menjadi beberapa tahap

3.1. Perancangan Sistem

Pada tugas ahkir ini tahap perancangan sistem, rancang bangun sistem monitoring energi listrik pada motor listrik 3 *phase* secara *IoT (internet of things)* meliputi tahap deskripsi sistem secara umum dan modul yang di gunakan.

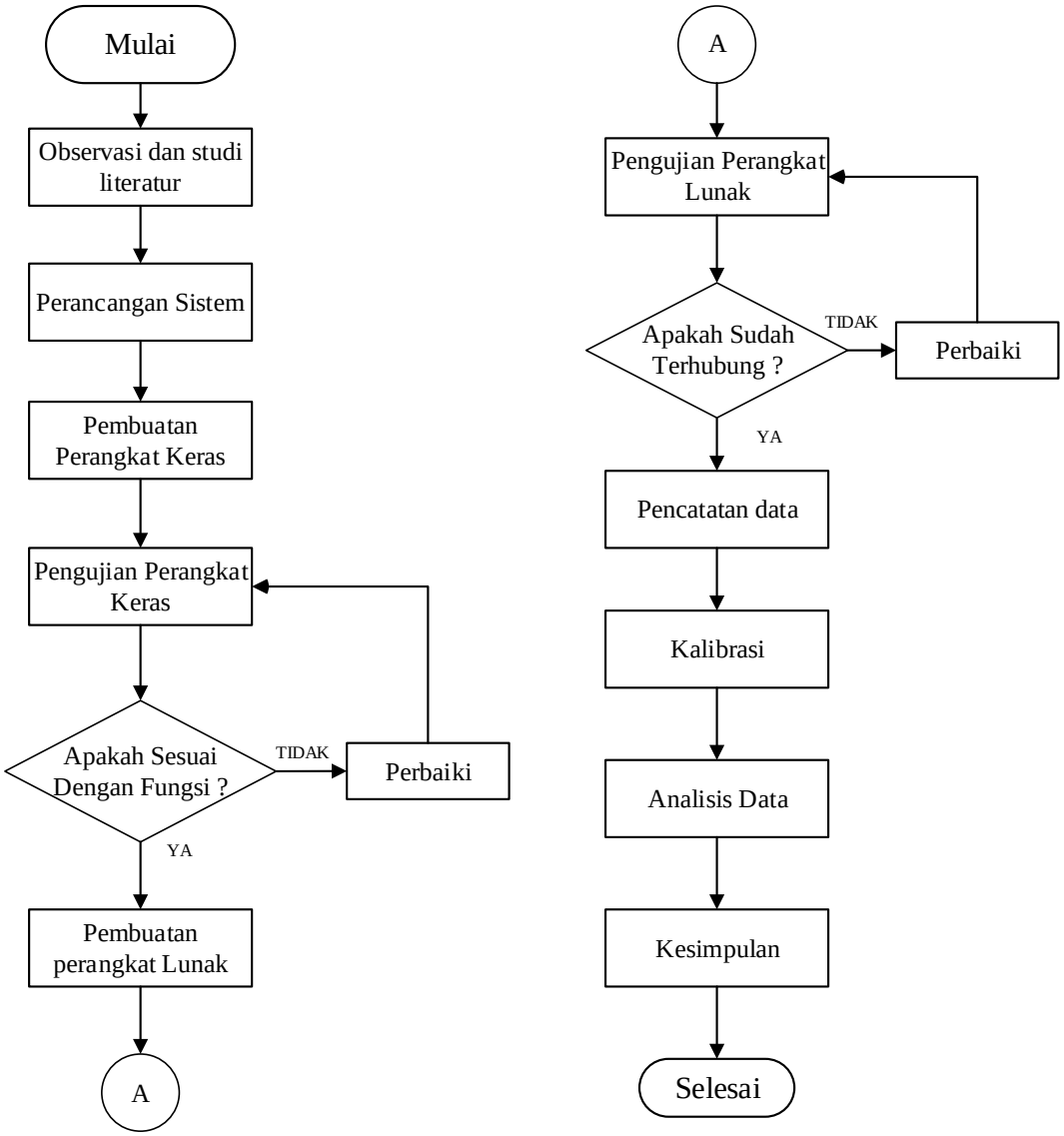
3.1.1. Deskrips Sistem

Perancangan sistem monitoring energi listrik pada motor listrik 3 *phase* dirancang menggunakan *IoT (internet of things).* Sistem ini akan di program dengan menggunakan bahasa *C,* yang dimodifikasi dan dikembangkan oleh *Arduino*. Sensor yang digunakan sensor *cureent transformer* yang menghasilkan data pembacaan berupa nilai tegangan, arus, daya aktif, faktor daya, frekuensi, dan jumlah energi yang di tampilkan melalui *Power Logic Schneider IEM 3255*. Data keluaran dari sensor akan di kirim secara serial menggunakan perantara *IC MAX 485* supaya bisa komunikasi dengan *ESP 8266*. Data yang telah diterima kemudian akan dikirim ke *cloud* secara *real time* dengan menggunakan jaringan internet. Data monitoring dapat di lihat di *website* melalui perantara komputer atau ponsel pintar. Perangkat yang digunakan untuk perancangan sistem adalah *ESP 8266 NodeMCU, IC MAX 485,* dan *Hi-Link HLK-PM01*.

3.2. Metode Penelitian

Sistem perancangan ini akan dilakukan secara bertahap antara lain, observasi dan studi lineatur, perancangan sistem, pembuatan perangkat keras,

pengujian perangkat keras, pembuatan perangkat lunak, pengujian perangkat lunak, pencatatan data, kalibrasi, analisa data, pelaporan. Ditunjukan gambar 3.1 flow chat tahap penelitian.



Gambar 3. 1 Flow Chart Tahapan Penelitian

1. Observasi dan studi literatur

   Untuk mendapatkan literatur maka dilakukan observasi sebagai berikut.

   a. Tugas ahkir ini di lakukan di PT. Reckit Benckiser Semarang
   b. Mencari buku mengenai *Internet of things*
   c. Mencari jurnal berkaitan dengan *Internet of things*

d. Waktu pelaksanaan tanggal 26-09-2018 di SDP RBI 1 PT. Reckit Benckiser Semarang

2. Perancangan sistem

Dalam proses perancangan sistem monitoring energi listrik pada motor listrik 3 *phase* secara IoT *(Internet of Things)* menggunakan perangkat sebagai berikut

a. *ESP 8266NodeMCU* sebagai *mikrokontroler*
b. *IC MAX 485* sebagai pengirim data
c. *Hi-Link HLK-PM01* sebagai catu daya rangkaian

3. Pembuatan perangkat keras

Dalam proses pembuatan perangkat keras sistem monitoring energi listrik pada motor listrik 3 *phase* secara *IoT (Internet of Things)* diperlukan design keseluruhan sistem, meliputi design tata letak perangkat keras yang digunakan serta design skematik modul.

a. Design tata letak perangkat keras meliputi, menggunakan alas dari akrilik, perangkat keras yang digunakan sebagai berikut, *Power Logic Schneider IEM 3255*, Terminal block 35A 12 Lubang, *Earth Leakaque Circuit Breaker (ELCB)* 3 *Phase*, dan *Cureent Transformer*
b. *Design* rangkaian modul meliputi, *design* tata letak komponen, menghubungan antar komponen elektronika yang digunakan untuk membuat sistem tersebut.

4. Pengujian perangkat keras

Dalam proses pengujian perangkat keras tersebut menggunakan alat sebagai berikut

a. *Multi meter* untuk pengukuran parameter kelistrikan
b. *Tespen* untuk mengetahui ada tidaknya suatu tegangan listrik.

Proses pengujian perangkat keras tersebut dilakukan pengujian berupa tegangan keluaran dan tegangan masuk pada modul, apakah modul yang dibuat berjalan sebagaimana

5. Pembuatan perangkat lunak

   Dalam proses pembuatan perangkat lunak merupakan proses pembuatan program untuk sistem yang akan dibuat. Pembuatan perangkat lunak berupa *website* menggunakan Bahasa pemograman Bahasa C. *website* yang digunakan *website cayenne*.

6. Pengujian perangkat lunak

   Dalam pengujian perangkat lunak tersebut dapat diketahui antara komunikasi perangkat lunak dengan perangkat keras yang telah dibuat telah terhubung. Untuk mengetahui komunikasi perangkat lunak menggunakan apilkasi sebagai berikut.

   a. Perangkat lunak QModBus untuk mengetahui data ModBus dalam perangkat *power logic*

   b. IEEE-754 *Floating Point Converter, conveter* bilangan hexadecimal ke decimal menggunakan metode *floating point*

   c. Serial monitor unutk mengetahui koneksi antara perangkat lunak dan perangkat keras.

7. Pencatatan data

   Dalam tahap pencatatan data ini dilakukan proses pengumpulan data, dimana data yang diambil adalah data besarnya arus listrik yang di konsumsi oleh motor listrik 3 *phase* dengan menggunakan *power analyzer* dan data dari *website cayenne*. Data yang diukur berupa tegangan, arus, daya, power factor, frekuensi dan kWh. Pengambilan data di lakukan selama 2 jam

8. Kalibrasi

   Dalam tahap kalibrasi untuk mengetahui seberapa jauh perbedaan data yang ditunjukkan oleh alat ukur yang dibuat dengan alat yang sudah dikalibrasi berupa power analyser berupa persentase.

9. Analisa data

   Dalam proses analisa data, data yang telah didapatkan melalui proses pencatatan data dari *website cayenne* maupun data dari hasil kalibrasi dengan menggunakan alat power analyzer selanjutnya dilakukan analisa hasil data.untuk mengetahui sistem yang dibuat telah sesuai dengan apa yang

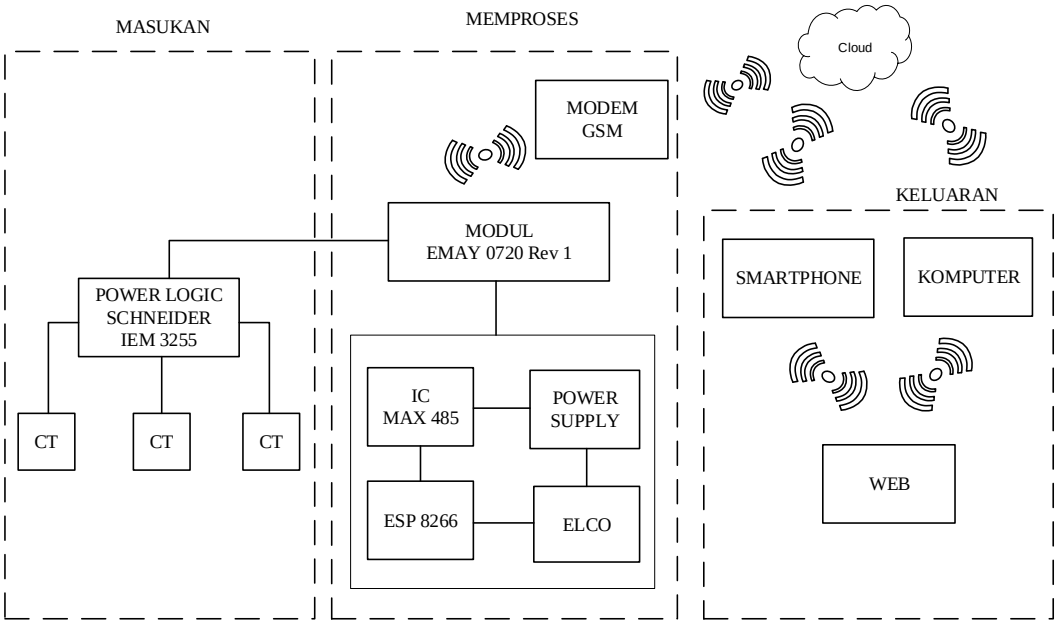
diharapkan. Jika sistem yang dibuat belum sesuai, maka kembali ke tahap pengujian.

10. Kesimpulan

    Dalam tahap kesimpulan menyimpulkan hasil pengujian alat, pengumpulan dan analisa data yang dilakukan selama pengujian.

3.3. Blok Diagram Sistem

Diagram blok sistem monitoring energi listrik pada motor listrik 3 phase dirancang menggunakan *IoT (internet of things)* ditunjukan Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem berikut



Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem

Gambar di atas ini dibahas tentang perancangan alat secara keseluruhan sesuai dengan blok diagram sistem. Ditunjukan gambar 3.2 Blok Diagram Sistem meliputi, masukan, memproses dan keluaran.

1. Masukan

   Masukan data yang berupa nilai tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, frekuensi, faktor daya dan energi sebagai diperoleh dari *current transformer* yang dikoneksikan dengan *Power Logic Schneider IEM 3255*.

2. Proses

   Dalam tahap proses ini Modul *EMIAY 0720 Rev 1* digunakan sebagai pengendali utama untuk membaca informasi tegangan, arus, daya aktif, daya reakrif, frekuensi, faktor daya dan energi, yang telah diukur serta mengambil informasi waktu *Power Logic Schneider IEM 3255*. Modul *EMIAY 0720 Rev 1* terdiri dari *IC MAX485*, catu daya, elco, dan *ESP8266 NodeMCU*. *ESP8266 NodeMCU* sebagai *mikrokontroler* yang memproses dan penyimpanan informasi secara real time

3. Keluaran

   Informasi keluaran berupa tegangan, arus, daya aktif, daya reakrif, frekuensi, power faktor dan energi tersebut ditampilkan pada *website cayenne*, yang nanti nya bias diakes melalui komputer dan ponsel pintar kemudian disimpan pada basis data. Proses pengiriman dilakukan melalui *WiFi* yang telah terintegrasi pada *ESP8266 NodeMCU*

Pembacaan data yang dihasilkan *Power Logic Schneider IEM 3255* menuju *website cayenne* secara *real time*, langsung ditampilkan melalui dari komputer melalui *website cayenne*. Informasi yang akan dikirim dari modul ke *website cayenne* melalui jaringan *WiFi*. Komputer sebagai media informasi untuk mengakses *website cayenne*. Untuk melakukan pengambilan informasi dapat dikendalikan oleh user dari jarak jauh secara langsung dan cepat

Langkah-langkah monitoring *Power Logic Schneider IEM 3255* dengan menggunakan *website cayenne* melalui komputer dengan urutan sebagai berikut:

1. User membuka aplikasi *website cayenne* yang telah di buat untuk sistem monitoreing tersebut
2. User menentukan pilihan Power Logic IEM 3255 mana yang mau di monitoring , misalnya Power Logic IEM 3255 Bagian Oven 7.
3. Setelah user menentukan pilihan *Power Logic* yang mau di monitoring, di sistem atau di komputer terlihat *Power Logic* bagian Oven 1 sekian .
4. Data akan masuk ke sistem secara nyata dan langsung ke komputer.

3.4. Perancangan Alat

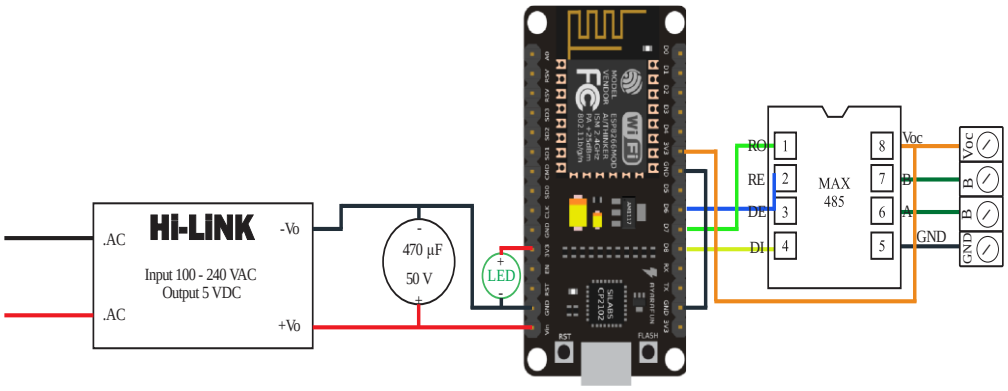
Pada tugas ahkir ini tahap perancangan alat di bagi menjadi 3 meliputi, tahap perancangan modul, tahap perancangan mekanik, dan tahap perencangan perangkat lunak. Akan di jelaskan cara kerja masing – masing komponen yang digunakan

3.4.1. Perancangan Modul

Pada tugas ahkir ini tahap perancangan modul yang digunakan berupa modul *ESP 8266 NodeMCU, IC MAX 485,* dan catu daya *Hi-Link HLK-PM01*, akan di jelaskan cara kerja masing – masing komponen yang digunakan.

1. ESP 8266 NodeMCU

Perancangan perangkat elektronik berdasarkan diagram blok membutuhkan Modul *ESP 8266*, Modul *ESP8266NodeMCU* dilengkapi dengan *micro usb port* yang berfungsi untuk pemograman maupun power supply. Selain itu *NodeMCU* di lengkapi dengan tombol push button yaitu tombol *reset* dan *flash*. berikut pin yang digunakan ditunjukan pada gambar 3.3 konfigurasi *ESP8266 NodeMCU*



Gambar 3. 3 Konfigurasi ESP8266 NodeMCU

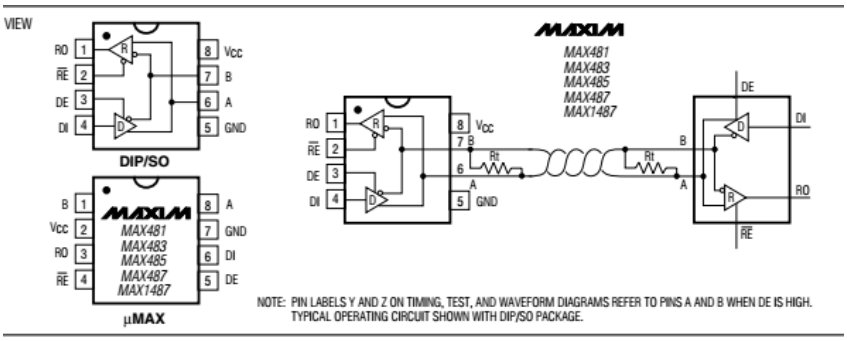
Untuk pemograman *ESP8266NodeMCU* bisa menggunakan perangkan lunak *Arduino IDE* dengan melakukan sedikit perubahan board manager pada *Arduino IDE*. Sebelum menggunakan *Board ESP8266NodeMCU* sebaiknya harus di Flash dahulu supaya support terhadap perangkat yang digunakan.

Konfigurasi *ESP8266 NodeMCU* keluaran dari catu daya –*Vo* dihubungkan dengan kaki *elco negaif* (-) selanjutnya dihubungkan dengan pin *GRD* di *ESP8266*

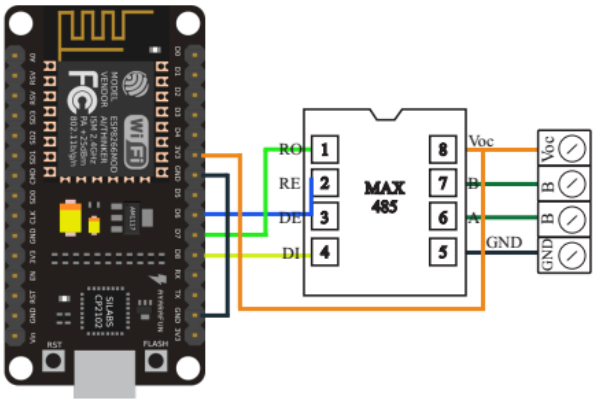
NodeMcu, sedangan keluaran +Vo dihubungkan dengan kaki elco positif (+), selanjutnya dihubungkan dengan pin Vin di *ESP8266 NodeMCU*.

2. IC MAX 485

IC MAX485 adalah *transceivers* daya rendah untuk protokol komunikasi: *RS-485* dan *RS-422*. Dalam IC ini terdapat satu pengirim dan satu penerima, dengan kecepatan transmisi hingga 2,5 Mbps. Konsumsi daya yang digunakan 120µA pada keadaan siaga, dan 500µA pada saat beroperasi dengan pengirim dimatikan. Konfigurasi *Pin IC MAX485* ditunjukan gambar 3.4 Konfigurasi *Pin IC MAX485*, sedangkan Menghubungkan *ESP8266NodeMCU* dengan *Pin IC MAX485* ditunjukan gambar 3.5 Konfigurasi Pin *ESP8266* dengan Pin *IC MAX 485* sedangkan



Gambar 3. 4 Konfigurasi Pin IC MAX485
(www.bb-smartworx.com)

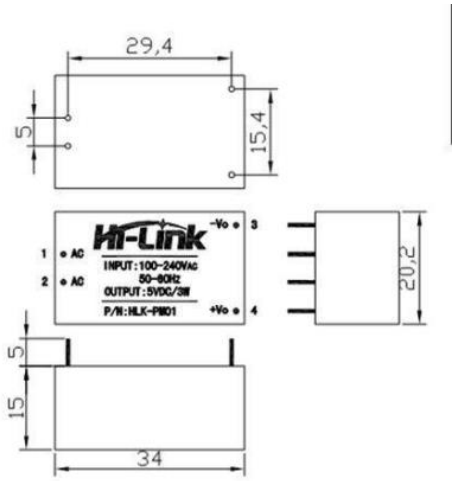


Gambar 3. 5 Konfigurasi Pin ESP 8266 dengan Pin IC MAX485

Untuk semua operasi hanya diperlukan daya tunggal sebesar 5V. Dilengkapi dengan sistem pembatas arus pada kondisi arus pendek, dan sistem proteksi terhadap kelebihan beban.. *IC MAX485* dirancang untuk aplikasi *half-duplex* (transmisi bergantian). Chip ini tahan terhadap gangguan statis *ESD, (Electrostatic Discharge)* hingga 15 kV.

3. Hi-Link HLK-PM01

Catu daya *Hi-Link HLK-PM01* pada rangkaian ini digunakan untuk menyediakan tegangan catu dengan masukan tegangan yang didapat dari jala-jalan PLN sebesar 220 Volt, dan keluaran tegangan yang lebih rendah tegangan DC 5V 600 mA (3W) yang digunakan untuk menyediakan kebutuhan kerja keseluruhan rangkaian. Dengan ukuran yang kecil dan compact, *Hi-Link HLK-PM01* ini cocok untuk project yang membutuhkan daya yang tidak terlalu besar. Gambaran umum modul *Hi Link PM01* ditunjukan gambar 3.6 ukuran dan fugsi pin modul *Hi-Link PM01*

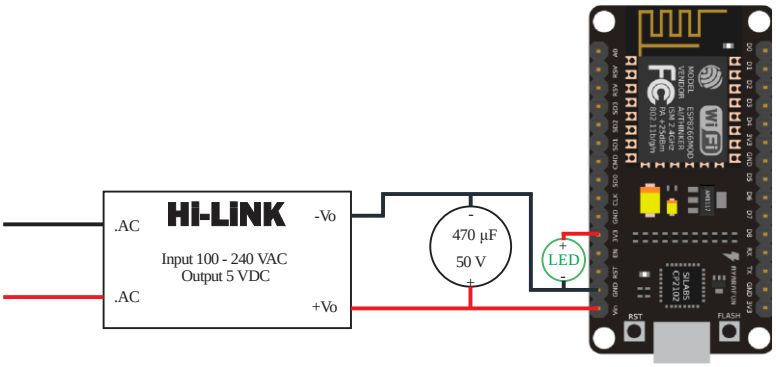


Gambar 3. 6 Ukuran Dan Fugsi Pin Modul Hi-Link PM01
(Datasheet HLK-PM01)

Sedangkan bentuk Modul *Hi-Link* ditunjukan gambar 3.7 bentuk modul *Hi-Link PM01*. Modul *Hi-Link* mempunyai Fitur sebagai berikut.

a. Memenuhi UL, persyaratan CE,

b. Sangat tipis, dan sangat kecil
c. Semua input tegangan (AC: 90 ~ 264V)
d. tingkat kebisingan rendah
e. Konsumsi daya rendah
f. Pelindungan terhadap beban lebih dan hubung singkat



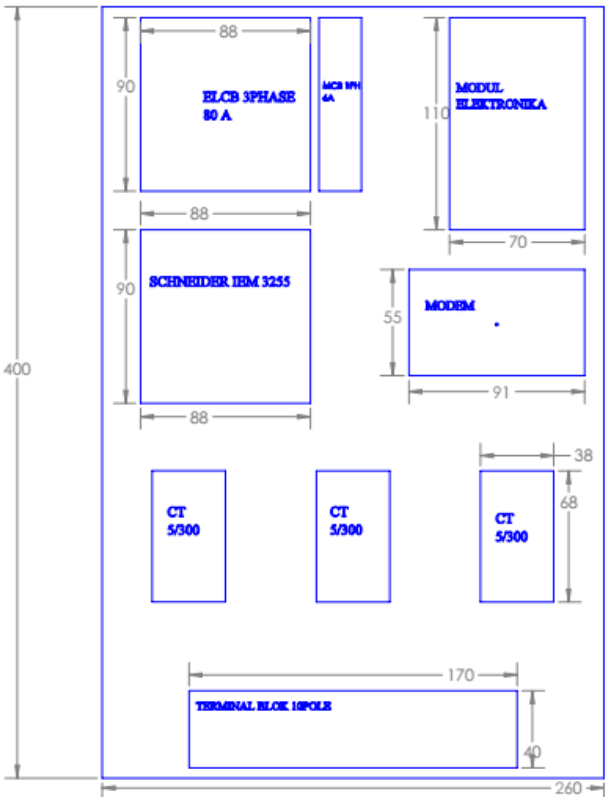
Gambar 3. 7 Modul Hi-Link PM01

3.4.2. Perancangan Perangkat Keras

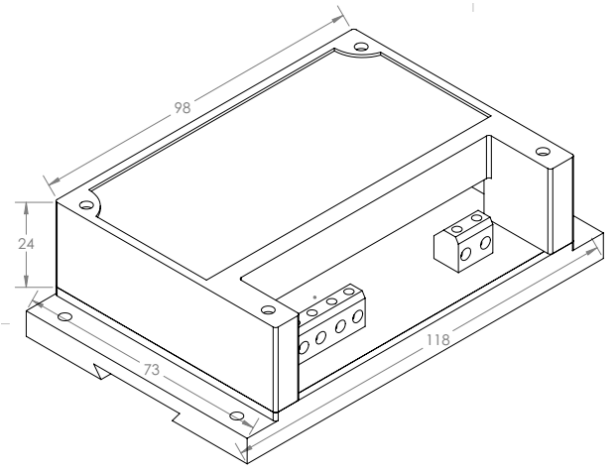
Pembuatan tugas akhir ini melalui perancangan perangkat keras dibagi menjadi dua bagian yaitu desain penempatan peralatan perangkat keras panel *Power Logic*, dan desain pelindung modul,

Panel *Power Logic* digunakan untuk merakit peralatan menunjang seperti terminal block, MCB 3 phase, dan CT (*Cureent Transformer*) selain itu juga terdapat lubang untuk kabel USB. Desain tata letak penempatan modul dapat dilihat Gambar 3.8 tata letak peralatan yang digunakan, dengan ukuran 400mm x 260mm, bahan yang digunakan adalah akrilik dengan ukuran tebal 3mm. Sedangkan desain pelindung modul ukuran 24x73x118 mm ditunjukan gambar 3.9 pelindung modul,

Peralatan perangkat keras yang digunakan untuk merakit *Power Logic Schneider IEM 3255* antara lain, terminal *block*, MCB 3phase, MCB 1 phase, EMIAY – 0720 Rev.1 dan 3 buah CT (*Cureent Transformer*), berikut tata letak peralatan yang digunakan untuk tugas ahkir ini :



Gambar 3. 8 Perancangan Tata Letak Peralatan



Gambar 3. 9 Pelindung Modul

1. Power Logic Schneider IEM 3255

Pada tugas ahkir ini menggunakan *Power Logic Schneider IEM 3255. P*rotokol yang digunakan *Modbus Serial RTU* yang mudah di implemensikan. Protokol komunikasi Modbus Serial mengatur cara-cara dan format komunikasi

serial (RS232 atau RS485) antara *master* dengan *Slave*. Jaringan Modbus terdiri dari *Master* dan beberapa *Slave*, *Master* yang berinisiatif memulai komuniksi anatara lain menulis data,membaca data,dan mengetahui status *Slave* . Permintaan *master* disebut juga sebagai *request* atau *query*. *Slave* hanya bersifat pasif/menunggu atau dengan kata lain *Slave* hanya me respon jika ada permintaan/query dari *master*. Jumlah *slave* dalam protokol *Modbus* bisa sebanyak 247 *slave*. Power Logic yang digunakan ditunjukan gambar 3.10 *Power Logic Schneider IEM 3255*

Gambar 3. 10 *Power Logic Schneider IEM 3255*

2. Terminal *block* 35A 12 Lubang

Terminal *Block* adalah komponen listrik yang digunakan sebagai tempat berhentinya arus listrik sementara, yang akan dihubungkan ke komponen yang lain. Manfaat Terminal *Block* sebagai berikut.

1. Sebagai penghubung atau Jumper sehingga penambahan komponen secara mudah, pemakaian Kabel lebih efisien,
2. Pengaman troubleshort dan jika ada Konsleting arus langsung putus di terminal sebelum sampai ke komponen utama.

Yang digunakan tugas ahkir menggunakan Terminal *Block*-3512. Terminal Block-3512 adalah Terminal *Blok Panel Mounted*. Spesifikasi adalah 600V, 35A, 12 Pole . Dimensi TB-3512 adalah 164.0 x 30.0 x 19.5 (L * W * H). penjelasan ukuran dengan panjang 164mm, lebar 30mm, dan tinggi 19mm. Ukuran sekrupnya adalah M4 . Warna dasar Blok Terminal berwarna hitam. Seperti ditunjukan gambar

3.11 terminal *block* 35 A Terminal *block* 3512 . Ada lubang pemasangan yang disediakan di kedua sisi. Penutup Pelindung membuat produk tahan lama. Selain itu, spesifikasi dapat di lihat table 3.1 . Informasi terminal *block* 35 A. dan tabel 3.2 ukuran terminal *block* 35 A.

.

Gambar 3. 11 Terminal *Block* 35 A

Tabel 3. 1 Informasi terminal block 35 A

Gerneral Product Information	
Nomer Barang:	TB-3512
Penggunan :	600V, 35A, 12 Poles
Ukuran :	164.0*30.0*19.5mm (L*W*H)
Ukuran Kabel :	10.0 mm^2 / AWG 8
Ukuran Sekrup:	M4

Tabel 3. 2 Ukuran terminal block 35 A

Ukuran Terminal Block [mm]				
Produk	Tiang	Panjang	Lebar	Tinggi
TB-3503	3	56.0 mm	30.0 mm	19.5 mm
TB-3504	4	68.0 mm		
TB-3506	6	92.0 mm		
TB-3512	12	164.0 mm		

3. Earth Leakaque Circuit Breaker (ELCB) 3 Phase

Pada tugas ahkir ini menggunakan *ELCB* singkatan dari *(Earth Leakaque Circuit Breaker), ELCB* di sebut juga dengan istilah *RCD (Residual Current Device).* kegunaan *ELCB* adalah sebagai pengaman pada suatu rangkaian instalasi listrik. Maka penting untuk memasang *ELCB* dan pada instalasi listrik. *ELCB* secara

otomatis mendeteksi kebocoran arus listrik dan kontak body. *ELCB* ditunjukan gambar 3.9 *Earth Leakaque Circuit Breaker*

Gambar 3. 12 *Earth Leakaque Circuit Breaker*

Berikut perhitungan menggunakan *ELCB* Rumus Penghitung Arus beban listrik 3 p*hase* seperti persamaan (2.12)

Jadi :

I= 55Kw / (380V x $\sqrt{3}$ x $Cos\ \rho$)

I= 55000 / (380 x 1,73 x 0,85)

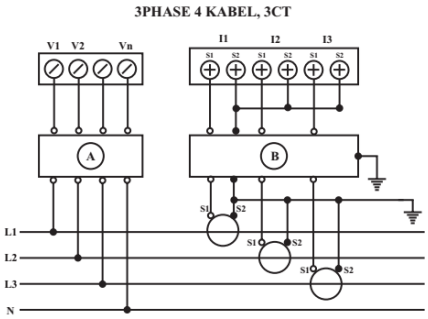
I= 55000/ 559

I= 98.3

Jadi arus beban motor induksi 55Kw adalah 98.3 Ampere, jadi menggunakan ELCB 100 A

4. Cureent Transformer

Current Transformer merupakan transformator yang berfungsi untuk mengukur arus yang melewati suatu penghantar. Current Tranformer harus terpasang seri dengan beban yang akan diukur arusnya. Dengan rasio antara lilitan primer (N1) dan lilitan sekunder (N2) maka arus yang melewati suatu penghantar dapat diukur dengan alat ukur seperti Amper meter atau alat ukur digital lainnya. Konfigurasi 3phase,4kabel, dengan menggunakan 3 CT ditunjukan gambar 3.13 Konfigurasi 3phase,4kabel, 3 CT.



Gambar 3. 13 perkabelan 3phase 4kabel dengan 3CT (https://www.schneider-electric.com)

Gambar 3. 14 Current Transformer 300 A

Selain sebagi pengukur arus, Current Transformer juga digunakan sebagai bagian dari alat proteksi, seperti over current, overload, differential current dan lain sebagainya. Current Transformer ditunjukan gambar 3.14 Current Transformer 300 A

Contoh untuk menggunakan *CT (Current Transformer)* dengan rasio 100/5 *Ampere*, saat arus yang melewati suatu penghantar yang diukur adalah 80 *Ampere* lilitan primer, kemudian liitan sekunder menurunkan arus menjadi 4 Ampere, maka nilai arus keluaran 4 Ampere

Is = 80 / (100 / 5)

Is = 80 / 20

Is = *4 Ampere*

3.4.3. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tugas akhir ini perancangan perangkat lunak menjadi dua yaitu perancangan program yang ada di perangkat Schneider IEM 3255, dan pada modul yang di dalamnya *ESP8266*. Nantinya program yang ada di *Schneider IEM 3255* diunggah kedalam Modul yang di dalam nya terhadap *ESP 8266*. sedangkan pembuatan aplikasi berbentuk *website* dilakukan di *website cayenne.com* yang dioperasikan lewat komputer

Program pada alat yang digunakan untuk menjalakan fungsi keseluruhan sistem meliputi :

a. Alat dapat mengkur nilai tegangan, arus, daya aktif dan energi listrik.
b. Pengaturan dan pemilihan jaringan *WiFi* yang digunakan sebagai media pertukaran data.
c. Alat dapat mengirim informasi hasil pengukuran, menuju komputer.

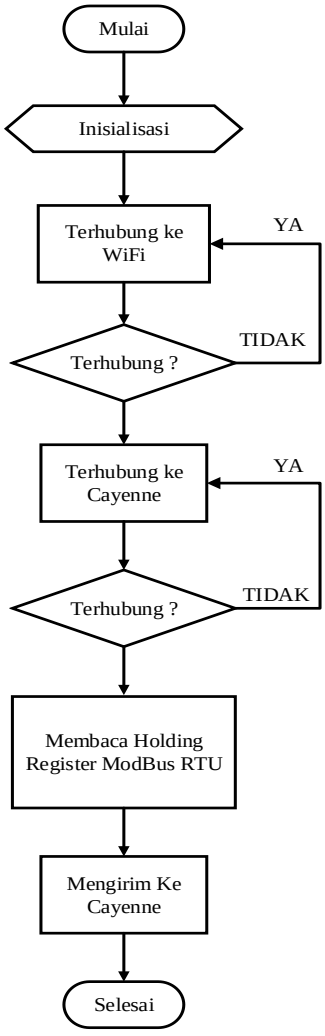
Sedangkan program pada *website cayenne* melalui komputer diperlukan beberapa fungsi meliputi

a. Menerima informasi data dari alat tersebut untuk ditampilkan ke *website cayenne*
b. Menyimpan data penggunaan konsumsi energi listrik pada basis data.
c. Menampilkan data yang telah tersimpan untuk selanjutnya digunakan sebagai laporan harian.

Proses menampilkan alur kerja sistem dari suatu perangkat lunak diperlukan suatu *flowchart*. Untuk menjelaskan secara detail alur *program*, ditunjukan dalam *flowchart* pada Gambar 3.15 *flowchat ESP8622 NodeMCU*

Penjelasan flowchart mulai dari start melakukan inisialisasi data yang ada di *Power Logic IEM 3255*, melakukan koneksi *ESP8266 NodeMCU* dengan *WiFi*, selanjutnya melakukan koneksi antara *website cayenne* ke *ESP8266NodeMCU* lakukan pengujian koneksi , selanjutnya melakukan membaca an *Read Holding Register* dari *Power Logic IEM 3255* ke *website cayenne*, membaca program di lakukan secara *looping*

Pada perancangan perangkat lunak dilakukan pembuatan program untuk mengakses sensor dan modul, mengakses komunikasi antara *ESP 8266NodeMCU* dengan *Website Cayenne*. *ESP 8266NodeMCU*, membuat program konektivitas antara perangkat ke jaringan internet, dan pembuatan program pengiriman data pembacaan ke basis data dan pembuatan perangkat lunak dari ESP 8266NodeMCU ke *website cayenne*.



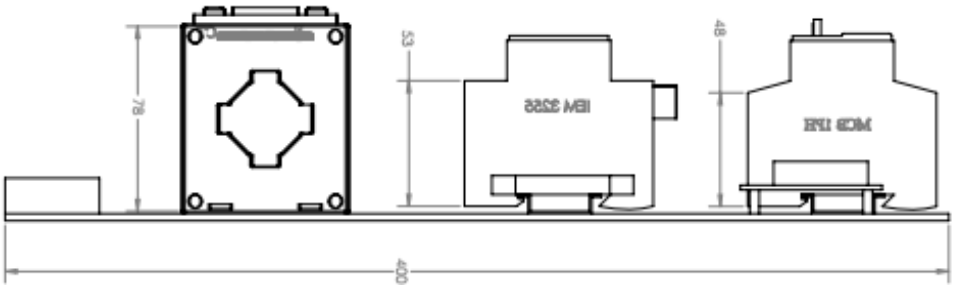
Gambar 3. 15 Flowchat Perangkat Lunak ESP8266

3.5. Tahap Pembutan Alat

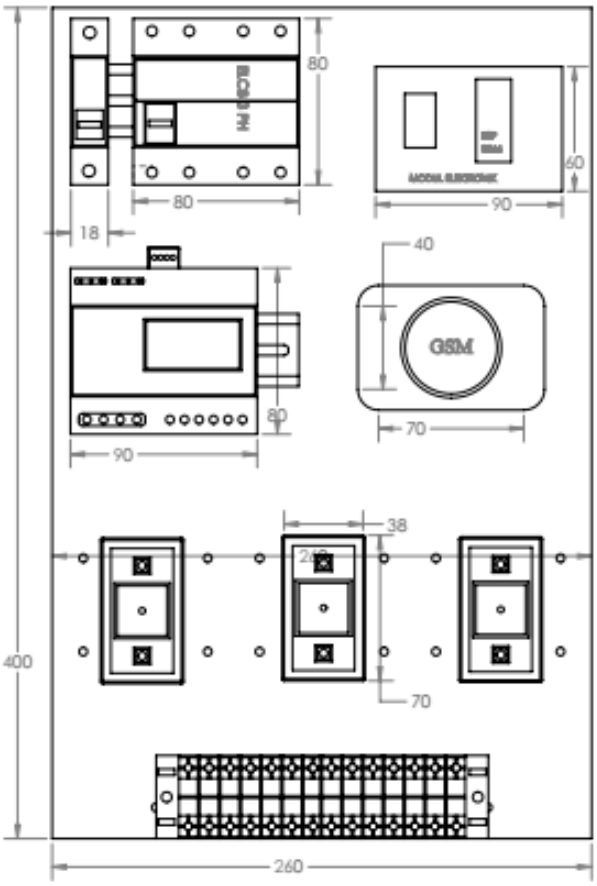
Setelah semua selesai dirancang, langkah selanjutnya adalah proses pembuatan alat, Pada bagian ini akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu tahap pembuatan mekanik, dan tahap pembuatan perangkat lunak.

3.5.1. Pembuatan Perangkat Keras

Pada tahap pembuatan mekanik dibagi menjadi dua bagian yaitu pembuatan dudukan alat dan perakitan. Pembuatan dudukan alat dilakukan dengan alat bor, gerinda *cylinder* dan penghalus yang bertujuan agar semua komponen dapat terpasang. Pembuatan perangkat keras ditunjukan gambar 3.16 tampak sesi samping, gambar 3.17 detail ukuran keseluruhan.

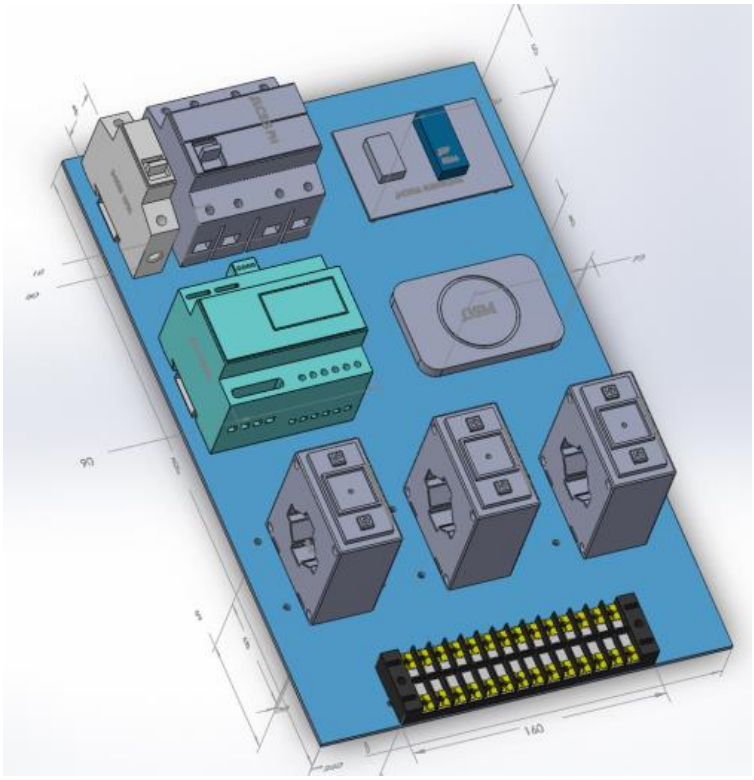


Gambar 3. 16 Detail Ukuran Peralatan Tampak Sesi Samping

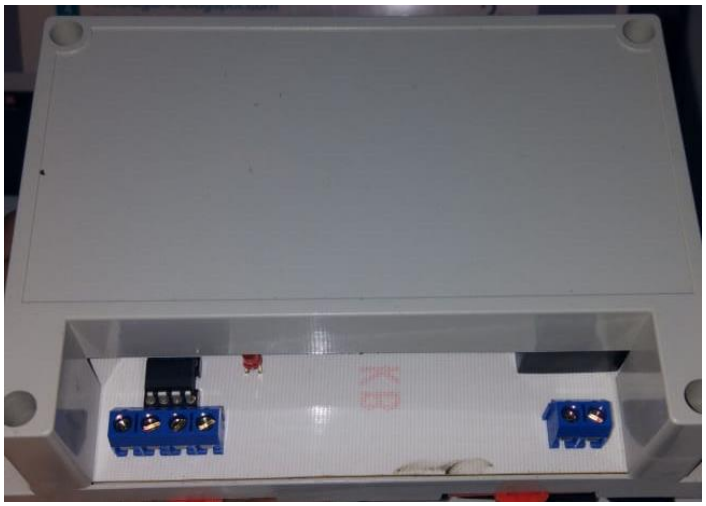


Gambar 3. 17 Detail Ukuran Peralatan Tampak Sesi Atas

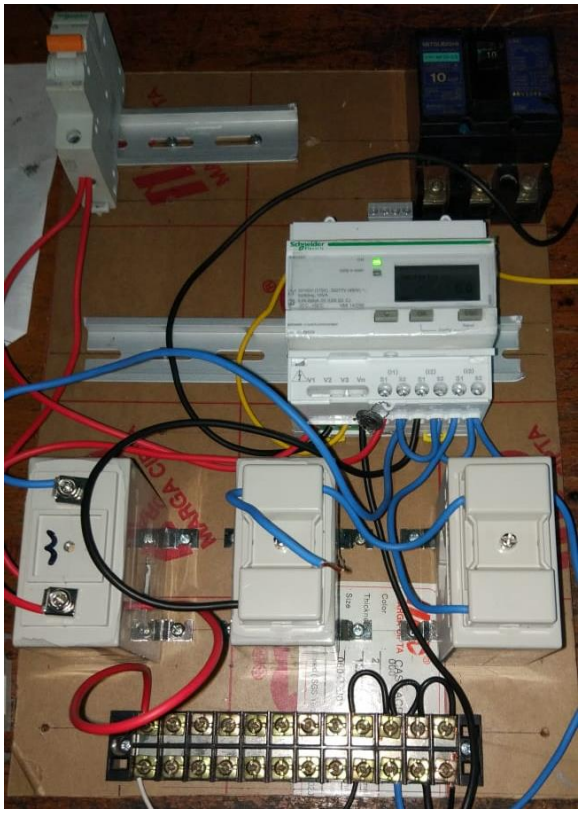
Perakitan keseluruhan perangkat keras ditunjukan gambar 3.18 penerapan peralatan keseluruhan, gambar 3.19 hasil perakitan modul, dan gambar 3.20 hasil perakitan panel



Gambar 3. 18 Penerapan Peralatan Keseluruhan



Gambar 3. 19 hasil perakitan modul



Gambar 3. 20 hasil perakitan panel

3.5.2. Pembuatan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat lunak membahas tentang langkah-langkah membaca data di *Power Logic Schneider IEM 3255*, pembuatan program pada *ESP 8266* dan pembuatan program aplikasi *website cayenne* yang digunakan untuk monitoring alat.

1. Pengambilan data *Power Logic* Schneider IEM 3255

Pengambilan data *Power Logic* Schneider IEM 3255 mengggunakan komunikasi *ModBus* melalui alat konverter *RS485*. Sebelum melakukan pengambilan data di *Power Logic Schneider IEM 3255* menggunakan perangkat lunak *QModBus*, yang harus di perhatikan terlebih daluhu adalah pengaturan *Schneider IEM 3255*, berupa *serial port, baud rate, databits, parity, start address, slave id* dan *num of coil*

Power Logic Schneider IEM 3255 Pastikan tehubung dengan komunikasi *RS485 conveter*. Menggunakan 3 kabel untuk berkomunikasi konektor yang

digunakan *Pin A, Pin B,* dan *Pin Ground* seperti ditunjukan gambar 3.21 proses mengambil data

Gambar 3. 21 Proses Mengambil Data

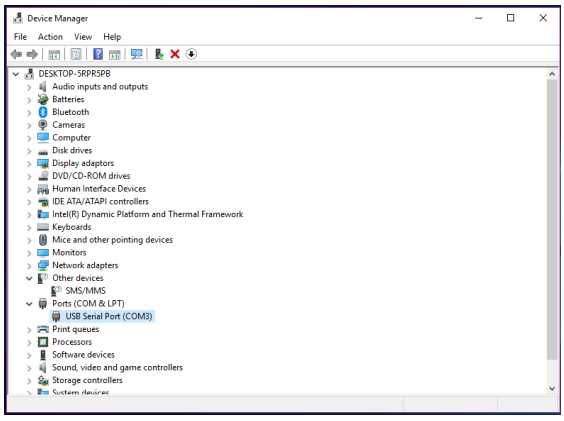
Setelah terhubung dengan *conveter*, lakukan pengaturan dialat *Schneider IEM 3255* pilih menu komunikasi selanjutnya mengatur komunikasi seperti *Slave Address, Parity* dan *baudrate,* ditunjukan gambar 3.22 pengaturan *slave adrres*, gambar 3.23 pengaturan *Parity Even*, dan gambar 3.24 pengaturan *baudrate.*

Gambar 3. 22 Pengaturan *Slave Address*

Gambar 3. 23 Pengaturan *Parity Even*

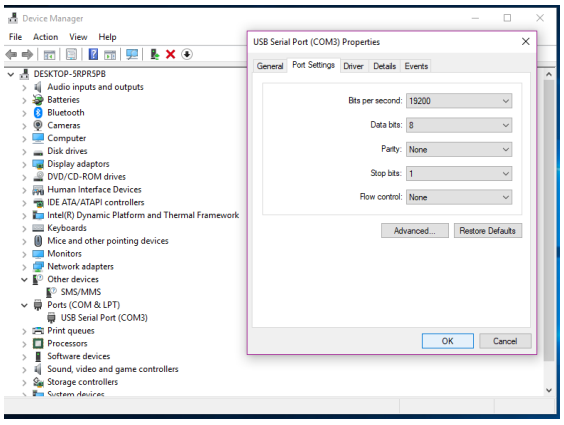
Gambar 3. 24 Pengaturan *Baudrate 19200*

Konveter terhubung dengan komputer melalu *via usb serial port (com 3),* ditunjukan pada gambar. 3.25 Terhubung konveter dengan komputer melalui *port (com3)*



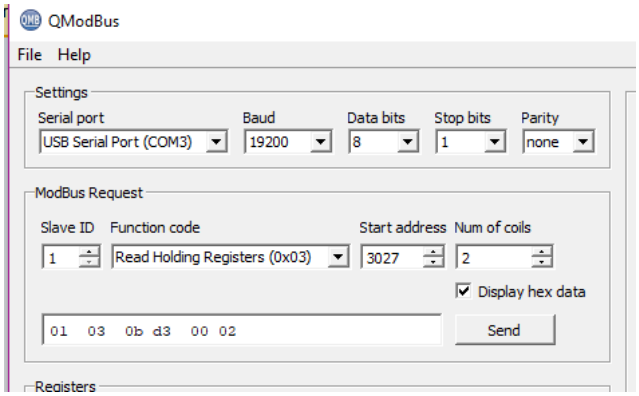
Gambar 3. 25 Terhubung Konveter Dengan Komputer

Melakukan pengaturan di *serial port* yang telah terhubung dengan komputer, pengaturan disamakan dengan pengaturan *Power Logic Schneider IEM 3255*, mengenai *baudrate, serial com, parity* dan *slave adrres*, ditunjukan gambar 3.26 pengaturan *Port* di komputer



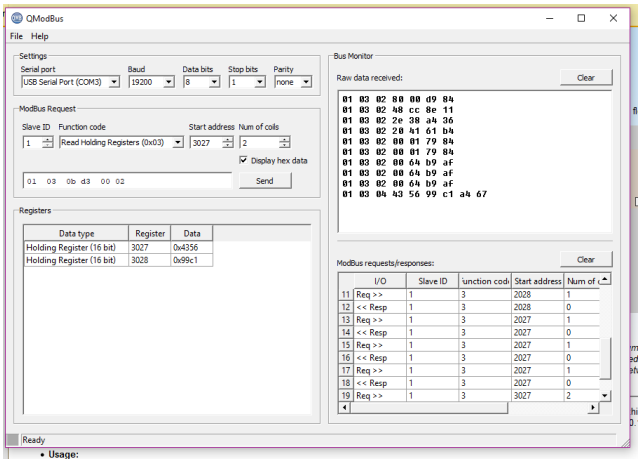
Gambar 3. 26 Pengaturan *Port Serial* di *Device Manager*

Menjalankan perangkat lunak *QModBus* dengan klik dua kali sebelum melakukan pengambilan data yang ada di *Power Logic Schneider IEM 3255*, lakukan pengecekan kembali seperti *serialport, baudrate, slave addres, parity, funcation code, start address* dan *num of coil*. Start addres di tentukan dengan melihat alamat yang berada di *Power Logic Schneider IEM 3255* yang akan dibaca data tersebut. Proses pengambilan data ditunjukan gambar 3.27 pengaturan port serial di *QModBus*



Gambar 3. 27 Pengaturan Port Serial di QModBus

Proses membacan *QModBus*, dengan mengisi kolom *slave* ID, *function code, start address,* dan *num of code, functon kode* pilih yang *Read Holding Register*,ditunjukan gambar 3.28 proses membaca data sedangkan start address di tentukan melalui *data shett Power Logic Schneider IEM 3255*



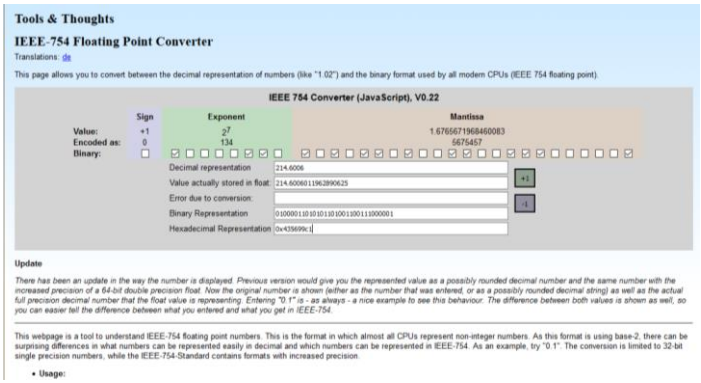
Gambar 3. 28 Proses Membaca Data Schneider IEM 3255

Register Address yang digunakan berupa format *float32* untuk menjalankan perintah di dalam *Power Logic Schneider IEM 3255*. *Register address* dengan format *float 32bit* ditunjukan tabel 3.3 *Register Address Schneider IEM 3255*

Tabel 3. 3 *Register Address Schneider IEM 3255*

Register Address	***Action (R/W/WC)***	***Size***	***Type***	***Units***	***Description***
3000	R	2	*Float32*	*A*	*I1: phase 1 current*
3002	R	2	*Float32*	*A*	*I2: phase 2 current*
3004	R	2	*Float32*	*A*	*I3: phase 3 current*
3010	R	2	*Float32*	*A*	*Current Avg*
3036	R	2	*Float32*	*V*	*Voltage L–N Avg*
3060	R	2	*Float32*	*kW*	*Total Active Power*
3084	R	2	*Float32*	*–*	*Power Factor*
3110	R	2	*Float32*	*Hz*	*Frequency*
45100	R	2	*Float32*	*Wh*	*Total Active Energy Import*
45102	R	2	*Float32*	*Wh*	*Total Active Energy Export*
45108	R	2	*Float32*	*Wh*	*Partial Active Energy Import*
45110	R	2	Float32	VARh	Partial Reactive Energy Import

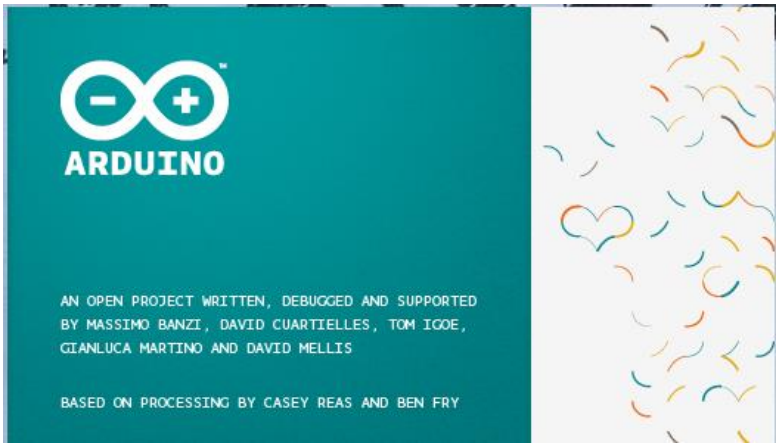
Untuk mengkonversi *hexadesimal* ke *decimal* dengan metode *floating* menggunakan *website Konversi IEEE 754*, untuk mengetahu besaran arus yang baca oleh *Power Logic Schneider IEM 3255* melalui sensor *Current Transformer*, konversi *hexadesimal* ke *desimal* ditunjukan gambar . 3.29 Konversi *hexadecimal* ke *desimal.*



Gambar 3. 29 Konversi Hexadesimal

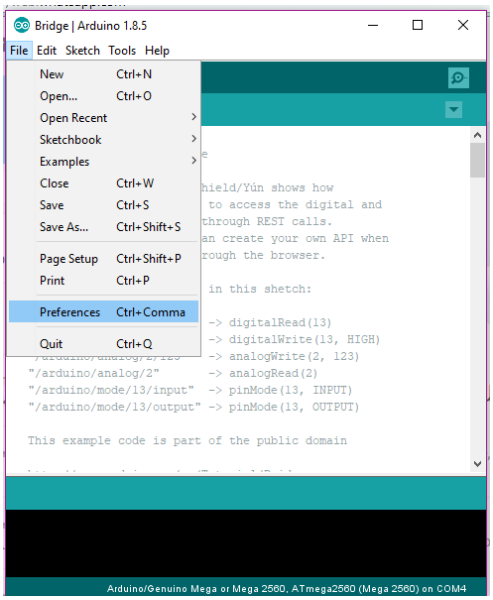
2. Pembuatan Program pada *ESP 8266*

Pembuatan program untuk perangkat modul *ESP8266.* Menggunakan perangkat lunak *Ardunino IDE* yang di dalam nya memuat *board ESP 8266.* Perangkat lunak *Ardunino IDE* ditunjukan gambar. 3.30 proses *Ardunino IDE*



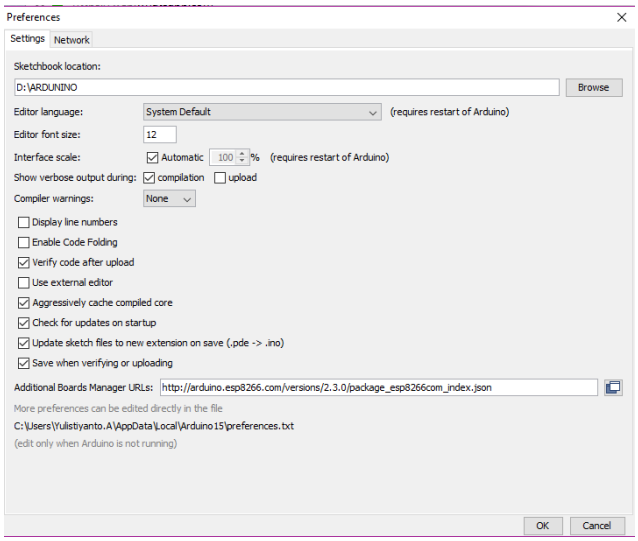
Gambar 3. 30 Proses *Ardunino IDE*

Untuk mengambil *board ESP 8266* yang akan digunakan sebagai board utama, ditunjukan pada gambar 3.31 memilih board ESP 8266



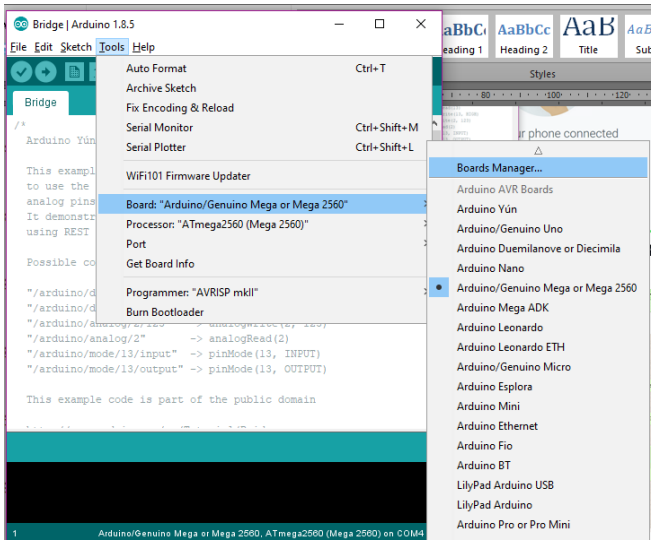
Gambar 3. 31 Melilih *Board ESP 8266*

Memasang board ESP 8266 dengan mengisi kolam Additional Boards Manager URLs.ditunjukan gambar 3.32 memasang board ESP 8266. Dengan link : http://arduino.esp8266.com/versions/2.3.0/package_esp8266com_index.json.



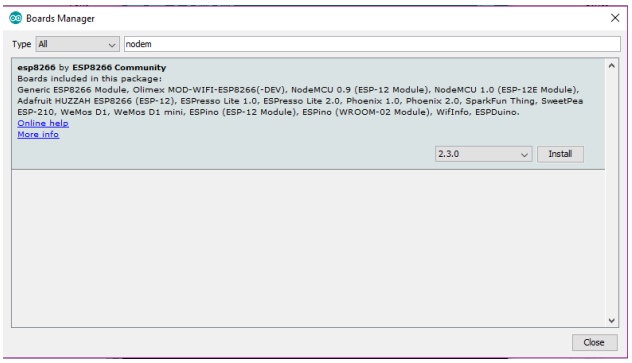
Gambar 3. 32 Memasang Board ESP 8266

Memilih *Boards Manager*, kemudian proses pencarian model *nodem ESP 8266* ditunjukan gambar 3.33 memasang *board ESP 8266 NodeMCU* setelah berhasil menemukan *nodem MCU 1.0 ESP 8266 V 2.3.0*

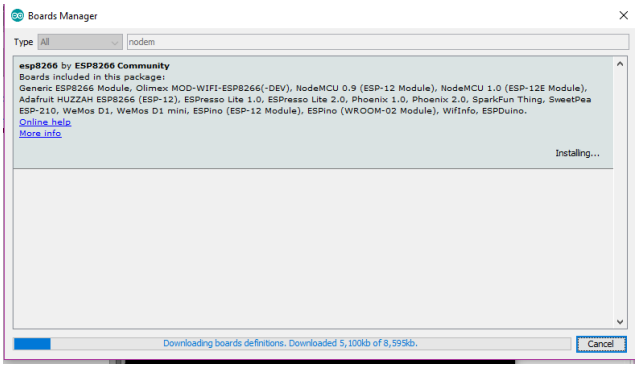


Gambar 3. 33 Memasang *Board ESP 8266 NodeMCU V2.3.0*

Proses Pemasangan *ESP8266NodeMCU* dengan install, proses pemasangan ditunjukan gambar 3.34 pencarian *NodeMCU ESP 8266 V 2.3.0*, dan gambar 3.35 proses pemasang *board NodeMCU ESP 8266 V 2.3.0*



Gambar 3. 34 Pencarian NodeMCU ESP 8266 V 2.3.

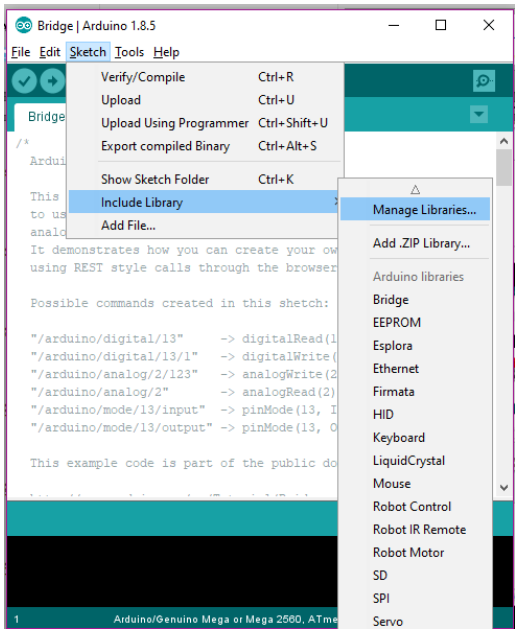


Gambar 3. 35 Pemasang Board Nodemcu ESP 8266 V 2.3.0

Pemasangan *NodeMCU ESP 8266 V 2.3.0* sudah selesai dengan di tandai *Installed*. Ditunjukan gambar 3.36 proses pemasangan *NodeMCU ESP 8266 V 2.3.0* sudah selesai

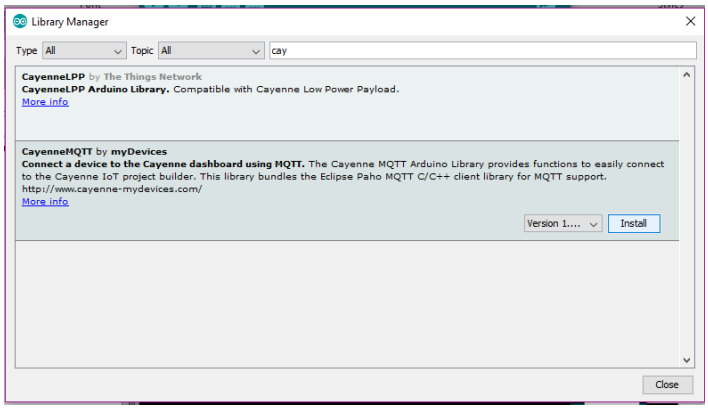
Gambar 3. 36 Proses Pemasangan Sudah Selesai

Selanjutnya pemasangan *Library* dengan memilih *Sketch – Include Library* pilih *Manager Libraries*. Ditunjukan gambar 3.37 *Manager Libraries*

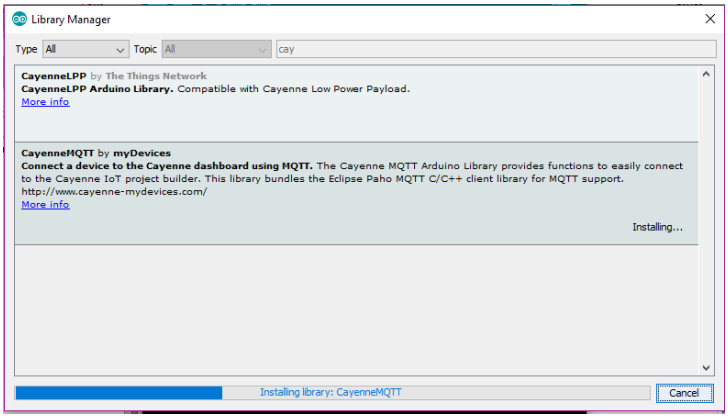


Gambar 3. 37 *Manager Libraries*

Untuk memasang *cayenneHQTT* harus melalui proses, pemasangan di tandai selesai dengan Installed. ditunjukan gambar 3.38 Pemasangan *Cayenne HQTT* dan gambar 3.39 Proses Pemasangan Selesai.



Gambar 3. 38 pemasangan *cayenne HQTT*

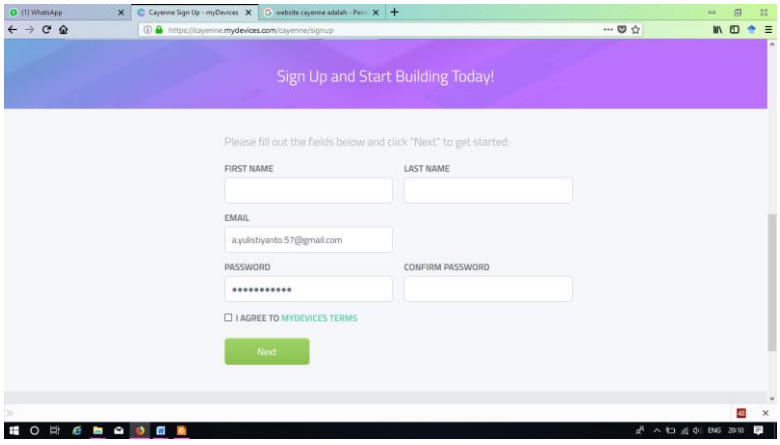


Gambar 3. 39 proses pemasangan selesai *cayenne HQTT*

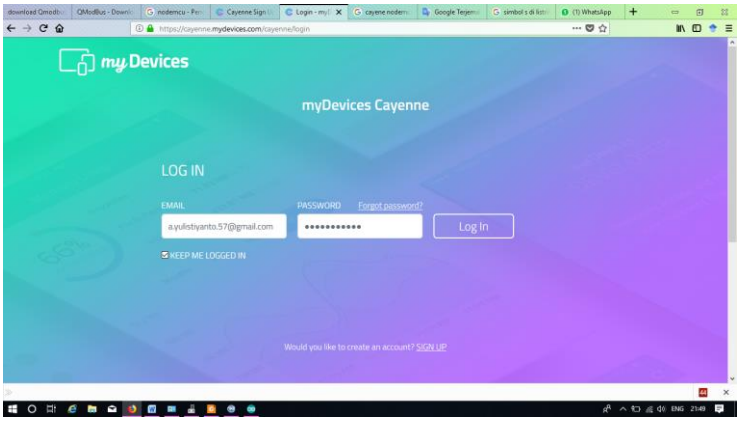
3. Pembuatan *Website Cayenne*

website yang dijalankan oleh komputer yang berfungsi untuk menampilkan besarnya arus, tegangan, daya aktif, dan energi, serta untuk melakukan pengaturan alat dan melihat catatan data penggunaan energi, menggunakan *website cayenne*. Pembuatan *website cayenne* sebagai berikut .

untuk membuka perangkat lunak di *mozila firefox*, tulis di *browser*: https://*cayenne.mydevices.com*. Selanjutnya mendaftar terlebih dahulu di karena belum mempunyai akun yang berada di *website cayenne*. Ditunjukan gambar 3.40 mendaftar akun *cayenne* dan gambar 3.41 tampilan login *website cayenne*.

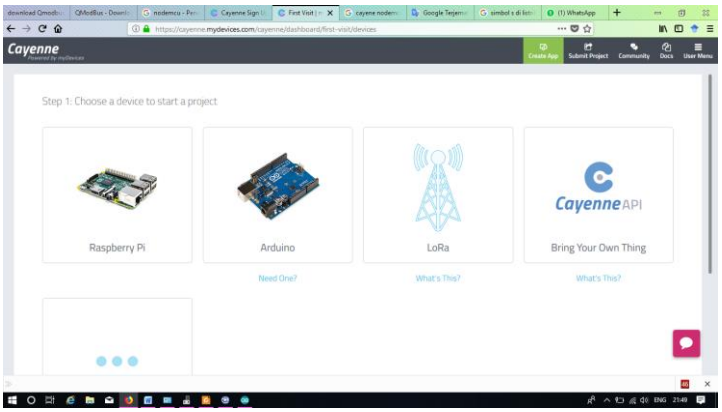


Gambar 3. 40 Tampilan mendaftar akun *cayenne*

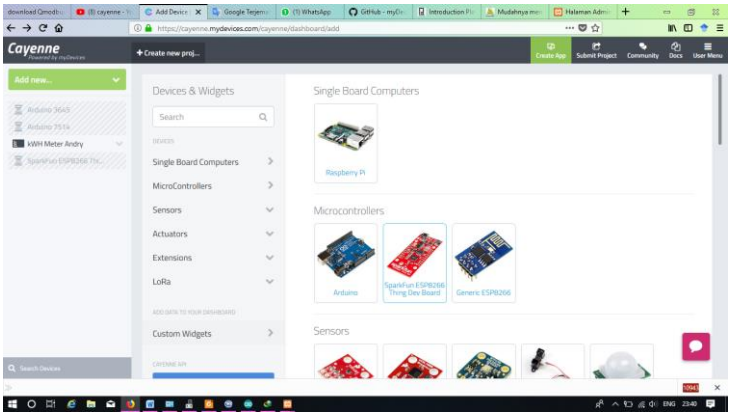


Gambar 3. 41 tampilan login *website cayenne*

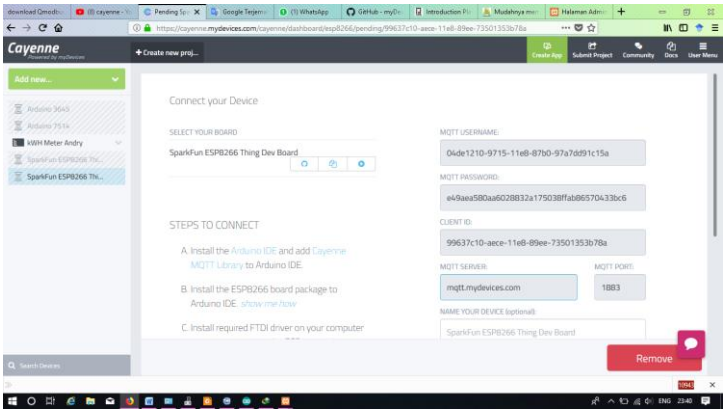
Membuat *project* di *website cayenne* pilih add new, ditunjukan gambar 3.42 tampilan membuat project baru, kemudian pilih *device* dan *widgets*, pilih *mikrokontroler* ESP 8266, ditunjukan gambar 3.43 memilih perangkat yang digunakan dan gambar 3.44 mendapatkan akun berupa *user name* dan *password.*



Gambar 3. 42 Tampilan Membuat Project Baru



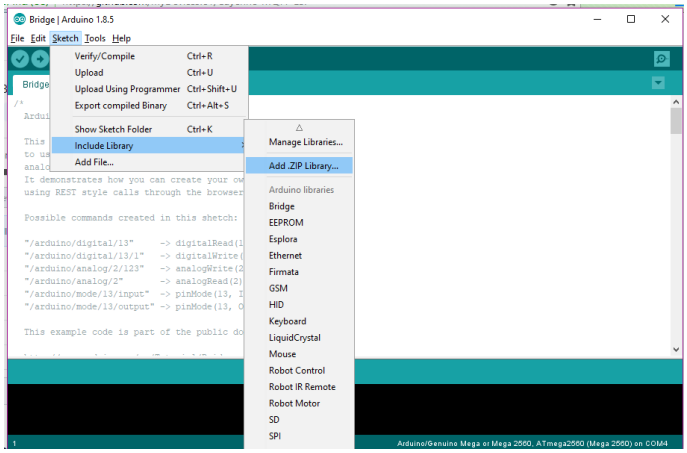
Gambar 3. 43 memilih perangkat yang digunakan ESP 8266



Gambar 3. 44 Mendapatkan Akun Cayenne

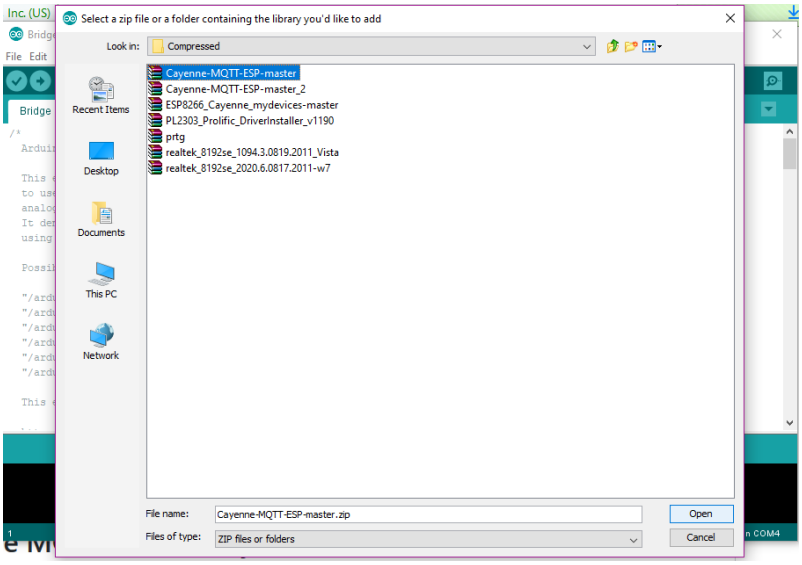
4. Menghubungkan *ESP8266* dengan *website cayenne*

Protokol *MQTT* digunakan untuk mengirim data dari *ESP 8266* ke *website cayenne*. Untuk mendapatkan protokol *MQTT cayenne* harus mengunduh terlebih dahulu. Setelah proses mengunduhan selesai lakukan menambahan *Library* di perangkat lunak *Ardunino IDE*. Dengan memilih *sketch, include library*, pilih *add ZIP* ditunjukan gambar 3.45 Menambahkan *Library*.



Gambar 3. 45 Menambahkan Library MQTT

Mencari lokasi penyimpanan Protokol *MQTT* yang selesai di unduh, setelah menemukan pilih open ditunjukan gambar 3.46 Mencari Lokasi Penyimpanan Protokol *MQTT*.

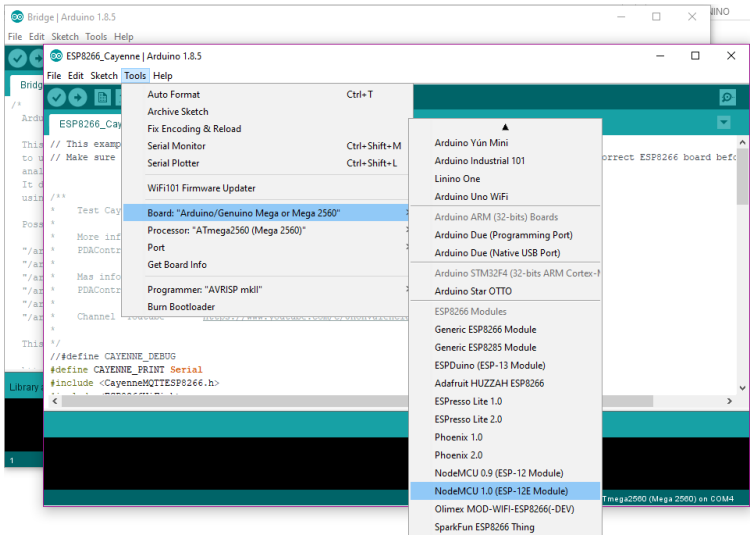


Gambar 3. 46 Mencari Lokasi Penyimpanan Protokol MQTT

Proses memasukan protokol *MQTT* di *library* telah berhasil dengan di tandai peringatan *Library added your*. ditunjukan gambar 3.47 *Library added your*

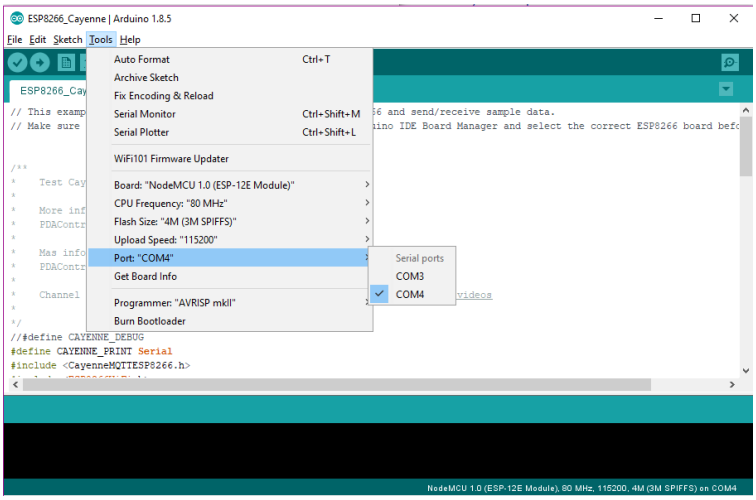
Gambar 3. 47 *Library added your*

Memilih *board NodemMCU* dengan cara pilih tools, pilih *board Nodem MCU v1 ESP8266* ditunjukan gambar 3.48 memilih *Board NodeMCU v1 ESP8266*.



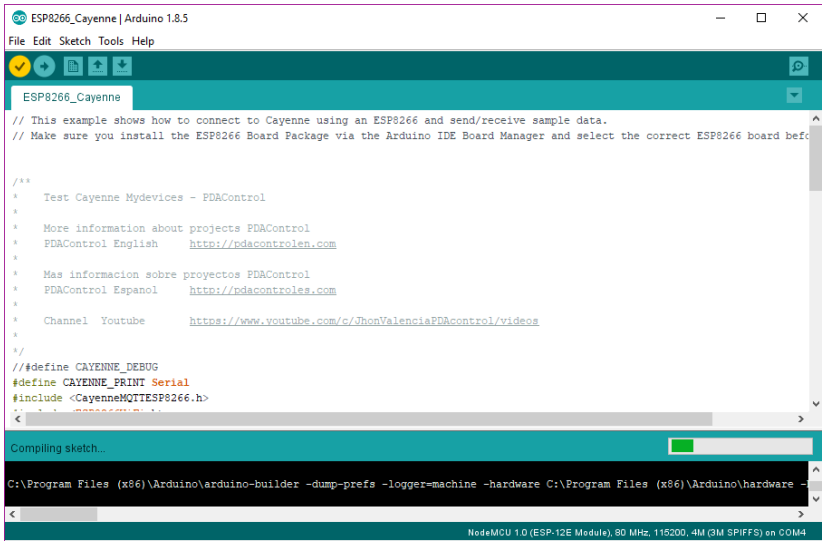
Gambar 3. 48 Memilih *Board Nodemcu V1 ESP8266*

Board NodemMCU ESP 8266 sudah terpasang, serta seriap port sudah terhubung dan baud rate disamakan dengan alat yang terhubung, ditandai dengan keterangan di bawah perangkat lunak *Ardunino IDE*, *NodemMCU V1 (ESP82 modul), 19200, 50MHz. COM4*. Ditunjukan gambar 3.49 memastikan *serial port*.



Gambar 3. 49 Memastikan Serial Port

Melakukan proses pengecekan program dengan melilih verity yang berada di *Ardunino IDE*, *Ardunino IDE* akan mempastikan *board MCU* tidak ada masalah. Ditunjukan gambar. 3.50 *Proses Verity*



Gambar 3. 50 Proses Verity

Selanjutnya proses verifikasi program sudah selesai ditandai dengan tulisan *Done Completed*, menandakan proses verifikasi sudah selesai ditunjukan gambar 3.51 proses *verity* telah berhasil.

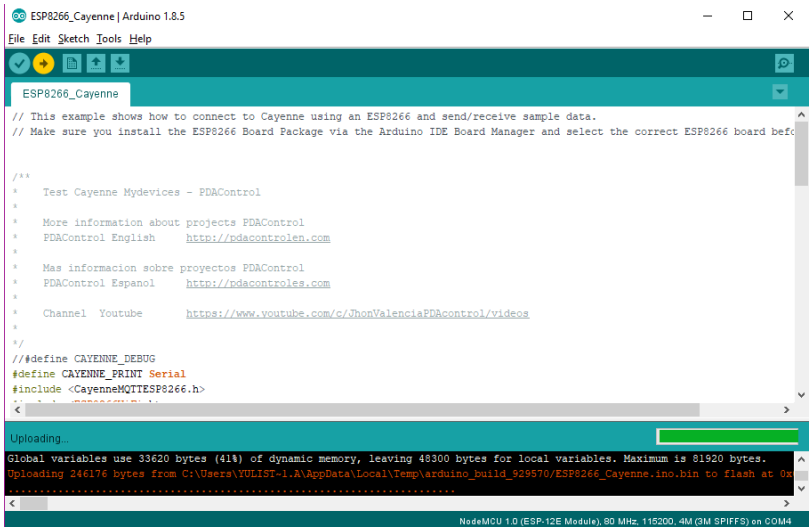
Gambar 3. 51 Proses *Verity* Telah Berhasil

Melakukan penggisian kode, //*WiFi Network Info*. Sesuai kan dengan *WiFi* yang akan digunakan , serta lakukan pengisian kode di // *cayenne authentication info*. Dengan menyalin kode yang ada *website cayenne*. setelah melakukan

pemilihan model *modul ESP 8266* ditunjukan gambar 3.52 memasukan kode *user name* yang di *website cayenne*.

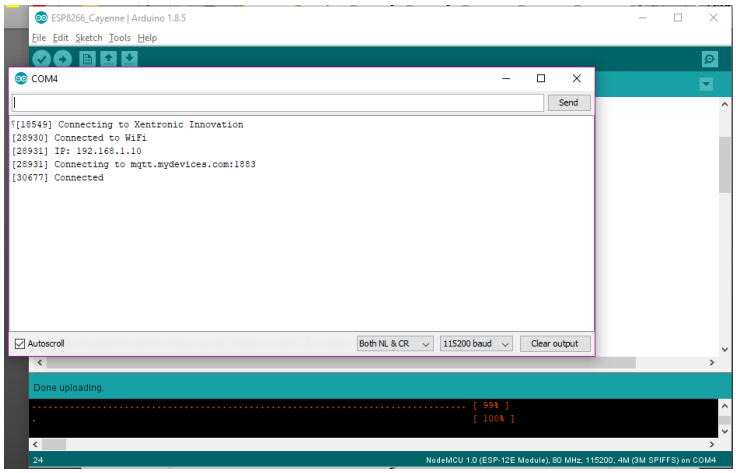
Gambar 3. 52 Perangkat Lunak Koneksi Cayenne

melakukan proses mengunggahan program yang telah di buat. Dengan memilih menu yang ada di *Ardunino IDE* berupa simbol arah. Ditunjukan gambar 3.53 proses mengunduhan *program*.



Gambar 3. 53 proses mengunduhan program

Proses mengunggahan telah selesai ditandai dengan tulisan Done Uploading. Serta muncul peringatan perangkat sudah terhubung. Ditunjukan gambar 3.54 *Conneted Serial*.



Gambar 3. 54 mengunduhan *done Uploading*

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisa dan Pembahasan berisi tentang pengukuran masukan dan keluaran tegangan Modul EMIAY – 0720 Rev.1. dilanjutkan pengujian koneksi internet Modul EMIAY – 0720 Rev.1. Serta analisa hasil pengukuran yang dilakukan,

4.1. Pengukuran Tegangan Modul EMIAY – 0720 Rev.1

Pengukuran modul EMIAY – 0720 Rev.1 untuk mendapatkan nilai besaran tegangan yang digunakan sesuai dengan spesifikasi pada sistem yang dibuat. Pengukuran modul EMIAY – 0720 Rev.1 bertujuan untuk mendapatkan data dan parameter lainnya yang berpengaruh terhadap Modul EMIAY – 0720 Rev.1 yang dibuat, apakah berfungsi dan bekerja dengan baik sesuai harapan. Sehingga saat terjadi kesalahan pengoperasian ataupun kerusakan pada modul EMIAY – 0720 Rev.1, dapat diatasi dengan cepat dan mudah.

Pelengkapan alat untuk pengukuran tegangan Modul EMIAY – 0720 Rev.1 sebagai berikut .

1 *Multimeter (Sanwa CD800a)*

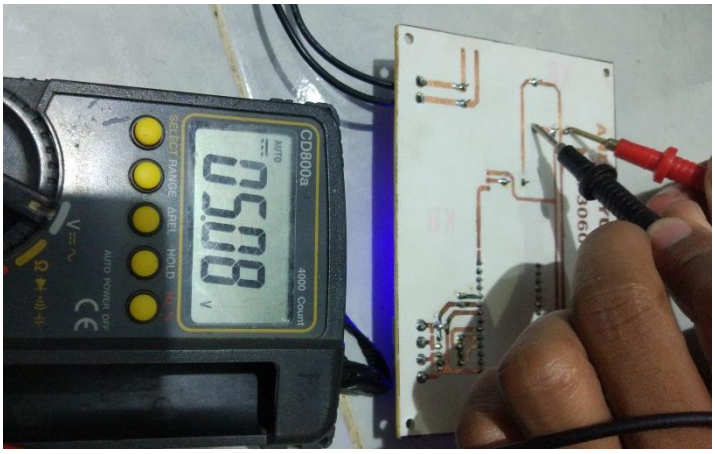
2 Modul *EMIAY – 0720 Rev.1*

3 Tegangan sumber PLN

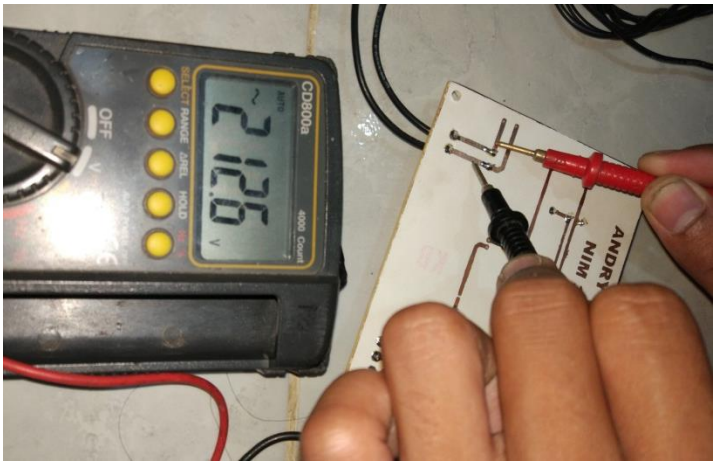
Pengukuran catu daya bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan masuk dan keluar an yang akan digunakan agar alat dapat bekerja. Pengujian dilakukan dengan berhati-hati supaya tidak terjadi kesalahan dalam proses pengujian. Proses pengukuran keluaran dan masukan daya dapat di lihat pada gambar 4.1 proses pengukuran keluaran catu daya, gambar 4.2 proses pengukuran masukan catu daya. sedangkan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.1 Pengukuran masukan dan keluaran tegangan catu daya. Berikut langkah-langkah pengukuran catu daya sebagai berikut :

1. Menghubungkan kabel masukan catu daya dengan tegangan sumber 220 V
2. Mengukur jalur masukan dan jalur keluaran catu daya dengan *multimeter*.

3. Mencatat hasil pengukuran tegangan yang telah di lakukan



Gambar 4. 1 Pengukuran Keluaran Tegangan Catu Daya



Gambar 4. 2 Pengukuran Masukan Catu Daya

Dari pengujian pengukuran tegangan modul EMIAY – 0720 Rev.1 mendapatkan nilai tegangan masukan dan keluaran, pengujian pengukuran tegangan masukan catu daya modul EMIAY – 0720 Rev.1 mendapatkan nilai 212.6 VAC dan pengujian pengukuran keluaran catu daya modul EMIAY – 0720 Rev.1 mendapatkan nilai 5.08 VDC. Dengan hasil pengujian pengukuran tegangan modul EMIAY – 0720 Rev.1 keluaran dan masukan catu daya mendapatkan nilai yang sesuai.

Tabel 4. 1 Pengukuran Keluaran Dan Masukan Tegangan Catu Daya

Titik Pengukuran	Standar	Nilai Pengukuran keluaran				
		1	2	3	4	5
Tegangan masukan catu daya (VAC)	220	215.8	215.5	215.7	215.9	216.0
Tegangan keluaran catu daya (VDC)	5	5.08	5.08	5.08	5.07	5.08

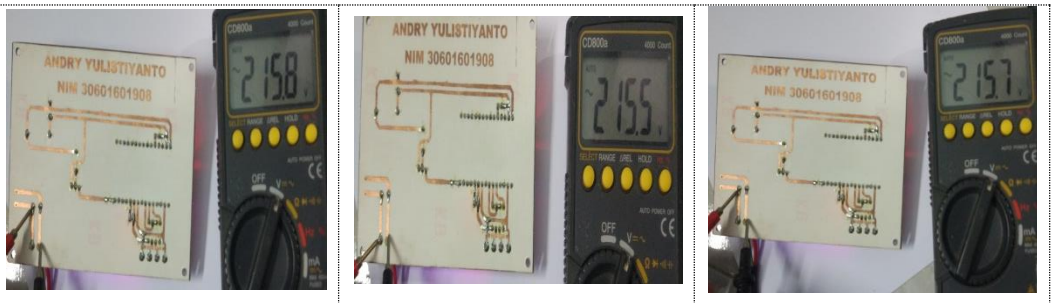
Hasil dari 5 kali pengukuran keluaran catu daya modul EMIAY – 0720 Rev.1 merupakan tegangan normal. Seperti tabel 4.1 Pengukuran Keluaran Dan Masukan Tegangan Catu Daya, dan gambar 4.3 Hasil Pengukuran 1,2,3,4, Dan 5 Keluaran Catu Daya Modul

Pengukuran 1 | Pengukuran 2 | Pengukuran 3

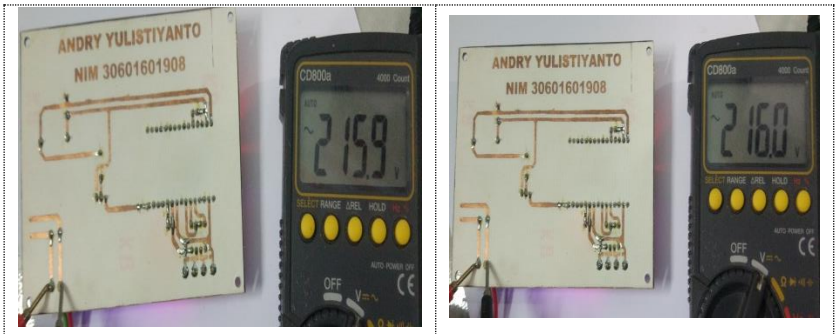
Pengukuran 4 | Pengukuran 5

Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran 1,2,3,4, Dan 5 Keluaran Catu Daya Modul

Sedangkan hasil dari 5 kali pengukuran masukan catu daya modul EMIAY – 0720 Rev.1 mendapatkan nilai seperti gambar 4.4 Hasil Pengukuran 1,2,3,4, Dan 5 Masukan Catu Daya Modul.



Pengukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3



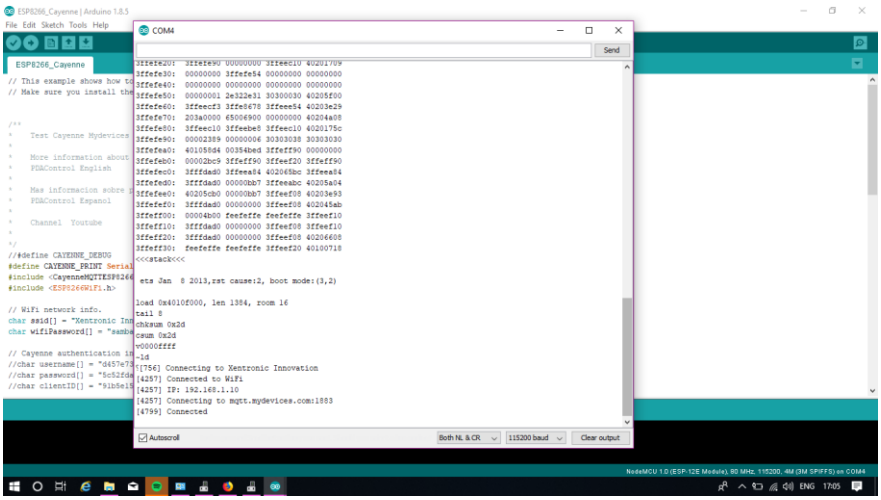
Pengukuran 4	Pengukuran 5

Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran 1,2,3,4, Dan 5 Masukan Catu Daya Modul

4.2. Pengujian Koneksi modul EMIAY – 0720 Rev.1

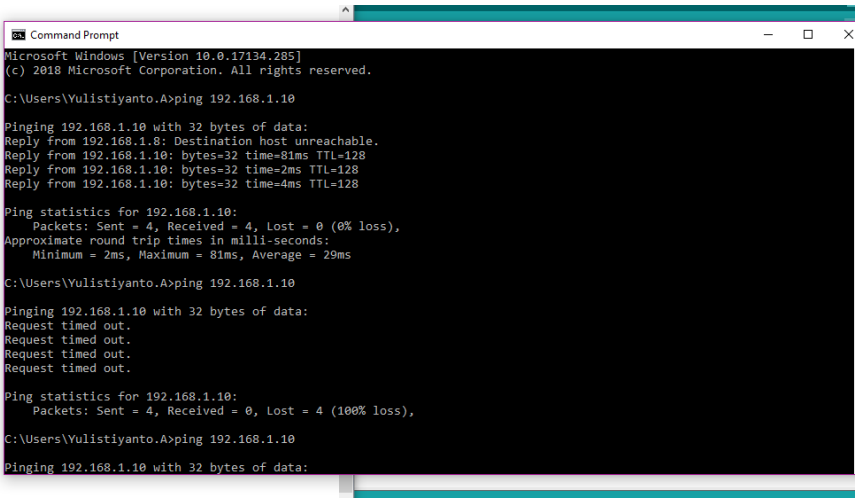
Sebelum memasuki tahap pengujian pembacan modul EMIAY – 0720 Rev.1, dilakukan pengujian koneksi modul EMIAY – 0720 Rev.1 dengan *website cayenne*. Langkah pengkoneksian modul EMIAY – 0720 Rev.1 dengan *website cayenne* sebagai berikut:

1. Mengaktifkan modul EMIAY – 0720 Rev.1 dengan menghubungkan port usb modul EMIAY – 0720 Rev.1 dengan port usb di laptop.
2. Memastikan Port terhubung dengan melihat Tools, selajutnya pilih port. Untuk melihat port yang digunakan.
3. Mengetahui koneksi modul EMIAY – 0720 Rev.1 dengan *cayenne*, pilih tools selanjutnya pilih serial monitor ditunjukan gambar 4.3 koneksi modul EMIAY – 0720 Rev.1 melalui Serial Monitor



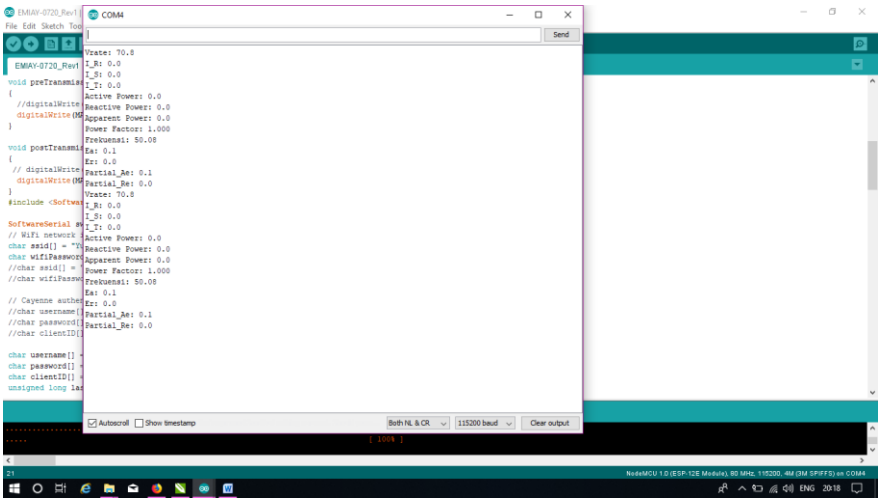
Gambar 4. 5 Koneksi *WiFi* Melalui Serial Monitor

4. Melihat koneksi melalui Serial Monitor mendapatkan informasi tentang, IP Address modul EMIAY – 0720 Rev.1 , *WiFi* koneksi yang digunakan, *website cayenne* yang terhubung
5. Setelah mendapatkan *IP Address* dari serial monitor, pengujian Koneksi dilanjutkan melalui *Command Pompt* dengan *command ip config* 192.168.1.10. ditunjukan gambar 4.4 koneksi *WiFi* melalui *Command Prompt*



Gambar 4. 6 Koneksi WiFi Melalui Command Prompt

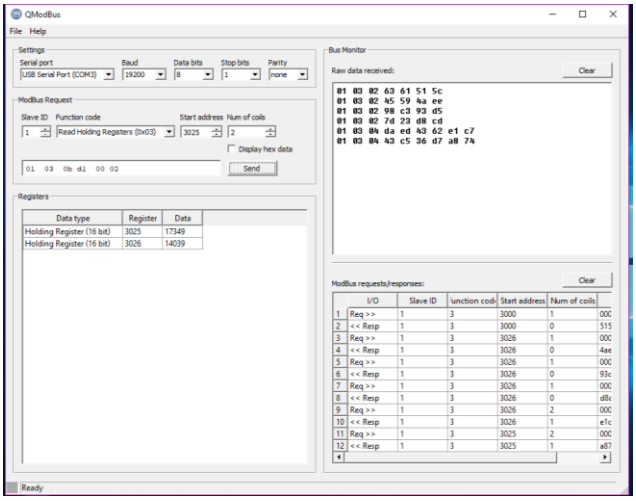
6. Pembacaan perangkat lunak yang dibuat berupa Arus R,S,T, Tegangan, dapat di lihat melalui serial monitor. Ditunjukan gambar 4.5 pembacaan Perangkat yang terhubung dengan *cayenne*



Gambar 4. 7 Pembacaan Koneksi Perangkat Lunak

4.3. Pengujian Nilai Tegangan melalui QModBus

. QModBus merupakan prangkat lunak untuk membaca data yang berada di dalam perangkat keras *Schneider IEM 3255*, *Schneider IEM 3255* menggunakan protokol ModBus, melalui *Register Address Schneider IEM 3255* bisa melihat nilai – nilai tegangan, arus, daya, power faktor, dan frekuensi.



Gambar 4. 8 Perangkat Lunak QModBus

Pengujian nilai tegangan melalui QModBus untuk mengetahui nilai tegangan dari perangkat keras. Proses pembacaan nilai dari QModBus harus mengetaui fungsi-fungsi seperti *slave ID, function code, start address*, dan *num of code*, *functon* kode pilih yang *Read Holding Register*. Hasil dari pengujian nilai tegangan mendapatkan data berupa data hexadesimal 43C536D7.

Berikut perhitungan untuk mengetahui nilai tegangan dari perangkat lunak QModBus dengan metode *floating point.*

Hexadesimal 43C536D7
0100 0011 1100 0101 0011 0110 1101 0111

Sign bit = 0 menunjukan positif desimal
Exponert bit . 8 bit

10000111 $= (1 \times 2^7) + (0 \times 2^6) + (0 \times 2^5) + (0 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^0)$

$= 128 + 0 + 0 + 0 + 0 + 4 + 2 + 1$

$= 135$

Exp bias = 127

= 135 -127

= 8

Fraction Bit mantisa 23 bit
100 0101 0011 0110 1101 0111

$= (1 \times 2^{-1}) + (1 \times 2^{-5}) + (1 \times 2^{-7}) + (1 \times 2^{-10}) + (1 \times 2^{-11}) + (1 \times 2^{-13}) + (1 \times 2^{-14}) + (1 \times 2^{-16}) + (1 \times 2^{-17}) + (1 \times 2^{-19}) + (1 \times 2^{-21}) + (1 \times 2^{-22}) + (1 \times 2^{-23})$

$= 0.5 + 0.03125 + 0.00097 + 0.00048 + 0.00012 + 0.00006 + 0.000015 +$

$= 0.0000076 + 0.00000019 + 0.00000048 + 0.00000024 + 0.00000012$

= 0.5407

$= (-1)^s \times (1 + m) \times 2^e$

$= (-1)^0 \times (1 + 5407) \times 2^8$

$= (-1)^s \times (1.5407) \times 258$

$= 394.4$

Hasil perhitungan floting point IEEE 754 mendapatkan nilai 394.4 sesuai data yang dibaca alat Schneider IEM 3255 menunjukan tegangan 394.4

4.4. Pengujian hasil pembacaan

Untuk memulai pengujian hasil pembacaan ada beberapa hal yang harus dipersiapkan, yaitu sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat elektronik sebagai beban yang akan diuji berupa motor listrik 1.5 HP sejumlah 12 pcs dan Motor Pompa 5 HP.

Gambar 4. 9 Motor Listrik 3phase

2. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan untuk menguji dan memastikan alat tersebut dalam kondisi normal, yang sudah di lakukan pengujian
3. Menentukan titik-titik pengukuran dengan terlebih dahulu memperhitungkan besarnya tegangan atau arus.
4. Melakukan pengujian dengan beban.

4.4.1. Pengujian Nilai Pembacaan Modul EMIAY – 0720 Rev.1

Saat melakukan Pengujian pembacaan pengukuran beban, harus dilakukan secara hati-hati. Agar tidak ada kabel yang salah dihubungkan pada alat dan beban. Pengujian pembacaan ini berfungsi untuk mengetahui berapa banyak data yang terkirim, serta tingkat akurasi yang perlu membandingkan pengukuran dengan menggunakan modul EMIAY – 0720 Rev.1, dan *Power Analyzer Lutron DW-6092*. Hasil Pengujian pembacaan dapat dilihat pada Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tegangan, Arus R,S,T modul EMIAY – 0720 Rev.1, Tabel 4.3 Hasil Pengujian KW, KVA, dan KVAR, modul EMIAY – 0720 Rev.1, dan Tabel 4. 4 Hasil Pengujian KWH, dan KVARH modul EMIAY – 0720 Rev.1

Untuk melalukan pengujian tersebut harus memastikan *Power Logic Schneider IEM 3255* sudah terhubung dengan *Cureent Transformer* sesuai konfigurasi perkabelan yang digunakan Menghubungkan modul EMIAY – 0720 Rev.1 dengan *Power Logic Schneider IEM 3255* melalui komunikasi RS485. Modul EMIAY – 0720 Rev.1 terhubung dengan internet melalui *WiFi* Modem

Pengujian ini menggunakan beban motor listrik 3 *phase* dengan kapasitas *1.5 hp, 12 pcs* dan *5hp, 1pcs* sebagai pompa. pengujian pembacaan fakus nilai tegangan, arus, dan, daya aktif.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Tegangan, Arus R,S,T modul EMIAY – 0720 Rev.1

Date	Time	V	Unit	R1	Unit	S1	Unit	T1	Unit
26-09-18	17:13:31	396	ACV	26.78	A	31.41	A	30.33	A
26-09-18	17:28:31	391.5	ACV	25.83	A	31.56	A	30.51	A
26-09-18	17:43:31	394.9	ACV	26.36	A	29.85	A	28.70	A
26-09-18	17:58:31	391.3	ACV	25.53	A	30.80	A	29.85	A
26-09-18	18:13:31	394.3	ACV	25.82	A	30.94	A	30.14	A
26-09-18	18:28:31	394.3	ACV	25.76	A	30.94	A	31.12	A
26-09-18	18:43:31	393.5	ACV	25.61	A	31.49	A	31.55	A
26-09-18	18:58:31	396	ACV	25.82	A	30.67	A	30.73	A
26-09-18	19:13:31	389.2	ACV	25.22	A	30.73	A	30.86	A
Rata - Rata		393.44	ACV	25.86	A	30.93	A	30.42	A

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian KW, KVA, KVAR, dan Power Faktor modul EMIAY – 0720 Rev.1

Date	Time	P(SUM)	Unit	S(SUM)	Unit	Q(SUM)	Unit	PF
26-09-18	17:13:31	16.22	KW	20.01	KVA	11.44	KVAR	0.83
26-09-18	17:28:31	15.15	KW	19.06	KVA	11.63	KVAR	0.82
26-09-18	17:43:31	16.19	KW	19.77	KVA	11.35	KVAR	0.81
26-09-18	17:58:31	16.20	KW	19.69	KVA	11.35	KVAR	0.83
26-09-18	18:13:31	16.14	KW	19.93	KVA	11.56	KVAR	0.81
26-09-18	18:28:31	16.21	KW	19.96	KVA	11.60	KVAR	0.83
26-09-18	18:43:31	15.99	KW	20.11	KVA	11.73	KVAR	0.81
26-09-18	18:58:31	16.05	KW	19.97	KVA	11.88	KVAR	0.82
26-09-18	19:13:31	16.14	KW	19.83	KVA	11.51	KVAR	0.81
Rata - Rata		16.03	KW	19.81	KVA	11.56	KVAR	0.82

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian KWH, KVARH, dan Frekuensi modul EMIAY – 0720 Rev.1

Date	Time	AE	Unit	RE	Unit	FREQ	Unit
26-09-18	17:13:31	31.82	KWH	17.45	KVARH	50.1	Hz
26-09-18	17:28:31	35.85	KWH	20.28	KVARH	49.8	Hz
26-09-18	17:43:31	39.88	KWH	23.05	KVARH	49.8	Hz
26-09-18	17:58:31	43.91	KWH	25.90	KVARH	50.1	Hz
26-09-18	18:13:31	47.94	KWH	28.83	KVARH	50	Hz
26-09-18	18:28:31	51.97	KWH	31.71	KVARH	50.1	Hz
26-09-18	18:43:31	56.02	KWH	34.56	KVARH	50.3	Hz
26-09-18	18:58:31	60.03	KWH	37.37	KVARH	50	Hz
26-09-18	19:13:31	64.06	KWH	40.23	KVARH	50	Hz
Rata - Rata		4.03	KWH	2.86	KVARH	50.02	Hz

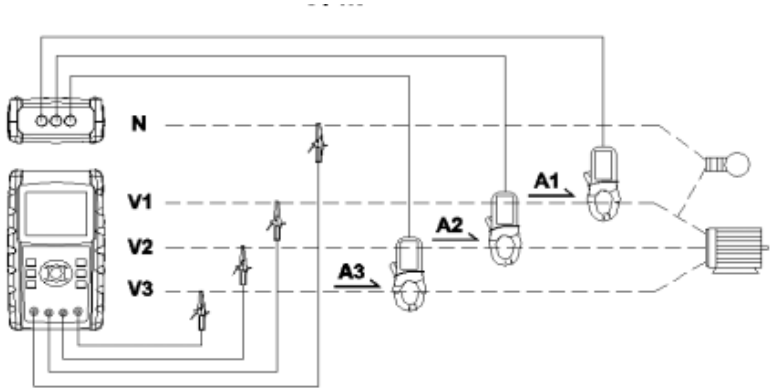
Pengujian di atas dilakukan selama 120 menit dengan proses pengambilan data per 15 menit. Hasil pengujian pembacaan modul EMIAY – 0720 Rev.1 didapatkan dari 15 menit pengambilan data dari Schneider IEM 3255 mampu membaca 300 data looping dikarenkan modul EMIAY – 0720 Rev.1 menggunakan *mikrokontroler* ESP 6288 NodeMCU hanya mampu membaca data 8 bit.

4.4.2. Pengujian hasil pembacaan Power Analyzer Lutron DW-6092

Pengujian pada Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik Pada Motor Listrik Oven 7 PT. Reciktt Benckiser secara IoT (Internet of Things) dilakukan dengan menetukan hasil akurasi sistem yang telah dibuat. Penentuan akurasi sebuah Modul EMIAY – 0720 Rev.1 ditentukan dari hasil pengukuran Modul EMIAY – 0720 Rev.1 yang dibuat dengan pengukuran menggunakan Power Analyzer Lutron DW-6092. Dari Hasil tersebut maka bisa di analisa.

Pengujian menggunakan *Power Analyzer Lutron DW-6092* untuk mengetahui nilai tegangan, arus, daya, power factor dan frekuensi, serta menampilkan nilai kWh. Pengujian pembacaan dilakukan selama 120 menit dengan proses pengambilan data per 15 menit.

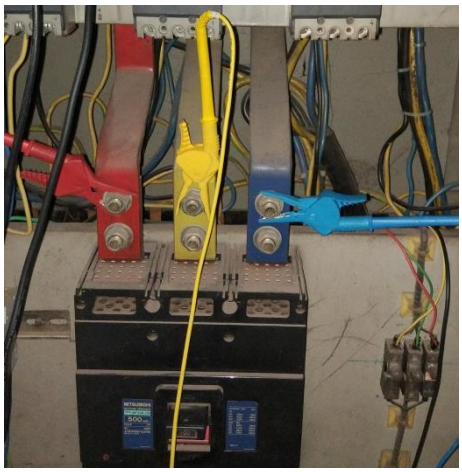
Untuk melalukan pengujian tersebut harus memastikan perangkat *Power Analyzer Lutron DW-6092* berupa current probe, dan penjepit V1, V2, V3 dan N sudah terhubung dengan busbar yang akan di ukur. Sesuai konfigurasi perkabelan yang digunakan ditunjukan gambar 4.10 konfigurasi perkabelan 3 phase 4 kabel



Gambar 4. 10 Konfigurasi Perkabelan 3phase 4 Kabel
(www.Lutron.co.id)

Memasangkan perangkat current probe dan penjepit tegangan di setiap konektor setiap jalur R,S,T keluaran MCB yang yang akan diukur, jangan sampai terbalik current probe dengan jalur R,S,T. ditunjukan gambar 4.11 pemasangan current probe. Demikian pula dengan pemasangan penjepit V1, V2, V3 dan N di setiap jalur busbar R,S,T jangan sampai terbalik pemasangan penjepit V1, V2, V3 dan N. ditunjukan gambar 4.12 pemasangan penjepit di busbar R,S,T, dan N.

Gambar 4. 11 Pemasangan Current Probe



Gambar 4. 12 Pemasagan Penjepit V1, V2, V3 dan N

Gambar 4. 13 Tampilan Pengukuran Power Analyzer Lutron DW-6092

Setalah terpasang semua perangkat Power Analyzer Lutron DW-6092 secara otomatis nilai-nilai tegangan, arus, daya, power factor, frekuensi dan kWh muncul di tampilan layar LCD power analyzer lutron DW-6092. Ditunjukan gambar 4.13 tampilan pengkuran power analyzer lutron DW-6092. Untuk menyimpan data dari pengukuran tersebut tekan tombol REC yang ada di power Analyzer Lutron DW-6092. Pengukuran di lakukan selama 120 menit waktu beban muncak.

Setalah melakukan proses pengambilan data selama 120 menit mendapatkan data yang ditunjukan tabel 4.6 Hasil Pengujian Tegangan, Arus R,S,T, tabel 4.7 Hasil Pengujian KW, KVA, dan KVAR, dan tabel 4.8 Hasil Pengujian KWH, KVAH dan KVARH.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Tegangan, Arus R,S,T Power Analyzer Lutron

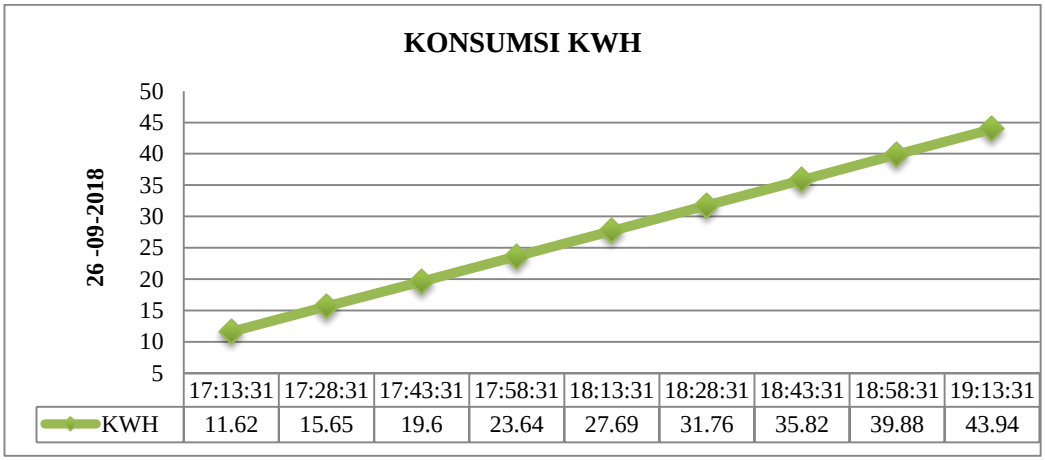
Date	Time	V12	V23	V31	Unit	A1	A2	A3	Unit
26-09-18	17:13:31	396	399	391.1	ACV	25.56	30.07	29.83	ACA
26-09-18	17:28:31	389.4	392.5	384.3	ACV	26.43	30.8	30.93	ACA
26-09-18	17:43:31	388.7	392.8	384.7	ACV	26.44	30.83	31.39	ACA
26-09-18	17:58:31	389.9	393.5	385.5	ACV	26.44	31.12	31.79	ACA
26-09-18	18:13:31	394.3	398.3	389.8	ACV	25.22	30.5	31.12	ACA
26-09-18	18:28:31	393.3	397.3	388.8	ACV	26.36	30.68	32.19	ACA
26-09-18	18:43:31	393.5	397.5	388.3	ACV	25.69	30.97	31.58	ACA
26-09-18	18:58:31	396	399.7	390.6	ACV	25.38	30.66	31.22	ACA
26-09-18	19:13:31	389.2	392.7	384.3	ACV	25.31	30.44	31.13	ACA

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian KW, KVA, dan KVAR Power Analyzer Lutron

Date	Time	P	Unit	S	Unit	Q	Unit	PF
26-09-18	17:13:31	15.82	KW	19.41	KVA	11.24	KVAR	0.81
26-09-18	17:28:31	16.29	KW	19.68	KVA	11.04	KVAR	0.82
26-09-18	17:43:31	16.24	KW	19.82	KVA	11.35	KVAR	0.81
26-09-18	17:58:31	16.23	KW	20	KVA	11.68	KVAR	0.81
26-09-18	18:13:31	16	KW	19.67	KVA	11.44	KVAR	0.81
26-09-18	18:28:31	16.45	KW	20.14	KVA	11.63	KVAR	0.81
26-09-18	18:43:31	16.32	KW	19.94	KVA	11.45	KVAR	0.81
26-09-18	18:58:31	16.17	KW	19.83	KVA	11.48	KVAR	0.81
26-09-18	19:13:31	15.89	KW	19.41	KVA	11.13	KVAR	0.81

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian KWH, KVAH dan KVARH Power Analyzer Lutron

Date	Time	WH	Unit	SH	Unit	QH	Unit	FREQ	Unit
26-09-18	17:13:31	11.62	KWH	14.36	KVAH	8.444	KVARH	50.1	Hz
26-09-18	17:28:31	15.65	KWH	19.29	KVAH	11.27	KVARH	49.8	Hz
26-09-18	17:43:31	19.6	KWH	24.11	KVAH	14.04	KVARH	49.8	Hz
26-09-18	17:58:31	23.64	KWH	29.05	KVAH	16.89	KVARH	50.1	Hz
26-09-18	18:13:31	27.69	KWH	34.05	KVAH	19.8	KVARH	50	Hz
26-09-18	18:28:31	31.76	KWH	39.05	KVAH	22.73	KVARH	50.1	Hz
26-09-18	18:43:31	35.82	KWH	44.03	KVAH	25.61	KVARH	50	Hz
26-09-18	18:58:31	39.88	KWH	48.99	KVAH	28.46	KVARH	50	Hz
26-09-18	19:13:31	43.94	KWH	53.93	KVAH	31.27	KVARH	50	Hz



Gambar 4. 14 Grafik Konsumsi KWH

Sama hal nya dengan Pengujian pembacaan modul EMIAY – 0720 Rev.1 pengujian pembacaan menggunakan *power analyzer lutron DW-6092* dilakukan selama 120 menit dengan proses pengambilan data per 15 menit. Hasil pengujian pembacaan *power analyzer lutron DW-6092* didapatkan dari 15 menit mampu membaca 450 data looping, dikarenkan power analyzer lutron DW-6092 hanya bisa mengambil data 2 detik sampai 7200 detik.

Pembacaan dengan *power analyzer lutron DW-6092* didapatkan konsumsi kWh per 15 menit selama 120 menit, tiap 15menit mengalami peningkatan stabil kurang lebih 4 kWh ditunjukan gambar 4.14 Grafik Konsumsi kWh.

4.5. Pengujian Dan Analisa Akurasi Alat Ukur

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sensitivitas dan akurasi sistem modul EMIAY – 0720 Rev.1. Penentuan akurasi sebuah sistem modul EMIAY – 0720 Rev.1 ditentukan dari hasil pengukuran modul EMIAY – 0720 Rev.1 yang dibuat dengan pengukuran *power analyzer lutron DW-6092*. Dari Hasil tersebut maka bisa di analisa bahwa, berapa akurasi kesalah pada Sistem modul EMIAY – 0720 Rev.1.

Power analyzer lutron DW-6092 sebagai *master*. Penekanan analisa dan pengukuran pada perangkat modul EMIAY – 0720 Rev.1 adalah hasil akurasi data yang diterima setelah pengukuran. Karena data yang diterima akan dibandingkan dengan data pengukuran dengan menggunakan *power analyzer lutron DW-6092*. Sehingga dari data pengukuran tersebut dapat menghasilkan sebuah kesimpulan yang berupa persentase akurasi.

Data yang diukur oleh *Power Analyzer Lutron DW-6092* maupun modul EMIAY – 0720 Rev.1 berupa tegangan, arus R,S,T, KW, KVA, KVAR, Power Faktor, dan Frekuensi. Pengujian mendapatkan data yang ditunjukan tabel 4.8 hasil perbandingan *Error* Akurasi tegangan, tabel 4.9 Arus R,S,T, tabel 4.10 Hasil Error KW,dan KVA, tabel 4.11 Hasil Error KVAR, dan PF.

Tabel 4. 8 Error Akurasi Tegangan

Modul EMIAY – 0720 Rev.1			Power Analyzer Lutron DW-6092	Selisih	Error (%)	Note
Date	Time	V	V	Selisih	%	+ / -
26-09-18	17:13:31	396	399	3.0	0.8	+
26-09-18	17:28:31	391.5	392.5	1.0	0.3	+
26-09-18	17:43:31	394.9	392.8	-2.1	-0.5	-
26-09-18	17:58:31	391.3	393.5	2.2	0.6	+
26-09-18	18:13:31	394.3	398.3	4.0	1.0	+
26-09-18	18:28:31	394.3	397.3	3.0	0.8	+
26-09-18	18:43:31	393.5	397.5	4.0	1.0	+
26-09-18	18:58:31	396	399.7	3.7	0.9	+
26-09-18	19:13:31	389.2	392.7	3.5	0.9	+
Rata- Rata					0.6	+

Tabel 4. 9 Error Akurasi Arus R,S,T

Modul EMIAY – 0720 Rev.1			Power Analyzer Lutron DW-6092			Error (%)			Note +/-		
R (A)	S (A)	T (A)	R (A)	S (A)	T (A)	R	S	T	R	S	T
26.78	31.41	30.33	25.56	30.07	29.83	-4.77	-4.46	-1.68	-	-	-
25.83	31.56	30.51	26.43	30.8	30.93	2.27	-2.47	1.36	+	-	+
26.36	29.85	28.70	26.44	30.83	31.39	0.30	3.18	8.57	+	+	+
25.53	30.80	29.85	26.44	31.12	31.79	3.44	1.03	6.10	+	+	+
25.82	30.94	30.14	25.22	30.5	31.12	-2.38	-1.44	3.15	-	-	+
25.76	30.94	31.12	26.36	30.68	32.19	2.28	-0.85	3.32	+	-	+
25.61	31.49	31.55	25.69	30.97	31.58	0.31	-1.68	0.09	+	-	+
25.82	30.67	30.73	25.38	30.66	31.22	-1.73	-0.03	1.57	-	-	+
25.22	30.73	30.86	25.31	30.44	31.13	0.36	-0.95	0.87	+	-	+
Rata - Rata Error						0.01	-0.85	2.60	+	-	+

Tabel 4. 10 Error Akurasi KW, dan KVA

Modul EMIAY – 0720 Rev.1				Power Analyzer		Error (%)		Note (+/-)	
Date	Time	KW	KVA	KW	KVA	KW	KVA	KW	KVA
26-09-18	17:13:31	16.22	20.01	15.82	19.41	-2.53	-3.09	-	-
26-09-18	17:28:31	15.15	19.06	16.29	19.68	7.00	3.15	+	+
26-09-18	17:43:31	16.19	19.77	16.24	19.82	0.31	0.25	+	+
26-09-18	17:58:31	16.20	19.69	16.23	20.00	0.18	1.55	+	+
26-09-18	18:13:31	16.14	19.93	16.00	19.67	-0.88	-1.32	-	-
26-09-18	18:28:31	16.21	19.96	16.45	20.14	1.46	0.89	+	+
26-09-18	18:43:31	15.99	20.11	16.32	19.94	2.02	-0.85	+	-
26-09-18	18:58:31	16.05	19.97	16.17	19.83	0.74	-0.71	+	-
26-09-18	19:13:31	16.14	19.83	15.89	19.41	-1.57	-2.16	-	-
Rata - Rata Error						0.75	-0.25	+	-

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan dengan membandingkan pengukuran dari Modul EMIAY – 0720 Rev.1dengan *Power Analyzer Lutron DW-6092* maka didapatkan hasil rata-rata kesalahan akurasi alat ukur berupa presentase, sebagai berikut hasil kesalahan presentase, Tegangan = ±0,6%, Arus R = ±0,01%, S = ±0,85%, T = ±2,60%, KW = ±0,75%, dan KVA = ±0,25%

Tabel 4. 11 Error Akurasi KVAR, dan PF

Modul EMIAY – 0720 Rev.1				Power Analyzer		Error (%)		Note (+/-)	
Date	Time	KVAR	PF	KVAR	PF	KVAR	PF	KVAR	PF
26-09-18	17:13:31	11.44	0.83	11.24	0.83	-1.78	0.00	-	+
26-09-18	17:28:31	11.63	0.82	11.04	0.84	-5.34	2.38	-	+
26-09-18	17:43:31	11.35	0.81	11.35	0.83	0.00	2.41	+	+
26-09-18	17:58:31	11.35	0.83	11.68	0.83	2.83	0.00	+	+
26-09-18	18:13:31	11.56	0.81	11.44	0.83	-1.05	2.41	-	+
26-09-18	18:28:31	11.60	0.83	11.63	0.83	0.26	0.00	+	+
26-09-18	18:43:31	11.73	0.81	11.45	0.84	-2.45	3.57	-	+
26-09-18	18:58:31	11.88	0.82	11.48	0.83	-3.48	1.20	-	+
26-09-18	19:13:31	11.51	0.81	11.13	0.84	-3.41	3.57	-	+
Rata - Rata Error						-1.60	1.73	-	+

Tabel 4. 12 Error Akurasi KWH, KVARH, dan Hz

Modul EMIAY – 0720 Rev.1			Power Analyzer Lutron DW-6092			Error (%)			Note (+/-)		
KWH	KVA RH	(Hz)	KWH	KVA RH	(Hz)	KWH	KVA RH	(Hz)	KWH	KVA RH	(Hz)
31.82	17.45	50.1	11.62	8.444	50.1	0.00	0.00	0.00	+	+	+
35.85	20.28	49.8	15.65	11.27	49.8	-1.99	0.00	0.00	-	+	+
39.88	23.05	48.8	19.6	14.04	49.8	0.25	0.00	2.01	+	+	+
43.91	25.90	50.0	23.64	16.89	50.1	0.50	0.68	0.20	+	+	+
47.94	28.83	48.0	27.69	19.8	50.0	0.99	1.74	4.00	+	+	+
51.97	31.71	49.8	31.76	22.73	50.1	0.25	1.05	0.60	+	+	+
56.02	34.56	49.8	35.82	25.61	50.0	1.25	1.42	0.40	+	+	+
60.03	37.37	49.7	39.88	28.46	50.0			0.60	+	+	+
Rata - Rata Error						0.18	0.82	0.98	+	+	+

Sedangakan pengujian kesalahan Akurasi KVAR, PF, KWH, KVARH, dan Hz mendapatkan hasil kesalahan sebagai berikut, KVAR = ±1,60%, PF = ±1,73%, KWH = ±0,18%, KVARH = ±0,82%, dan Hz = ±0,98% dapat disimpulkan bahwa pengujian pengukuran untuk Modul EMIAY – 0720 Rev.1 baik tidak melewati kesalahan 5%.

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah mengalami seluruh tahapan proses perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem monitoring energi listrik pada motor listrik oven 7 PT. reciktt benckiser secara iot (internet of things) dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Sistem monitoring energi listrik dapat terhubung secara online dan real time. Serta dapat dimonitoring jarak jauh dengan menggunakan *website cayenne*.
2. Sistem monitoring energi listrik menggunakan modul EMIAY – 0720 Rev.1 mampu membaca Tegangan, arus R,S,T, KW, KVA, KVAR, PF, dan Frekuensi. Rata- rata Tegangan = 393.4 V, Arus R = 25.86 A, S = 30.93 A, T = 30.42 A, KW = 16.03, KVA = 19.81, KVAR = 11.56, PF = 0.8, Hz = 50.02.
3. Sistem monitoring energi listrik menggunkan modul EMIAY – 0720 Rev.1 didapatkan konsumsi energi per 15 menit selama 120 menit, tiap 15menit mengalami peningkatan stabil kurang lebih 4.03 KWH, dan 2.86 KVARH
4. Rata rata akurasi persentase pengujian sistem monitoringseperti berikut, Tegangan = ±0,6%, Arus R = ±0,01%, S = ±0,85%, T = ±2,60%, KW = ±0,75%, KVA = ±0,25%, KVAR = ±1,60%, PF = ±1,73%, KWH = ±0,18%, KVARH = ±0,82%, dan Hz = ±0,98%

5.2. Saran

Dalam Pembuatan Tugas Akhir sistem monitoring energi listrik pada motor listrik oven 7 PT. reciktt benckiser secara *IoT (internet of things)* yang telah dibuat, masih terdapat kekurangan. Untuk itu perlu dilakukan beberapa pengembangan agar sistem dapat bekerja lebih maksimal dengan cara sebagai berikut:

1. Perlu menyediakan catu daya cadangan sebagai alternatif jika mengalamai pemadaman listrik, sehingga alat tetap dapat dioperasikan.

2. Menggunakan *mikrokontroler* dengan resolusi pengiriman data yang lebih besar dari 8-Bit, agar pembacaan data lebih akurat.
3. Menambahkan firmware *OTA* dalam pemograman di dalam *ESP8266 NodeMCU* untuk memprogram dari jarak jauh.
4. Menambahan *server database* tersendri untuk pengamanan data yang di simpan.
5. Menggunakan *website* prabayar untuk memaksimalkan tampilan yang di ingikan.

DAFTAR PUSTAKA

A.damar aji, & nitisasmita, murie dwiyaniti, k. M. (2016). Politeknik negeri jakartasecara real time menggunakan mobile komunikasi, 15(2).

Agus eko minarno, a. A. W. (2015). Monitoring power meter pada pembangkit listrik tenaga surya menggunakan arduino, 978–979.

Andi adriansyah, r. P. (2013). Jurnal teknologi elektro, universitas mercu buana issn : 2086 - 9479, 4(1).

Arafat. (2016). Sistem pengamanan pintu rumah berbasis internet of things (iot) dengan esp8266. Jurnal ilmiah fakultas teknik "technologia," 7(4), 262–268.

Artono, b., & susanto, f. (2017). Led control system with cayenne framework for the internet of things (iot). Journal of electrical electronic control and automotive engineering (jeecae), 2(1), 95–100.

Badruzzaman, y. (2012). Real time monitoring data besaran listrik gedung laboratorium teknik sipil politeknik negeri semarang. Jurnal jtet, 1(2), 50–59.

Croft, t., & summers, w. I. (1987). American electricians' handbook. Mcgraw-hill.

Dinata, i., & sunanda, w. (2015). Implementasi wireless monitoring energi listrik berbasis web database. Jurnal nasional teknik elektro, 4(1), 83–88. Https://doi.org/10.20449/jnte.v4i1.120

Mahali, m. I. (2016). Smart door locks based on internet of things concept with mobile backend as a service, 1, 171–181.

Rikki vitria. (2008). Komunikasi data serial multipoint menggunakan teknik rs485 half duplex, 3, 67–73.

Riswandi. (2016). Perancangan alat monitoring arus kWh (kilo watt hours) meter tiga phasa dengan memanfaatkan *mikrokontroler* arduino dan sms gateway berbasis web, 1–8.

Rochman, h. A., primananda, r., & nurwasito, h. (2017). Sistem kendali berbasis *mikrokontroler* menggunakan protokol mqtt pada smarthome. Jurnal pengembangan teknologi informasi dan ilmu komputer, 1(6), 445–455. Retrieved from http://j-ptiik.ub.ac.id

Saputra, g. Y., afrizal, a. D., mahfud, f. K. R., pribadi, f. A., & pamungkas, f. J. (2017). Penerapan protokol mqtt pada teknologi wan (studi kasus sistem parkir univeristas brawijaya). Jurnal informatika mulawarman, 12(2), 69–75. Retrieved from http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/jim/article/view/653/pdf

Temy nusa. (2015). Sistem monitoring konsumsi energi listrik secara real time berbasis *mikrokontroler*. Teknik elektro dan komputrer, 4(5), 19–26.