

**RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ENERGI LISTRIK SATU
PHASA PADA RUMAH TINGGAL SEBAGAI *EARLY WARNING* ARUS
BEBAN LEBIH BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

Oleh:
REYHAN TERRA DIFFA
NIM. 19640042



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PENGANTAR

**RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ENERGI LISTRIK SATU
PHASA PADA RUMAH TINGGAL SEBAGAI *EARLY WARNING* ARUS
BEBAN LEBIH BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
REYHAN TERRA DIFFA
NIM. 19640042

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ENERGI LISTRIK SATU
PHASA PADA RUMAH TINGGAL SEBAGAI *EARLY WARNING* ARUS
BEBAN LEBIH BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

SKRIPSI

Oleh:
REYHAN TERRA DIFFA
NIM. 19640042

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal 10 November 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

Farid Samsu Hananto, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 1965050 4199003 1 003

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

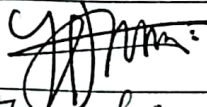
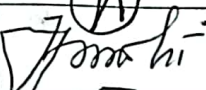
HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ENERGI LISTRIK SATU
PHASA PADA RUMAH TINGGAL SEBAGAI *EARLY WARNING* ARUS
BEBAN LEBIH BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

SKRIPSI

Oleh:
Reyhan Terra Diffa
NIM. 19640042

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal, 10 November 2023

Penguji Utama	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Ketua Penguji	<u>Ahmad Luthfin, S.Si., M.Si</u> NIP. 19860504 201903 1 009	
Sekretaris Penguji	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji I	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 1965050 4199003 1 003	

Mengesahkan,

Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : REYHAN TERRA DIFFA
NIM : 19640042
Jurusan : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : Rancang Bangun Alat Monitoring Energi Listrik Satu
Fasa Pada Rumah Tinggal Sebagai *Early Warning* Arus
Beban Lebih Berbasis *Internet of Things*

Menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar karya saya sendiri.
Sepanjang pengerjaan tugas akhir ini tidak ada karya atau pendapat yang ditulis
atau dipublikasikan orang lain kecuali sebagai rujukan kutipan referensi dengan
mengikuti tata cara penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Malang, 2 November 2023
Yang Membuat Pernyataan



Reyhan Terra Diffa
NIM. 19640042

MOTTO

“Tidak semua orang di dunia ini bisa memahami niat kita sebenarnya. Mereka tidak terlalu tertarik kepada kita. Jadi tidak perlu menjelaskan seberapa sulit hidup kita atau sekeras apa hidup kita.

Kita hanya akan melakukan yang selalu kita lakukan dan hidup seperti biasanya. Kita akan terus maju diam-diam apapun kata orang. Hanya karena kita hidup diam-diam bukan berarti kita menghilang”

~Kim Sabu

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Bapak Dwi Budi Handono dan Ibu Corry Valentine sebagai orang tua saya yang telah mengizinkan serta membiayai pendidikan saya. Terimakasih atas semua yang telah diberikan.
2. Kakak perempuan saya Nuzul Aurora Arthagiga, S.T
3. Keluarga besar terkhusus paman saya yang selalu memberikan semangat dan arahan selama belajar di Universitas
4. Bapak Farid Samsu Hananto, M.T selaku dosen pembimbing tugas akhir. Terima kasih atas semua arahan serta masukan-masukan yang telah diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
5. Seluruh Dosen dan jajaran Prodi Fisika UIN Malang yang telah memfasilitasi dan mengajarkan ilmu.
6. Teman-teman Fisika Compton 2019, terimakasih atas dukungan dan semangat yang telah diberikan selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Almamater saya Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim Malang.

KATA PENGANTAR

Rasa syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Energi Listrik Satu Phasa Pada Rumah Tinggal Sebagai *Early Warning* Arus Beban Lebih Berbasis *Internet Of Things*”. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Sayyidil Musthofa Muhammad SAW yang telah menuntun umat manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman islamiyah.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang telah berpartisipasi. Oleh karena itu, ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M.Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Prodi Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Bapak Farid Samsu Hananto, M.T selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu, arahan, dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen pembimbing integrasi, yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam bidang integrasi sains dan Al-Quran.

6. Muthmainnah, M.Si selaku Dosen wali yang senantiasa memberikan arahan, serta motivasi selama penulis berada di bangku perkuliahan.
7. Seluruh Dosen, Laboran dan Admin Prodi Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan arahan serta ilmu selama di bangku perkuliahan.
8. Bapak, Ibu, kakak serta keluarga di rumah yang selalu memberi doa dan dukungan selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan serta kekeliruan. Oleh karena itu, penulis berharap segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang bisa penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang luas serta menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 30 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
المخلص	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat	5
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 Jaringan Listrik	7
2.2 Besaran Listrik	8
2.3 Sistem Proteksi Tenaga Listrik	13
2.4 <i>Early Warning</i> Arus Beban Lebih	15
2.5 Internet of Things	16
2.6 Alat dan Bahan	17
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Analisis Alat dan Bahan	23
3.1.1 Hardware	23
3.1.2 Software	23
3.2 Rancangan Sistem	24
3.3 Pembuatan Program	26
3.4 Pengujian dan Analisis Alat	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Alat	30
4.2 Hasil Uji Alat	32
4.3 Pembahasan	41
BAB V PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simbol tegangan DC dan simbol tegangan AC.....	9
Gambar 2.2 Segitiga daya	11
Gambar 2.3 MCB	14
Gambar 2.4 Skema Internet of Things	17
Gambar 2.5 Blynk	17
Gambar 2.6 Modul Wifi NodeMCU V3	18
Gambar 2.7 Skematik posisi pin NodeMCU ESP8266 V3.....	18
Gambar 2.8 (a) Sensor PZEM 004t (b) Current Transformer	20
Gambar 2.9 (LCD) Liquid Crystal Display.....	21
Gambar 2.10 Inter Integrated Circuit	21
Gambar 2.11 Arduino IDE	22
Gambar 3.1 Design alat.....	24
Gambar 3.2 Flowchart kerja alat.....	25
Gambar 3.3 Pembuatan program.....	26
Gambar 3.4 Setting dashboard pada Blynk.....	26
Gambar 4.1 Tampak dalam rancangan alat.....	30
Gambar 4.2 Tampak luar rancangan alat	31
Gambar 4.3 Dashboard pada Blynk (Web)	31
Gambar 4.4 Dashboard pada aplikasi Mobile Blynk	32
Gambar 4.5 Perbandingan nilai pada sensor dengan nilai pada PM.....	34
Gambar 4.6 Perbandingan nilai pada sensor dengan nilai pada PM	35
Gambar 4.7 Perbandingan nilai pada sensor dengan nilai pada PM	36
Gambar 4.8 Perbandingan nilai pada sensor dengan nilai pada PM	37
Gambar 4.9 Energi (kWh) pada sensor	39
Gambar 4.10 Pengujian 90% 2 A.....	41
Gambar 4.11 Notifikasi email pada pengujian 90% (2 A).....	41
Gambar 4.12 Perbandingan sensor dengan alat ukur PM	42
Gambar 4.13 Perbandingan sensor dengan alat ukur PM	43
Gambar 4.14 Perbandingan sensor dengan alat ukur PM	44
Gambar 4.15 Perbandingan sensor dengan alat ukur PM	45
Gambar 4.16 Perbandingan sensor dengan hasil perhitungan	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar sumber daya PLN.....	14
Tabel 2.2 Spesifikasi mikrokontroler	19
Tabel 2.3 Spesifikasi sensor	20
Tabel 3.1 Data pengujian tegangan.....	28
Tabel 3.2 Data pengujian arus.....	28
Tabel 3.3 Data pengujian daya.....	28
Tabel 3.4 Data pengujian faktor daya	29
Tabel 3.5 Data uji energi.....	29
Tabel 3.6 Data arus beban lebih.....	29
Tabel 4.1 Data hasil uji tegangan.....	33
Tabel 4.2 Data hasil uji arus.....	35
Tabel 4.3 Data hasil uji daya aktif	36
Tabel 4.4 Data hasil uji faktor daya	37
Tabel 4.5 Data hasil uji energi	38
Tabel 4.6 Data hasil uji early warning arus beban lebih	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat dan bahan	51
Lampiran 2 Hasil Uji.....	53
Lampiran 3 Program Arduino	66

ABSTRAK

Diffa, Reyhan Terra. 2023. **Rancang Bangun Alat Monitoring Energi Listrik Satu Phasa Pada Rumah Tinggal Sebagai *Early Warning* Arus Beban Lebih Berbasis *Internet Of Things***. Skripsi. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Farid Samsu Hananto, M.T (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Kata Kunci: Monitoring, Satu Phasa, Internet of Things

Seiring meningkatnya kebutuhan listrik serta banyak yang lalai dalam memantau konsumsi beban, hal ini berakibat pemakaian beban lebih. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mewujudkan rancang bangun alat monitoring energi listrik satu phasa pada rumah tinggal sebagai *early warning* arus beban lebih berbasis *Internet of Things* dan memahami unjuk kerja alat monitoring energi listrik satu phasa pada rumah tinggal sebagai *early warning* arus beban lebih berbasis *Internet of Things*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa dengan beberapa tahapan yaitu: pertama, dilakukan analisis alat dan bahan peralatan hardware maupun software yang akan digunakan dalam merancang alat monitoring energi listrik, kedua yaitu perancangan hardware sistem alat monitoring energi listrik, ketiga yaitu melakukan setting pada platform IoT berupa blynk serta pembuatan program pada arduino IDE kemudian yang keempat adalah pengujian alat, dimana hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada LCD dan web blynk. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu alat berhasil membaca variabel kelistrikan berupa tegangan, arus, daya, faktor daya dan energi, kemudian dari seluruh pengujian yang dilakukan diperoleh presentase error terhadap alat ukur berupa Power Master METREL seri MI 2892 yaitu pada pengujian tegangan diperoleh rata-rata error sebesar 0,13%, arus sebesar 1,11%, daya sebesar 6,55%, faktor daya sebesar 6,06% dan energi sebesar 6,29%. Selain itu pengujian *early warning* arus beban lebih pada 2 kondisi yaitu 50% dari arus nominal mcb dan 90% dari arus nominal mcb juga telah berhasil memberikan notifikasi melalui email dimana pengujian dilakukan pada arus nominal mcb sebesar 2A, 4A, dan 6A.

ABSTRACT

Diffa, Reyhan Terra. 2023. **Design of a Single Phase Electrical Energy Monitoring Tool for Residential Homes as an Early Warning for Overload Current Based on the Internet of Things**. Thesis. Physics Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisor: (I) Farid Samsu Hananto, M.T (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Keywords: Monitoring, Single Phase, Internet of Things

As electricity demand increases and many people neglect to monitor load consumption, this results in overload usage. The aim of this research is to realize the design of a single-phase electrical energy monitoring tool in residential homes as an Internet of Things-based overload current early warning and to understand the performance of a single-phase electrical energy monitoring tool in residential homes as an Internet of Things-based overload current early warning. . The research method used is an engineering method with several stages, namely: first, analyzing tools and materials, hardware and software equipment that will be used in designing electrical energy monitoring tools, second, designing the hardware system for electrical energy monitoring tools, third, setting up the IoT platform. in the form of blynk and making a program on the Arduino IDE then the fourth is tool testing, where the results of the sensor readings will be displayed on the LCD and web blynk. The research results obtained were that the tool was successful in reading electrical variables in the form of voltage, current, power, power factor and energy, then from all the tests carried out the error percentage was obtained for the measuring tool in the form of the Power Master METREL MI 2892 series, namely in the voltage test the average error was obtained. of 0.13%, current of 1.11%, power of 6.55%, power factor of 6.06% and energy of 6.29%. Apart from that, early warning testing of overload current in 2 conditions, namely 50% of the nominal MCB current and 90% of the nominal MCB current, has also succeeded in providing notification via email where the test was carried out at nominal MCB currents of 2A, 4A and 6A.

الملخص

ديفا، ريجان تيرا. 2023. تصميم أداة مراقبة الطاقة الكهربائية أحادية الطور للمنازل السكنية كإنذار مبكر للتيار الزائد بناءً على إنترنت الأشياء. البحث الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفة: (I) فريد سامسو هانانتو، الماجستير، (II) وعبد الباسط، الماجستير

الكلمات الرئيسية: المراقبة، مرحلة واحدة، إنترنت الأشياء

مع زيادة الطلب على الكهرباء وإهمال العديد من الأشخاص لمراقبة استهلاك الحمل، يؤدي ذلك إلى استخدام الحمل الزائد. الهدف من هذا البحث هو تحقيق تصميم أداة مراقبة الطاقة الكهربائية أحادية الطور في المنازل السكنية كإنذار مبكر للتيار الزائد القائم على إنترنت الأشياء وفهم أداء أداة مراقبة الطاقة الكهربائية أحادية الطور في المنازل السكنية كتنبيه مبكر لحالي من الحمل الزائد القائم على إنترنت الأشياء. طريقة البحث المستخدمة هي طريقة هندسية لها عدة مراحل وهي: أولاً، تحليل الأدوات والمواد والمعدات والأجهزة والبرمجيات التي سيتم استخدامها في تصميم أدوات مراقبة الطاقة الكهربائية، ثانياً، تصميم نظام الأجهزة لأدوات مراقبة الطاقة الكهربائية، ثالثاً، إعداد ثم الرابع هو اختبار الأدوات، حيث سيتم عرض **Arduino IDE** وعمل برنامج على **blink** منصة إنترنت الأشياء على شكل وكانت نتائج البحث التي تم الحصول عليها أن الأداة نجحت في قراءة **web blink** و **LCD** نتائج قراءات المستشعر على شاشة المتغيرات الكهربائية في شكل الجهد والتيار والقدرة ومعامل القدرة والطاقة، ومن جميع الاختبارات التي أجريت تم الحصول على نسبة الخطأ 2892، وتحديدًا في اختبار الجهد، تم الحصول على متوسط **Power Master METREL MI** لأداة القياس في شكل سلسلة خطأ قدره 0.13%، والتيار 1.11%، والقدرة 6.55%، وعامل القدرة 6.06%، والطاقة 6.29%. بصرف النظر عن ذلك، فإن الاسمي، نجح أيضاً **MCB** الاسمي و90% من تيار **MCB** اختبار الإنذار المبكر لتيار الحمل الزائد في حالتين، وهما 50% من تيار الاسمية 2 أ، 4 أ، 6 أ **MCB** في تقديم إخطار عبر البريد الإلكتروني حيث تم إجراء الاختبار عند تيارات

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia adalah energi listrik. Bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia menyebabkan kebutuhan energi listrik akan semakin meningkat. Data menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik di Indonesia dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan, di tahun 2016 konsumsi energi listrik sebesar 0.96 Kwh per kapita, 2017 sebesar 1.02 Kwh per kapita, 2018 sebesar 1.06 Kwh per kapita, dan di tahun 2019 sebesar 1.08 Kwh per kapita. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa ekonomi di Indonesia semakin maju. Bahkan Executive vice president corporate communication and CSR PT PLN (Persero) I Made Suprateka menyatakan “Indikator pembangunan ekonomi suatu negara diukur dengan konsumsi energi per kapita. Perekonomian Indonesia tumbuh dengan mengoptimalkan ketersediaan listrik melalui produktivitas dan pemerataan listrik di seluruh wilayah”. Tetapi pemakaian energi listrik secara ceroboh memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar serta mengakibatkan boros pada biaya bulanan.

Jaringan listrik di setiap rumah tinggal pada umumnya menggunakan jaringan satu fasa atau *single phase*. Jaringan ini menggunakan dua kawat penghantar yaitu satu kawat fasa, satu kawat 0 (netral). Alat yang digunakan untuk mengetahui jumlah konsumsi energi listrik adalah kWh meter. Maka dengan adanya kWh meter diharap pemilik rumah dapat memantau energi listrik yang dipakai. Tetapi sering dijumpai masyarakat ceroboh terhadap konsumsi listrik dan pemilik rumah jarang memperhatikan Kwh meter dalam waktu tertentu. Hal inilah yang menyebabkan

pemakaian energi listrik di rumah mengalami pemborosan. Sehingga dapat mengakibatkan boros biaya keluaran, merusak kesehatan lingkungan, serta menghambat program pemerintah akan pentingnya hemat energi. Terlebih sering dijumpai seperti banyaknya beban yang terhubung secara bersamaan dan hal inilah yang akan menyebabkan trip beban lebih. Apabila hal ini sering terjadi maka dapat merusak beban pada rumah karena pada saat trip komponen pada beban listrik mengalami panas berlebih karena adanya lonjakan arus selain itu saat mcb pulih pasca trip, beban pada rumah akan mengalami fluktuasi tegangan. Hal ini sudah banyak dialami oleh masyarakat Indonesia, sehingga perlu dibuat sebuah sistem *early warning* arus beban lebih guna mengantisipasi terjadinya trip pada rumah tinggal.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi sudah meningkat di masa kini. Salah satu penerapannya di era 4.0 ini adalah Internet of Things. Internet of Things memiliki konsep dimana suatu objek dapat mentransfer data tanpa harus melibatkan manusia, cukup menggunakan koneksi internet. Dari konsep inilah muncul ide untuk memanfaatkan Internet of Things yang di implementasikan untuk memantau serta memberi informasi terkait sistem kelistrikan pada rumah tinggal secara real-time. Sehingga dalam hal ini penerapan alat berbasis IoT akan sangat membantu pengguna dalam memantau konsumsi energi listrik. Al-quran pun menganjurkan manusia agar saling membantu, terutama dalam hal taqwa seperti dijelaskan pada QS.Al-Maidah ayat 2 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَحْلُوا شَعَائِرَ اللَّهِ وَلَا الشَّهْرَ الْحَرَامَ وَلَا الْهَدْيَ وَلَا الْقَلَائِدَ وَلَا أَمِينَ الْبَيْتِ
الْحَرَامَ يَبْتَغُونَ فَضْلًا مِّن رَّبِّهِمْ وَرِضْوَانًا وَإِذَا حَلَلْتُمْ فَاصْطَادُوا وَلَا يَجْرِمَنَّكُمْ شَنَا نُ قَوْمٍ أَن

صَدُّوْكُمْ عَنِ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ أَنْ تَعْتَدُوْا وَتَعَاوُنُوْا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوُنُوْا عَلَى الْإِثْمِ
وَالْعُدُوَانِ يَوَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ (المائدة: ٢)

“Wahai orang-orang yang beriman! Janganlah kamu melanggar syiar-syiar kesucian Allah, dan jangan (melanggar kehormatan) bulan-bulan haram, jangan (mengganggu) hadyu (hewan-hewan kurban) dan qala'id (hewan-hewan kurban yang diberi tanda), dan jangan (pula) mengganggu orang-orang yang mengunjungi Baitulharam; mereka mencari karunia dan keridhaan Tuhannya. Tetapi apabila kamu telah menyelesaikan ihram, maka bolehlah kamu berburu. Jangan sampai kebencian(mu) kepada suatu kaum karena mereka menghalang-halangi kamu dari Masjidilharam, mendorongmu berbuat melampaui batas (kepada mereka). Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan. Bertakwalah kepada Allah, sungguh, Allah sangat berat siksaan-Nya.” (QS.Al-Maidah : 2)

Berdasarkan tafsir al mishbah ayat diatas menjelaskan sebagai seorang mukmin kita sangat dianjurkan agar saling membantu, tolong-menolong, terutama dalam hal taqwa. Sehingga dengan adanya penerapan IoT pada tugas akhir ini maka alat yang akan dirancang diharap dapat membantu umat manusia dalam memantau variabel kelistrikan satu phasa secara *online* dan *real time*.

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas muncul gagasan ide untuk melakukan inovasi terkini yaitu rancang bangun alat monitoring energi listrik satu phasa pada rumah tinggal sebagai *early warning* arus beban lebih berbasis IoT. Alat ini akan memonitoring pemakaian energi listrik pada rumah tinggal yang umumnya menggunakan jaringan listrik satu phasa. Alat ini juga memberikan notifikasi via email ketika pemakaian arus listrik hampir mencapai batas maksimal arus nominal pada mcb, sehingga pemilik rumah dapat segera mengantisipasi terjadinya trip beban lebih. Data pengukuran energi listrik akan dihasilkan menggunakan sensor PZEM-004T yang nantinya akan diproses menggunakan modul Nodemcu ESP8266 dan dikirim menuju database di sebuah platform IoT berupa *Blynk*. Upaya

pengembangan alat ini tentunya dapat membantu dalam mewujudkan revolusi industri 4.0.

Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian oleh Tresna dkk berupa *Aplikasi Mikrokontroler Dalam Sistem Kontrol Dan Monitoring Energi Listrik*, penelitian ini dilakukan pada tahun 2019 dengan variabel yang dimonitoring berupa arus, daya dan energi. Kelemahan pada penelitian ini adalah alat tersebut memiliki maksimum pengukuran arus hanya mencapai 5A kemudian belum adanya monitoring faktor daya dan tegangan serta belum ada penerapan *Internet of Things*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Arnold dkk, pada tahun 2022 *Rancang Bangun Sistem Monitoring Arus Dan Tegangan Listrik Pada Instalasi Rumah Tinggal Berbasis Mikrokontroler* penelitian ini berhasil memonitoring arus, tegangan dan daya serta terdapat warning beban lebih. Kelemahan penelitian ini adalah belum adanya monitoring faktor daya dan energi listrik serta belum dilakukan kalibrasi alat sehingga nilai error pada pengukuran belum diketahui kemudian warning beban lebih pada penelitian ini masih belum bisa diterapkan pada platform IoT karena pemberitahuan warning hanya berupa nyala lampu pada control panel.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada masalah yang telah di uraikan pada latar belakang diatas, maka muncullah beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun alat monitoring energi listrik satu phasa pada rumah tinggal sebagai *early warning* arus beban lebih berbasis *Internet of Things*?

2. Bagaimana unjuk kerja alat monitoring energi listrik satu phasa pada rumah tinggal sebagai *early warning* arus beban lebih berbasis *Internet of Things*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang alat monitoring energi listrik satu phasa pada rumah tinggal sebagai *early warning* arus beban lebih berbasis *Internet of Things*.
2. Memahami unjuk kerja alat monitoring energi listrik satu phasa pada rumah tinggal sebagai *early warning* arus beban lebih berbasis *Internet of Things*.

1.4 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup permasalahan dapat mengerucut dan lebih jelas. Pada proyek akhir ini penulis akan membuat rancang bangun alat monitoring energi listrik satu phasa pada rumah tinggal sebagai *early warning* arus beban lebih berbasis *internet of things* dengan menggunakan sensor PZEM-004T dan mikrokontroler berupa NodeMCU ESP8266 V3. Nilai-nilai yang dimonitoring yaitu tegangan (V), arus (A), energi (kWh), daya (Watt), dan faktor daya. Sistem akan mengirim notifikasi melalui email apabila pemakaian arus hampir mencapai batas maksimal arus nominal pada mcb. Sistem monitoring ini dapat diakses di sebuah platform IoT berupa *Blynk* secara real time dan online.

1.5 Manfaat

Manfaat dari pembuatan alat monitoring energi listrik pada rumah tinggal berbasis IoT ini adalah:

Bagi Mahasiswa:

- a. Mahasiswa memperoleh tambahan wawasan serta pembelajaran yang belum pernah di peroleh hingga saat ini ketika merancang alat monitoring energi listrik pada rumah tinggal sebagai early warning arus beban lebih berbasis IoT.
- b. Mahasiswa mampu mengembangkan serta mengimplementasikan ilmu yang telah di pelajari di bangku perkuliahan.
- c. Terciptanya alat ini diharapkan mahasiswa termotivasi untuk terus berkarya di bidang teknologi sains.

Bagi Masyarakat:

- a. Terciptanya alat ini maka pengguna dapat memantau semua variabel kelistrikan pada rumah tinggalnya secara online dan real time.
- b. Terciptanya alat ini maka diharapkan masyarakat bisa lebih menghemat pemakaian energi listrik sesuai anjuran pemerintah akan pentingnya hemat energi serta dapat mengantisipasi terjadinya trip akibat arus beban lebih sehingga dalam hal ini masyarakat turut andil dalam menjaga kesehatan lingkungan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Jaringan Listrik

Sistem tenaga listrik terbagi menjadi tiga bagian yaitu sistem pembangkit, sistem transmisi, dan sistem distribusi. Energi listrik dapat dihasilkan dari sistem pembangkit listrik, adapun contoh pembangkit listrik tersebut antara lain Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dan lain sebagainya. Energi yang dihasilkan kemudian disalurkan ke konsumen melalui jaringan transmisi dan distribusi. (Aminudin dkk, 2017)

Berdasarkan QS An-Naba ayat 13:

وَجَعَلْنَا سِرَاجًا وَهَّاجًا

“dan Kami jadikan pelita yang amat terang (matahari),”

Kemudian QS Ar-Rum ayat 46:

وَمِنْ آيَاتِهِ يُرِيكُمُ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنْزِلُ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَيُخْرِجُ بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

“Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya, Dia memperlihatkan kepadamu kilat untuk (menimbulkan) ketakutan dan harapan, dan Dia menurunkan hujan dari langit, lalu menghidupkan bumi dengan air itu sesudah matinya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda bagi kaum yang mempergunakan akalnyanya.”

Berdasarkan dua ayat diatas, QS An-Naba ayat 13, dimana Allah telah menganugerahkan matahari kepada umat manusia dengan manfaat yang sangat

banyak, pemanfaatan yang dapat dijumpai adalah seperti PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) kemudian QS Ar-Rum ayat 46, dimana Allah telah menciptakan air dengan banyak manfaat yang bisa diperoleh, dan pemanfaatan yang dapat dijumpai dalam bidang listrik adalah seperti PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air). Dari dua ayat yang telah disebutkan Allah menciptakan banyak sumber energi listrik yang dapat dimanfaatkan oleh umat manusia di bumi.

Hampir setiap rumah tinggal di negara Indonesia menggunakan jaringan listrik satu fasa yaitu jaringan listrik yang hanya menggunakan dua buah penghantar yaitu kawat fasa (L) dan kawat netral (N) dan pada umumnya jaringan ini bertegangan 220-240 volt.

2.2 Besaran Listrik

Dalam dunia kelistrikan terdapat beberapa besaran listrik yang harus diketahui diantaranya adalah arus (I), tegangan (V), beban, daya dan energi (kWh). Berikut penjelasan dari masing-masing besaran listrik.

a. Arus

Arus listrik adalah laju aliran muatan yang melewati suatu titik dalam rangkaian listrik (Ikhsan, 2009). Arus terbagi menjadi 2 jenis yaitu arus searah dan arus bolak balik. Arus searah diartikan sebagai arus yang memiliki nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu. Peninjauan arus listrik pada waktu berbeda, tetapi nilai yang dihasilkan akan sama. Sedangkan arus bolak balik adalah arus listrik yang memiliki arah arus yang berubah-ubah secara bolak-balik (Safitri dkk, 2017).

Secara matematis arus yang konstan dapat dirumuskan sebagai berikut:

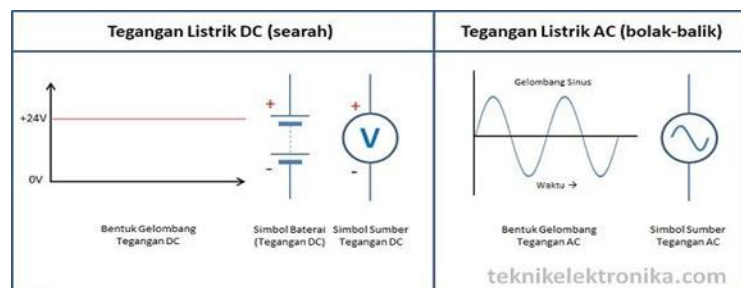
$$I = \frac{V}{R} \text{ (Ampere)} \quad (2.1)$$

Satuan dari arus ini adalah Ampere.

b. Tegangan

Tegangan merupakan usaha yang dilakukan guna menggerakkan sebuah muatan (sebesar satu coulomb) pada suatu komponen dari satu terminal/kutub ke terminal/kutub lainnya, atau pada kedua terminal/kutub akan memiliki nilai beda potensial jika digerakkan sebuah muatan sebesar 1 C dari satu kutub ke kutub lainnya.

Tegangan listrik terbagi menjadi 2 bagian: tegangan listrik searah (*Direct Voltage*) dan tegangan listrik bolak-balik (*Alternating Voltage*). Satuan dari tegangan adalah Voltage. (Siti Nurhabibah Hutagalung dkk, 2018). Tegangan DC memiliki sumber tegangan listrik yang konstan dan tegangan AC memiliki sumber tegangan listrik yang bervariasi.



Gambar 2.1 Simbol tegangan DC dan simbol tegangan AC

Secara matematis tegangan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V = IR \quad (2.2)$$

c. Beban Listrik

Beban listrik adalah segala sesuatu yang mengkonsumsi atau membutuhkan energi listrik. Contoh dalam kehidupan sehari-hari adalah kipas angin, setrika, televisi, kulkas dll.

d. Daya Listrik

Daya memiliki arti sebagai energi per satuan waktu atau dapat diartikan perkalian tegangan dengan arus. Daya merupakan jumlah energi listrik yang dikonsumsi guna melakukan suatu kerja pada sistem tenaga listrik. Satuan daya listrik umumnya adalah Watt. Daya pada suatu sistem tegangan bolak-balik (AC) dibagi menjadi tiga macam yaitu daya aktif (nyata) dengan simbol (P) satuannya adalah Watt (W), daya reaktif dengan simbol (Q) satuannya adalah volt ampere reactive (VAR) dan daya total dengan simbol (S) satuannya adalah volt ampere (VA) (Nuwolo, 2015).

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing daya listrik:

- Daya Aktif

Daya aktif adalah daya yang dikonsumsi oleh beban atau sesuai dengan kekuatan sebenarnya. Beberapa contoh dari daya aktif adalah energi panas, energi mekanik, cahaya dan daya aktif memiliki satuan berupa *watt* (W) (Johan dkk, 2020). Berikut ini merupakan persamaan daya aktif:

$$P = VI \cos \varphi \text{ (1 fasa)} \quad (2.3)$$

Dimana:

P = Daya Aktif (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

- Daya Total

Daya Total adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Daya total ialah daya yang dikeluarkan

sumber alternation current (AC) atau di serap oleh beban. Satuan dari daya total yaitu *volt ampere* (VA). Daya total adalah daya yang diberikan PLN kepada konsumen. Berikut persamaan dari daya semu: (Alland, 2013).

$$S = VI(1 \text{ phasa}) \quad (2.4)$$

Dimana:

S = Daya Total (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

- Daya reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet (Von Meier Alexander, 2006). Nilai daya reaktif dinyatakan $\neq 0$ apabila terjadi gesekan pada gelombang sinusoidal tegangan atau arus listrik AC akibat dari beban induktif maupun kapasitif, dan apabila beban listrik AC berupa resistif murni maka nilai daya reaktif 0. Berikut persamaan dari daya reaktif:

$$Q = VI \sin \varphi (1 \text{ phasa}) \quad (2.5)$$

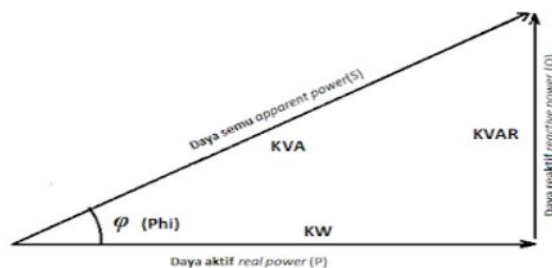
Dimana:

Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

Φ = Faktor daya



Gambar 2.2 Segitiga daya

e. Faktor daya

Faktor Daya menggambarkan seberapa efisien penggunaan daya pada sebuah beban. Nilai faktor daya ini juga bisa diartikan nilai sudut phasa antara daya aktif dengan daya total yang terdapat pada segitiga daya. Nilai faktor daya dihasilkan dari hasil perbandingan antara nilai daya aktif dengan nilai daya total pada rangkaian listrik. Nilai faktor daya memiliki rentang nilai 0-1, dimana apabila nilai faktor daya yang dihasilkan semakin mendekati 1 maka menunjukkan bahwa beban yang terpakai memiliki efisiensi yang sangat tinggi, begitu juga sebaliknya semakin mendekati nol atau menjauhi angka satu, maka beban yang terpakai memiliki efisiensi rendah. Pada suatu sistem tenaga listrik memiliki 3 jenis faktor daya yaitu:

1. Faktor daya bernilai satu (unity)

Keadaan saat nilai $\cos \theta$ adalah bernilai satu dan tegangan sumber sephasa dengan arus ke beban. Faktor daya unity akan terjadi bila jenis beban adalah resistif murni.

2. Faktor daya mendahului (leading)

Keadaan faktor daya saat memiliki kondisi beban listrik yang beban bersifat kapasitif.

3. Faktor daya terbelakang (lagging)

Keadaan faktor daya saat memiliki kondisi beban atau peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat induktif (Wilda dkk, 2021).

Berikut persamaan faktor daya:

$$pf = \frac{P}{S} \quad (2.6)$$

Dimana:

P = Daya Aktif

$S = \text{Daya Total}$

f. Energi listrik

Energi merupakan kerja yang dilakukan guna melakukan usaha. Energi yang dikonsumsi beban merupakan laju pemakaian energi (daya) dikalikan dengan waktu pemakaian beban. Berikut persamaan dari energi listrik:

$$W = Pt \quad (2.7)$$

2.3 Sistem Proteksi Tenaga Listrik

Sistem proteksi merupakan suatu sistem pengamanan terhadap rangkaian listrik, yang diakibatkan karena beberapa gangguan seperti gangguan alam, gangguan teknis, kesalahan operasi, dan sebab yang lainnya. Sistem ini terpasang pada sistem distribusi tenaga listrik, transformator tenaga, transmisi tenaga listrik dan generator listrik yang digunakan untuk menjaga sistem tenaga listrik dari gangguan listrik atau beban lebih.

Gangguan arus lebih ditunjukkan dengan konsumsi arus pada sebuah saluran yang melebihi arus beban maksimum. Arus beban lebih terjadi karena penambahan konsumsi beban yang menyebabkan naiknya arus sehingga melebihi arus beban maksimum (Abdul dkk, 2019).

Salah satu alat untuk proteksi tenaga listrik adalah Miniature Circuit Breaker atau biasa disebut MCB. Fungsi MCB digunakan untuk membatasi arus sekaligus sebagai pengaman dalam suatu jaringan instalasi listrik. MCB akan bekerja jika suatu instalasi mengalami hubung singkat (konsleting) dan arus yang dikonsumsi melebihi arus maksimum. MCB akan secara otomatis memutus aliran arus apabila arus yang melewatinya melebihi nilai nominal pada MCB tersebut (Saleh dkk, 2017).

Tabel 2.1 Daftar sumber daya PLN

DAYA (VA)	ARUS (<i>Ampere</i>)
250	1,2
450	2
900	4
1.300	6
2.200	10
3.500	16
4.400	20
5.500	25
7.700	35
11.000	50

Hal ini juga serupa dengan sekring (*fuse*), MCB memutus aliran arus listrik ketika terjadi gangguan beban lebih. Perbedaan pada kedua alat ini adalah ketika terjadi gangguan beban lebih, *fuse* (sekring) akan terputus dan tidak bisa difungsikan kembali, sedangkan MCB akan trip dan ketika kondisi arus sudah normal, MCB dapat di ON-kan kembali (*reset*) secara manual.



Gambar 2.3 MCB

2.4 *Early Warning* Arus Beban Lebih

Early Warning arus beban lebih memiliki prinsip kerja dimana alat memberikan *warning* kepada pemilik rumah apabila total pemakaian arus hampir mencapai arus nominal pada mcb. Sehingga alat ini bekerja sebelum mcb atau sekring (*fuse*) memutuskan arus karena beban lebih. Alat ini akan bekerja dalam 2 kondisi yaitu apabila pemakaian arus melebihi 50% dan 90% dari arus nominal mcb, hal tersebut dilakukan guna mengantisipasi apabila salah satu beban yang terhubung memiliki nilai arus yang cukup besar. Sistem kerja *Early Warning* arus beban lebih dapat dicontohkan sebagai berikut, apabila suatu rumah memiliki daya 900 VA maka maksimal pemakaian arus dirumah tersebut adalah 4A, jika pemakaian arus melebihi 4A, secara otomatis mcb akan mengalami trip. Diketahui pemakaian arus pada rumah tersebut sebesar 2,5 A, maka alat akan segera mengirimkan *warning* kepada pemilik rumah bahwa pemakaian arus mencapai 50%, selang beberapa waktu pemilik menghidupkan beban yang memiliki nilai arus sebesar 1,6A sehingga total arus menjadi 3,6A maka alat akan mengirimkan *warning* kepada pemilik rumah bahwa pemakaian arus sudah mencapai 90% dengan adanya *warning* tersebut maka pemilik rumah agar berhati-hati apabila ingin menambah beban listrik atau bahkan bisa segera mencabut beban listrik yang tidak terpakai. Sehingga dengan upaya tersebut mcb tidak mengalami trip. *Early Warning* akan dikirim melalui email melalui jaringan internet, sehingga alat ini cukup efektif bagi pemilik rumah.

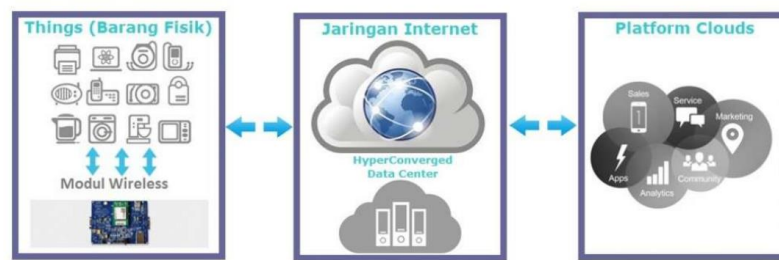
Beberapa masyarakat memanfaatkan mcb 2 group, tetapi hal tersebut masih memiliki potensi trip apabila kondisi arus melebihi kapasitas. Karena fungsi pemasangan MCB menjadi 2 group adalah membagi beban listrik pada suatu

instalasi rumah agar apabila terjadi gangguan pada salah satu MCB maka proses pelacakan gangguan pada jalur instalasi listrik akan lebih mudah, dan hal tersebut masih memungkinkan terjadinya trip pada mcb apabila pemakaian beban melebihi kapasitas, dengan penjelasan diatas maka sistem *early warning* arus beban lebih sangat dibutuhkan bagi siapapun agar pemilik rumah tetap *aware* apabila pemakaian beban hampir melebihi kapasitas, dengan upaya ini maka peralatan listrik dirumah akan tetap terjaga dari kerusakan yang disebabkan karena panas berlebih saat trip serta fluktuasi tegangan pasca trip.

2.5 Internet of Things

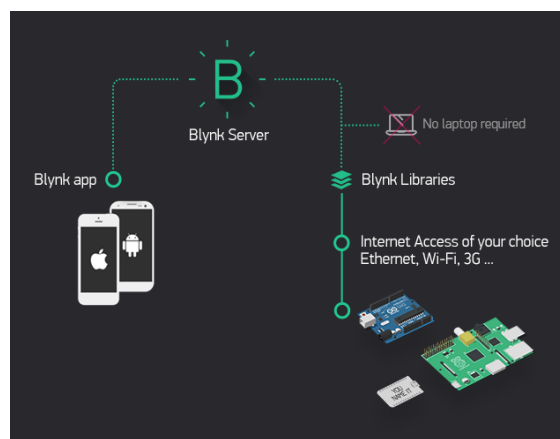
Internet Of Things merupakan sebuah teknologi 4.0 yang dapat menghubungkan manusia untuk melakukan interaksi dengan sebuah mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan atau aktuator guna memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga dimungkinkan adanya suatu interaksi atau kolaborasi antara manusia dengan peralatan IoT untuk melakukan suatu tindakan berdasar informasi yang diperoleh secara independen. Tujuannya adalah untuk memudahkan manusia untuk berinteraksi dengan benda (IoT) lebih mudah, bahkan dengan tujuan agar terdapat komunikasi antar benda satu dengan benda lainnya (Budi, 2018).

IoT mengacu pada suatu benda yang nantinya benda tersebut dapat berinteraksi antara satu dengan yang lain melalui jaringan internet (Anggraini dkk, 2017). Berikut skema kerja IoT:



Gambar 2.4 Skema *Internet of Things*

Blynk adalah platform IoT *cloud* yang menyediakan setiap alat yang diperlukan untuk membuat prototipe, skala, dan mengelola produk yang terhubung dengan sangat sederhana. Tujuan tugas akhir ini adalah untuk imlemantasikan penggunaan IoT sehingga dapat diakses oleh seluruh dunia, dan menyederhanakan pengembangan proyek IoT (Agus dkk, 2020).



Gambar 2.5 Blynk

Email adalah surat elektronik yang digunakan untuk mengirim data ataupun menerimadata melalui jaringan internet baik dalam bentuk file, teks, gambar, audio maupun video (Putra, 2021).

2.6 Alat dan Bahan

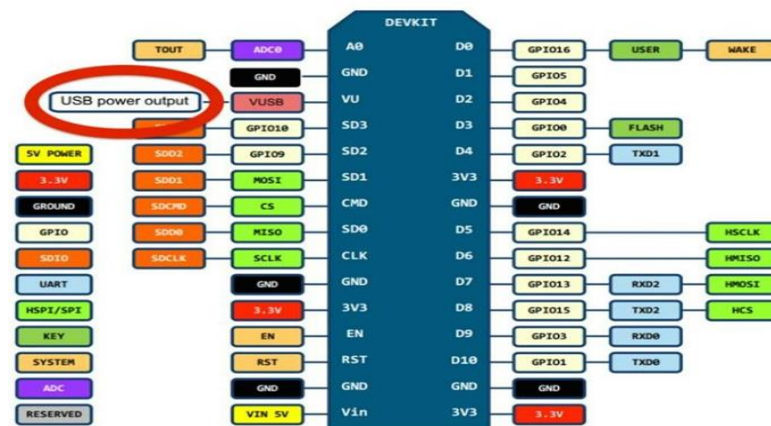
a. Modul Wifi NodeMCU V3

NodeMCU merupakan pengembangan dari produk ESP8266 dengan firmware berbasis e-Lua. Pada NodeMcu dilengkapi dengan micro usb port yang berfungsi untuk pemrograman maupun power supply. Selain itu, NodeMCU di

lengkapi dengan tombol push button yaitu tombol *reset* dan *flash*. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman Lua yang merupakan package dari esp8266. Bahasa Lua memiliki logika dan susunan pemrograman yang sama dengan C hanya berbeda syntax. Selain dengan bahasa Lua, NodeMCU juga support dengan software Arduino IDE dengan melakukan sedikit perubahan board manager pada Arduino IDE (Kurniawan, 2015). NodeMCU berukuran panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firmware yang bersifat opensource (Nurlail, 2020).



Gambar 2.6 Modul Wifi NodeMCU V3



Gambar 2.7 Skematik posisi pin NodeMCU ESP8266 V3

Tabel 2.2 Spesifikasi mikrokontroler

Spesifikasi	NodeMCU ESP8266 V3
Mikrokontroler	ESP8266
Tegangan Input	3.3 ~ 5v
USB to Serial Converter	CH340G
Port USB	Micro USB
Kanal PWM	10 kanal
Pin GPIO	13 pin

b. Sensor PZEM-004T

PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, energi dan power factor. Dengan kelengkapan fungsi ini, maka modul PZEM-004T sangat ideal untuk digunakan sebagai proyek maupun eksperimen alat pengukur daya pada sebuah jaringan listrik seperti rumah atau gedung. Modul PZEM-004T diproduksi oleh sebuah perusahaan bernama Peacefair, ada yang model 10 ampere dan 100 ampere. Sensor PZEM-004T cukup mudah digunakan karena output nya langsung bisa dibaca, baik berupa arus, tegangan, power maupun energi. Untuk kekurangan sensor ini sendiri tidak mampu membaca arus AC dengan ketelitian mili Ampere. Modul PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Modul ini sudah dilengkapi dengan sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. Dalam penggunaannya, alat ini khusus penggunaan dalam ruangan (indoor) dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan. PZEM-004T adalah hardware berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif dan konsumsi energi. Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu dari pengkabelan terminal masukan tegangan dan arus, serta pengkabelan

komunikasi serial. Berdasarkan pada kebutuhan, modul ini memiliki papan pin TTL untuk mendukung komunikasi data serial antar hardware. Jika pengguna ingin mengkomunikasikan PZEM-004T ini dengan perangkat yang memiliki port USB atau RS-232 (seperti komputer), diperlukan lagi kabel converter (TTL ke USB, TTL ke RS232). Sensor ini menggunakan Current Transformer model split core. Karena menggunakan split core maka tentu saja memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaannya karena bisa langsung dipasang pada kabel jaringan listrik yang sudah terpasang tanpa harus melepas kable listrik tersebut (Christin, 2020).

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor

Besaran listrik	Range pengukuran
Tegangan	8-260 v
Arus	0-100 A
Daya Aktif	0-23 kW
Faktor Daya	0-1
Frekuensi	45 – 65 Hz
Energi	0- 9999 kWh



(a)



(b)

Gambar 2. 8 (a) Sensor PZEM 004t (b) Current Transformer

c. *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD (Liquid Crystal Display) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik.

Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan (Amir, 2020). LCD yang digunakan pada proyek akhir ini adalah LCD-020N004L 20x4 yang artinya salah satu LCD jenis dot-matrik yang memiliki 4 baris dan 20 kolom.



Gambar 2.9 (LCD) *Liquid Crystal Display*

d. *Inter Integrated Circuit (I2C)*

I2C adalah protokol interface yang dikembangkan oleh Philips Semiconductor dengan konsep dasar komunikasi dua arah antar IC menggunakan dua kabel. Protokol ini mengizinkan desain sistem untuk saling terkoneksi sampai 128 piranti yang berlainan hanya dengan 2 jalur dua arah, satu untuk serial clock (SCL), dan satunya untuk serial data (SDA) (Susilo, 2010). Setiap piranti yang terhubung dalam I2C memiliki alamat yang unik yang dapat diakses secara perangkat keras dengan protokol master/slave. Setiap piranti slave mempunyai alamat dan piranti master dapat memilih slave mana yang menerima data atau men transmitt data.

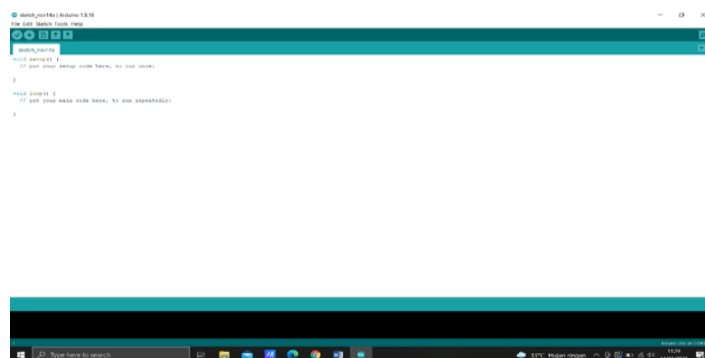


Gambar 2.10 Inter Integrated Circuit

e. *Arduino (IDE) Integrated Development Environment*

Integrated Development Environment (IDE) adalah suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE arduino terdiri dari:

- Editor Program yaitu sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing.
- Compiler Berfungsi untuk kompilasi sketch tanpa unggah ke board bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode syntax sketch. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa processing.
- Uploader Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi sketch ke board target. Pesan error akan terlihat jika board belum terpasang atau alamat port COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan arduino (Nurlail, 2020).



Gambar 2.11 Arduino IDE

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa dengan beberapa tahapan yaitu: pertama, dilakukan analisis alat dan bahan peralatan hardware maupun software yang akan digunakan dalam merancang alat monitoring energi listrik, kedua yaitu perancangan hardware sistem alat monitoring energi listrik, ketiga yaitu melakukan setting pada platform IoT serta pembuatan program pada arduino IDE kemudian yang keempat adalah pengujian alat, dimana hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada LCD dan web blynk.

3.1 Analisis Alat dan Bahan

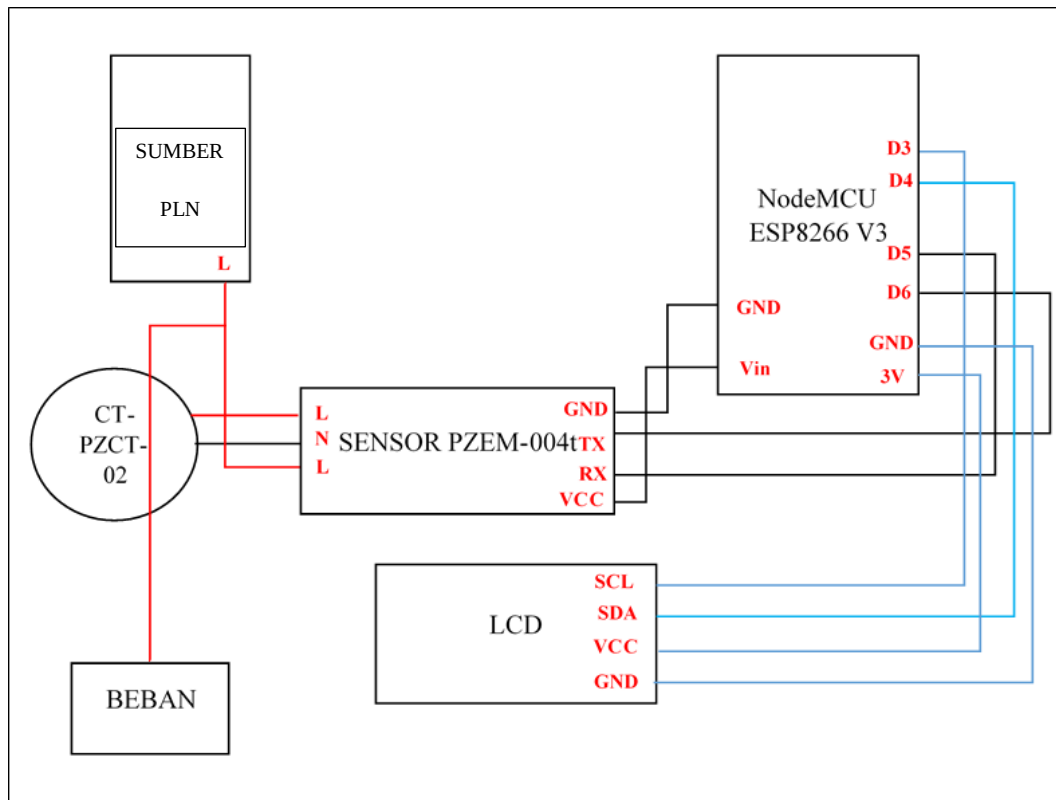
3.1.1 Hardware

- a. Adaptor Power Supply 5V
- b. NodeMCU ESP8266 V3
- c. Sensor PZEM-004T
- d. Liquid Crystal Display (LCD)
- e. Current Transformer PZCT-02

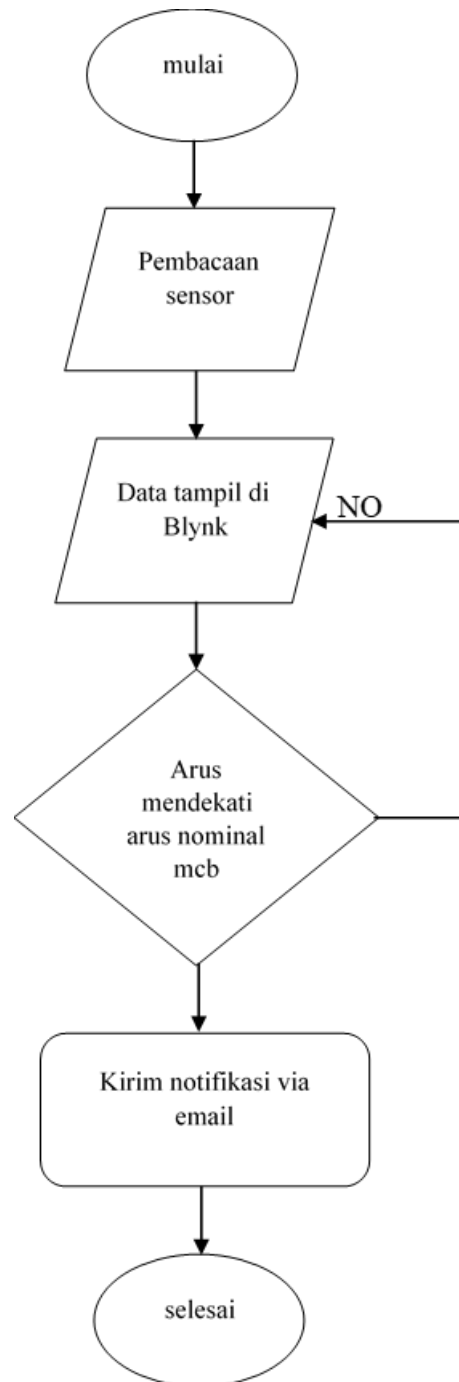
3.1.2 Software

- f. Arduino (IDE) Integrated Development Environment
- g. Blynk

3.2 Rancangan Sistem



Gambar 3.1 Design alat



Gambar 3.2 Flowchart kerja alat

Alur dari unjuk kerja alat ini adalah sensor akan membaca arus, tegangan, daya, faktor daya dan energi. Selanjutnya hasil data akan dikirimkan ke server dan akan ditampilkan pada web *blynk* melalui jaringan internet, jika pemakaian arus hampir mencapai batas maksimum arus nominal pada mcb maka alat ini akan mengirim notifikasi via email.

3.3 Pembuatan Program



```

premuadaa | Arduino 1.8.16
File Edit Sketch Tools Help

premuadaa

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6NzgGofu8"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "electricalmonitoring"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "kRmRcRC4AuAV30msJ521UrzgF_B3pw9B"
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
// #include <CTBot.h>
// #include <TMessage.h>

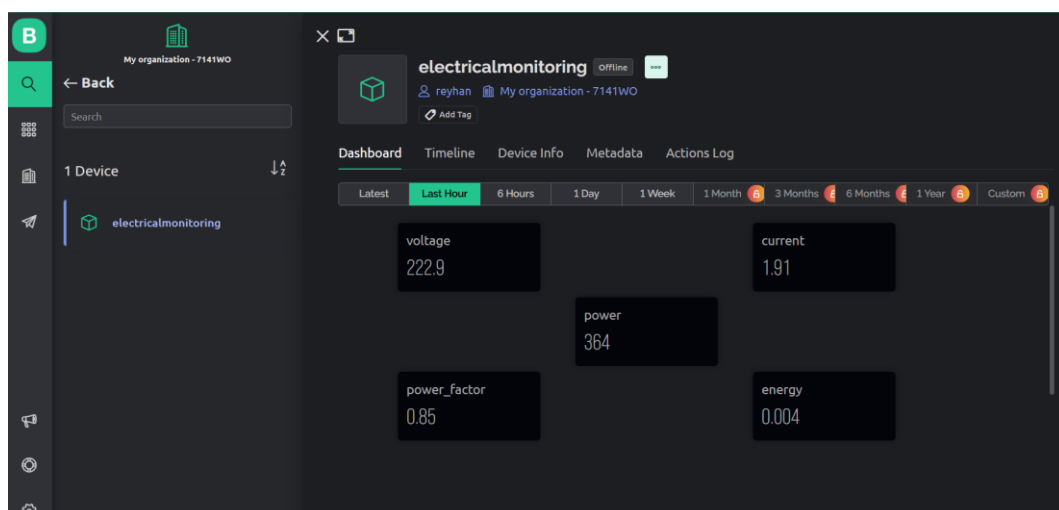
char auth[] = "kRmRcRC4AuAV30msJ521UrzgF_B3pw9B";
char ssid[] = "rere";
char pass[] = "rere123345";
String token = "5907068640:AAFrv6o6Ib2owzho_SRumkxDgCNg_3U2C4" ; // REPLACE myToken WITH YOUR TELEGRAM BOT TOKEN

#include <PEZMO04Tv30.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
// #include <WiFiClient.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
// WiFiClientSecure client;
PEZMO04Tv30 pzem(12, 14); // Software Serial pin 11 (RX) & 12 (TX)
// CTBot myBot;
// int daftar_pengguna[] = {5388626057};

unsigned long previousMillis = 0; // Waktu sebelumnya
unsigned long interval = 1000; // Interval waktu dalam milidetik (misalnya 1 detik)
  
```

Gambar 3.3 Pembuatan program



Gambar 3.4 Setting dashboard pada *Blynk*

3.4 Pengujian dan Analisis Alat

Pengujian ini dilakukan agar dapat diketahui nilai-nilai besaran listrik yang meliputi tegangan, arus, daya, faktor daya dan energi. Setelah alat dapat membaca variable data besaran listrik tersebut maka dilakukanlah kalibrasi alat untuk mengetahui keakuratan atau performa sistem pada alat ini yaitu dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur konvensional.

Selanjutnya dilakukan uji *early warning* dengan memasang beban lebih guna mengetahui keberhasilan alat dalam memberikan notifikasi melalui email. Uji *early warning* akan dilakukan dalam 2 kondisi yaitu pertama apabila pemakaian arus melebihi 50% dari arus nominal mcb, dan yang kedua apabila pemakaian arus melebihi 90% dari arus nominal mcb. Hal tersebut dilakukan guna mengantisipasi apabila salah satu beban yang terhubung memiliki nilai arus yang cukup besar.

Setelah mendapatkan hasil nilai besaran listrik dari masing-masing alat, maka dilakukanlah analisis hasil sistem kerja alat dengan memasukkan variable data ke dalam tabel yang nantinya akan dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai persentase kesalahan (error), akurasi, rata-rata akurasi serta rata-rata kesalahan (error).

$$\%Error = \left| \frac{\text{Selisih Nilai Sensor dengan Nilai Acuan}}{\text{Nilai Acuan}} \right| \times 100 \quad (2.8)$$

$$\%Rata - rata\ error = \frac{\Sigma\ error}{\Sigma\ uji\ coba} \times 100 \quad (2.9)$$

Tabel dibawah merupakan pengukuran besaran listrik:

Tabel 3.1 Data pengujian tegangan

NO	Setting Beban	Tegangan pada sensor (V)	Tegangan pada alat ukur PM (V)	Selisih (V)	Akurasi (%)	Error (%)
1						
2						
3						
4						
5						
Rata – rata:						

Tabel 3.2 Data pengujian arus

NO	Setting Beban	Arus pada sensor (A)	Arus pada alat ukur PM (A)	Selisih (A)	Akurasi (%)	Error (%)
1						
2						
3						
4						
5						
Rata – rata:						

Tabel 3.3 Data pengujian daya

NO	Setting Beban	Daya pada sensor ($Watt$)	Daya pada alat ukur PM ($Watt$)	Selisih ($Watt$)	Akurasi (%)	Error (%)
1						
2						
3						
4						
5						
Rata – rata:						

Tabel 3.4 Data pengujian faktor daya

NO	Setting Beban	Faktor daya pada sensor	Faktor daya pada alat ukur PM	Daya Reaktif (kVar) pada Alat Ukur PM	Selisih	Akurasi (%)	Error (%)
1							
2							
3							
4							
5							
Rata – rata:							

Tabel 3.5 Data uji energi

N O	Setting Beban	Waktu (s)	Energi pada sensor (kWh)	Energi berdasarkan perhitungan (kWh)	Selisih (kWh)	Akurasi (%)	Error (%)
1							
2							
3							
4							
5							
Rata – rata:							

Tabel 3.6 Data arus beban lebih

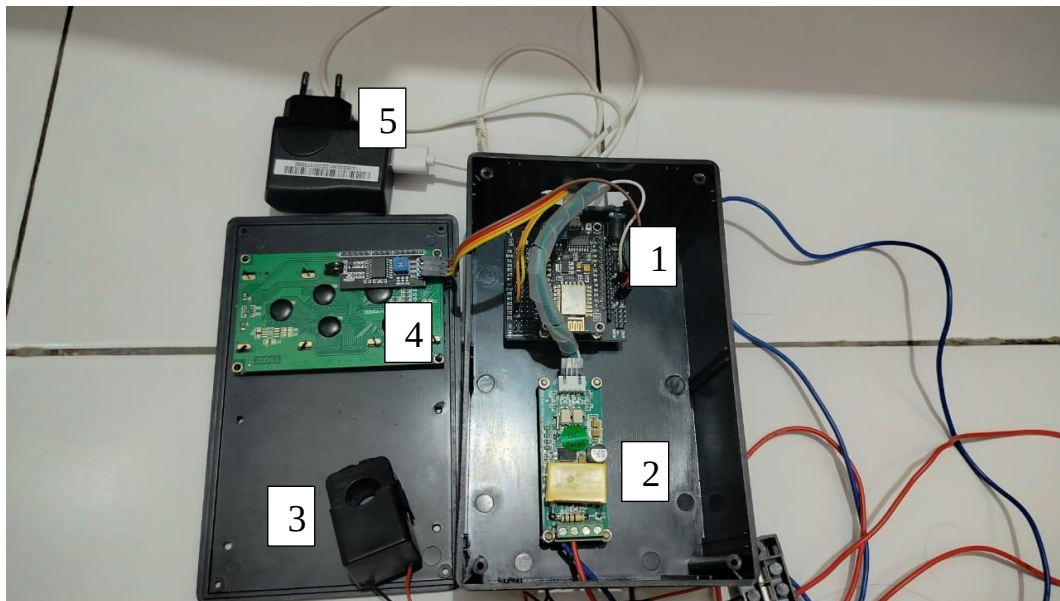
Kapabilitas MCB	Pengujian	I Sensor (ampere)	I alat ukur (ampere)	Notifikasi	
				Terkirim	Gagal
2A	50%				
	90%				
4A	50%				
	90%				
6A	50%				
	90%				

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Alat

Hasil alat monitoring energi listrik satu fasa pada rumah tinggal sebagai early warning arus beban lebih berbasis internet of things berhasil di realisasikan dengan baik. Monitoring variabel kelistrikan meliputi tegangan (V), arus (A), daya (P), faktor daya, dan energi (kWh), dimana monitoring variabel tersebut akan ditampilkan secara real time dan online pada platform IoT berupa blynk serta alat akan mengirimkan notifikasi warning arus beban lebih ketika konsumsi arus melebihi 50 % dan 90 % dari arus nominal mcb.



Gambar 4.1 Tampak dalam rancangan alat

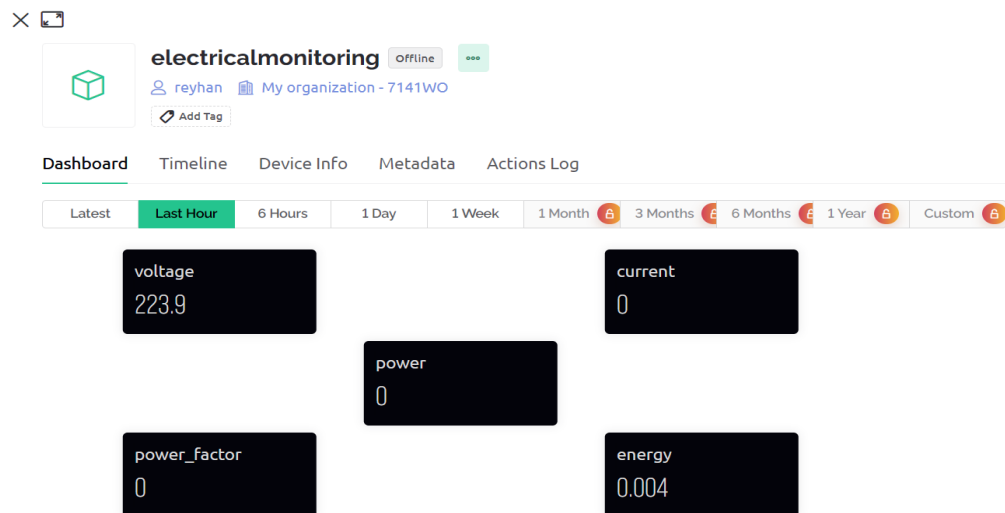
Keterangan:

1. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 V3
2. Sensor PZEM-004T
3. Current Transformer PZCT-02
4. Liquid Crystal Display (LCD)

5. Adaptor Power Supply



Gambar 4.2 Tampak luar rancangan alat



Gambar 4.3 Dashboard pada Blynk (Web)



Gambar 4.4 Dashboard pada aplikasi Mobile Blynk

4.2 Hasil Uji Alat

Uji alat dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dalam mengukur beberapa variabel kelistrikan berupa tegangan (V), arus (A), daya (P), faktor daya, dan energi (kWh) serta menguji pengiriman data sensor yang dikirim ke platform IoT berupa blynk. Pengujian alat menggunakan 2 beban yaitu yang pertama beban resistif berupa *load resistor* dengan variasi beban 100 ohm, 150 ohm, 200 ohm, 250 ohm, dan 300 ohm, kemudian yang kedua beban induktif berupa *load induktor* dengan variasi beban S0 (0 H), S1 (0,083 H), S2 (0,091 H), S3 (0,100 H), dan S4 (0,113 H), indikator tersebut merupakan jumlah step yang di putar pada *toggle switch* beban.

Berikut alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. Rancangan alat yang telah dibuat

2. Kabel penghubung
3. Caput buaya
4. Load resistor (beban resistif)
5. Load Inductor (beban induktif)
6. Clamp Meter KYORITSU seri KEW SNEP 2037
7. Power Master METREL seri MI 2892
8. Sumber AC 1 phasa

Al-Quran juga telah menjelaskan mengenai pengukuran besaran fisis yaitu pada QS.Al-Qamar ayat 49 yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ (القمر: ٤٩)

Artinya: “*Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.*” (QS.Al-Qamar: 49). Dalam hal ini pengukuran pada tugas akhir ini meliputi tegangan (V), arus (A), daya (P), faktor daya, dan energi (kWh).

a. Tegangan

Tabel 4.1 Data hasil uji tegangan

NO	Setting Beban (Z)	V pada Sensor (volt)	V pada Alat Ukur (volt)	SELISIH	Akurasi (%)	ERROR
1	100 ohm	222,8	222,4	0,4	99,82%	0,18%
2	152 ohm	223,5	223,3	0,2	99,91%	0,09%
3	202 ohm	223,2	223,6	0,4	99,82%	0,18%
4	252 ohm	223,7	223,4	0,3	99,87%	0,13%
5	302 ohm	223,8	223,6	0,2	99,91%	0,09%
RATA RATA:					99,87%	0,13%



Gambar 4.5 Perbandingan nilai pada sensor dengan nilai pada PM

$$Error(\%) = \left| \frac{\text{Nilai } V \text{ Sensor} - \text{Nilai } V \text{ Power Master}}{\text{Nilai } V \text{ Power Master}} \right| \times 100$$

Berikut perhitungan error dan akurasi pada salah satu sampel:

$$Error(\%) = \left| \frac{222,8 - 222,4}{222,4} \right| \times 100$$

$$Error(\%) = 0,18\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 0,18\%$$

$$\%Akurasi = 99,82\%$$

$$\text{Rata - rata } error(\%) = 0,13\%$$

$$\text{Rata - rata } akurasi(\%) = 99,87\%$$

b. Arus

Tabel 4.2 Data hasil uji arus

NO	Setting Beban (Z)	I pada Sensor (A)	I pada Alat Ukur (A)	SELISIH	Akurasi (%)	ERROR
1	100 ohm	2.23	2.27	0.04	98.24%	1.76%
2	152 ohm	1.66	1.68	0.02	98.81%	1.19%
3	202 ohm	1.6	1.59	0.01	99.37%	0.63%
4	252 ohm	1.89	1.87	0.02	98.93%	1.07%
5	302 ohm	2.29	2.27	0.02	99.12%	0.88%
RATA RATA:					98,89%	1.11%



Gambar 4.6 Perbandingan nilai pada sensor dengan nilai pada PM

$$Error(\%) = \left| \frac{\text{Nilai I Sensor} - \text{Nilai I Power Master}}{\text{Nilai I Power Master}} \right| \times 100$$

$$Error(\%) = \left| \frac{2.23 - 2.27}{2.27} \right| \times 100$$

$$Error(\%) = 1.76\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 1,76\%$$

$$\%Akurasi = 98,24\%$$

$$\text{Rata - rata error}(\%) = 1.11\%$$

Rata – rata *akurasi*(%) = 98,89%

c. Daya Aktif

Tabel 4.3 Data hasil uji daya aktif

NO	Setting Beban (Z)	P pada Sensor (Watt)	P pada Alat Ukur (Watt)	SELISIH	Akurasi (%)	ERROR
1	100 ohm	497.7	506	8.3	98.36%	1.64%
2	152 ohm	353.4	354	0.6	99.83%	0.17%
3	202 ohm	278.1	262	16.1	93.85%	6.15%
4	252 ohm	240.4	216	24.4	88.70%	11.30%
5	302 ohm	221.3	195	26.3	86.51%	13.49%
RATA RATA:					93,45%	6,55%



Gambar 4.7 Perbandingan nilai pada sensor dengan nilai pada PM

$$Error(\%) = \left| \frac{\text{Nilai } P \text{ Sensor} - \text{Nilai } P \text{ Power Master}}{\text{Nilai } P \text{ Power Master}} \right| \times 100$$

Berikut perhitungan error pada salah satu sampel:

$$Error(\%) = \left| \frac{497.7 - 506}{506} \right| \times 100$$

$$Error(\%) = 1,64 \%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 1,64\%$$

$$\%Akurasi = 98,36\%$$

$$\text{Rata - rata error}(\%) = 6,55 \%$$

$$\text{Rata - rata akurasi}(\%) = 93,45\%$$

d. Faktor Daya

Tabel 4.4 Data hasil uji faktor daya

NO	Setting Beban (Z)	Faktor daya pada Sensor	Faktor daya pada Alat Ukur PM	Daya Reaktif (kVar) pada Alat Ukur PM	SELISIH	Akurasi (%)	ERROR
1	100 ohm	1	1	0.02	0	100.00%	0.00%
2	152 ohm	0.96	0.94	0.13	0.02	97.87%	2.13%
3	202 ohm	0.78	0.74	0.24	0.04	94.59%	5.41%
4	252 ohm	0.57	0.52	0.35	0.05	90.38%	9.62%
5	302 ohm	0.43	0.38	0.47	0.05	86.84%	13.16%
RATA RATA:						93,94%	6,06%



Gambar 4.8 Perbandingan nilai pada sensor dengan nilai pada PM

$$\text{Error}(\%) = \left| \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Power Master}}{\text{Nilai Power Master}} \right| \times 100$$

Berikut perhitungan error pada salah satu sampel:

$$Error(\%) = \left| \frac{1 - 1}{1} \right| \times 100$$

$$Error(\%) = 0\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 0\%$$

$$\%Akurasi = 100\%$$

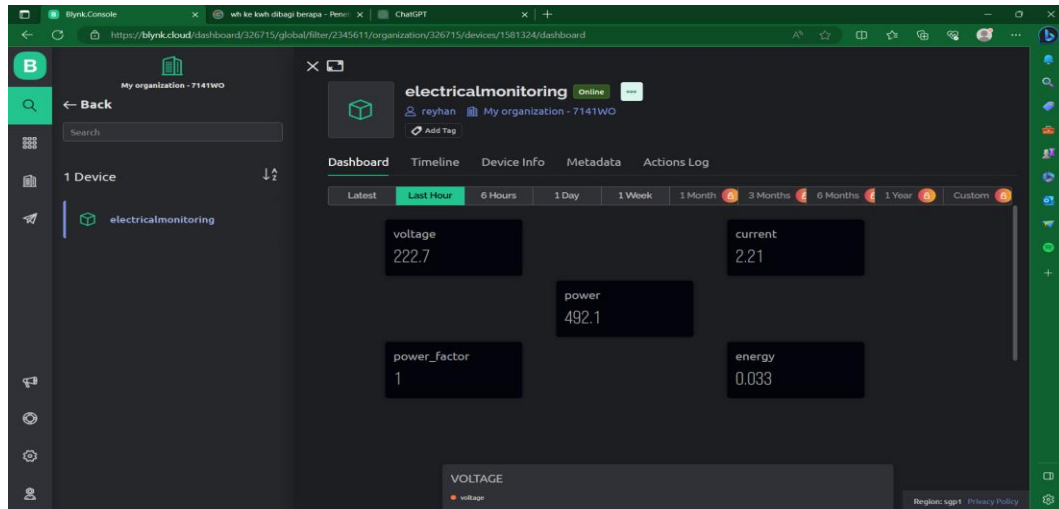
$$\text{Rata - rata } error(\%) = 6,06\%$$

$$\text{Rata - rata } akurasi(\%) = 93,94\%$$

e. Energi

Tabel 4.5 Data hasil uji energi

NO	Setting Beban (Z)	E pada Sensor (kWh)	E perhitungan (kWh)	Waktu (menit)	SELISIH	Akurasi (%)	ERROR
1	100 ohm	0.0330	0.0337	4	0.0007	97.83%	2.17%
2	152 ohm	0.0240	0.0236	4	0.0004	98.31%	1.69%
3	202 ohm	0.0190	0.0175	4	0.0015	91.22%	8.78%
4	252 ohm	0.0160	0.0144	4	0.0016	88.89%	11.11%
5	302 ohm	0.0140	0.0130	4	0.0010	92.31%	7.69%
RATA RATA:						93,71%	6,29%



Gambar 4.9 Energi (kWh) pada sensor

$$\text{Energi (kWh)} = \text{Daya (PQ)} \times \text{Time (hours)}$$

Berikut perhitungan energi pada salah satu sampel:

$$\text{Energi (kWh)} = \frac{506}{1000} \times \frac{4}{60}$$

$$\text{Energi (kWh)} = 0.0337$$

Setelah hasil data diperoleh maka dihitung nilai error pada alat dengan persamaan:

$$\text{Error}(\%) = \left| \frac{\text{Nilai E Sensor} - \text{Nilai E Perhitungan}}{\text{Nilai E Perhitungan}} \right| \times 100$$

Berikut perhitungan error pada salah satu sampel:

$$\text{Error}(\%) = \left| \frac{0.0330 - 0.0337}{0.0337} \right| \times 100$$

$$\text{Error}(\%) = 2,17\%$$

$$\% \text{Akurasi} = 100\% - 2,17\%$$

$$\% \text{Akurasi} = 97,83\%$$

$$\text{Rata - rata error}(\%) = 6,29 \%$$

$$\text{Rata - rata akurasi}(\%) = 93,71\%$$

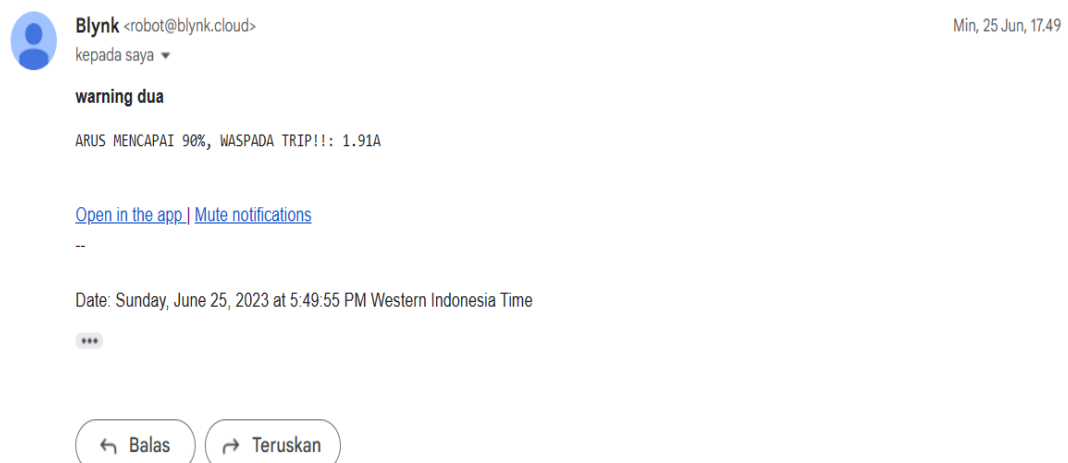
f. Uji Early Warning Arus Beban Lebih

Tabel 4.6 Data hasil uji early warning arus beban lebih

Kapasitas MCB	Pengujian	I Sensor (ampere)	I alat ukur (ampere)	Notifikasi	
				Terkirim	Gagal
2 A	50%	1,29	1,31	✓	-
	90%	1,91	1,91	✓	-
4 A	50%	3,38	3,36	✓	-
	90%	3,93	3,89	✓	-
6 A	50%	3,99	3,96	✓	-
	90%	5,95	5,89	✓	-



Gambar 4.10 Pengujian 90% 2 A



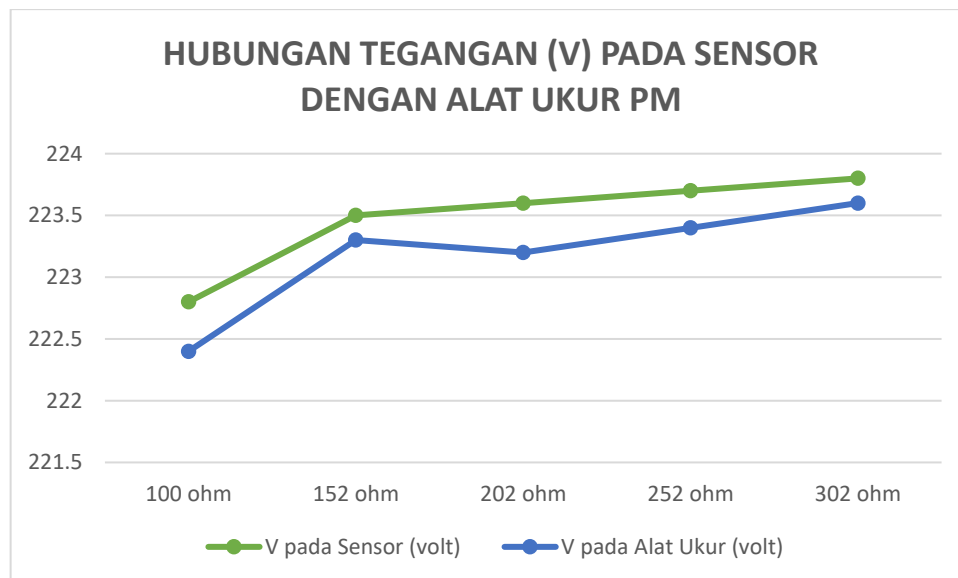
Gambar 4.11 Notifikasi email pada pengujian 90% (2 A)

4.3 Pembahasan

1. Tegangan

Pada tabel 4.1 diperoleh hasil uji tegangan, hasil data pada sensor dibandingkan dengan alat ukur konvensional berupa Power Master METREL seri MI 2892. Beban yang diberikan berupa beban resistor dan beban induktor dengan variasi beban meliputi 100 ohm + S0, 150 ohm + S1, 200 ohm + S2, 250 ohm + S3, dan 300 ohm + S4. Rata-rata akurasi alat ukur yang diperoleh pada variabel

tegangan adalah 99,87%, sedangkan rata-rata error yang diperoleh pada variabel tegangan adalah 0.13 %.

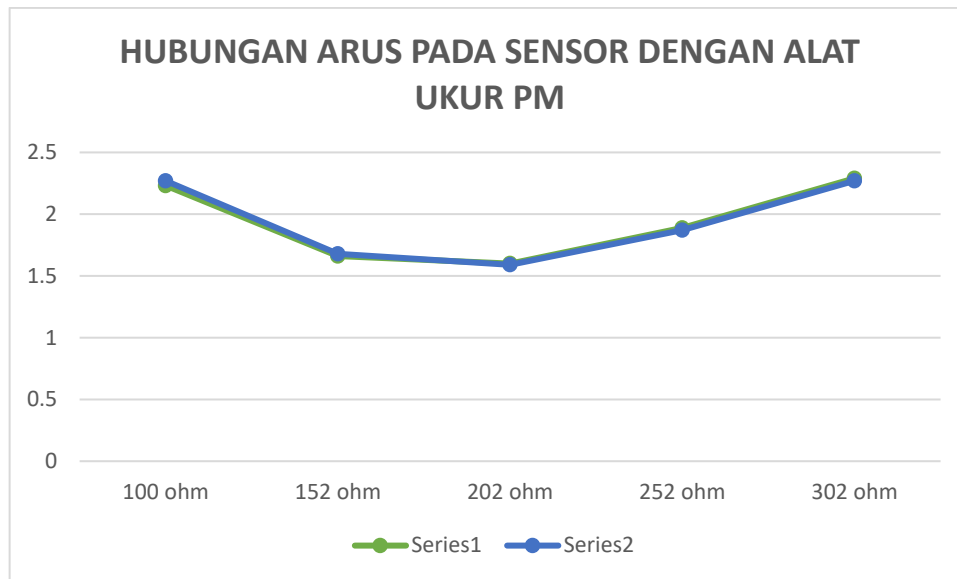


Gambar 4.12 Perbandingan sensor dengan alat ukur PM

Grafik tegangan cenderung stabil, hal ini menunjukkan bahwa tegangan yang diberikan juga stabil yaitu berada diantara 220-240 v

2. Arus

Pada tabel 4.2 diperoleh hasil uji arus, hasil data pada sensor dibandingkan dengan alat ukur konvensional berupa Power Master METREL seri MI 2892. Beban yang diberikan berupa beban resistor dan beban induktor dengan variasi beban meliputi 100 ohm + S0, 150 ohm +S1, 200 ohm +S2, 250 ohm +S3, dan 300 ohm+ S4. Rata-rata akurasi alat ukur yang diperoleh pada variabel arus adalah 98,89%, sedangkan rata-rata error yang diperoleh pada variabel arus adalah 1,11 %.

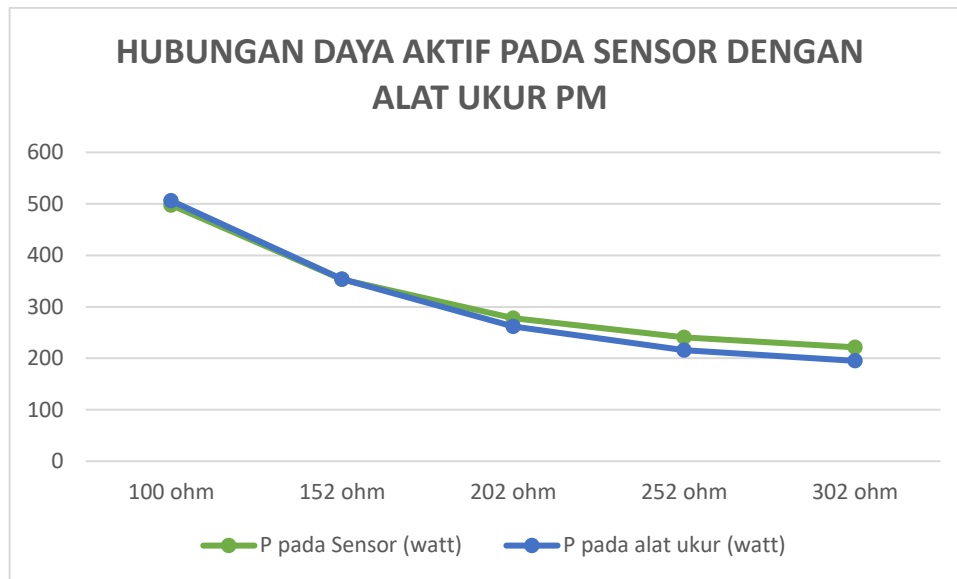


Gambar 4.13 Perbandingan sensor dengan alat ukur PM

Grafik arus menunjukkan di awal berada pada nilai 2, 23 A, hal ini disebabkan karena beban yang terhubung resistif murni dan nilai hambatan pada beban juga kecil sehingga nilai arus yang diberikan cukup besar, selanjutnya tren grafik arus menunjukkan naik hal ini disebabkan induktansi dari kolom 2 sampai kolom 5 semakin besar sehingga kebutuhan arus untuk beban induktif pun akan semakin besar juga.

3. Daya Aktif

Pada tabel 4.3 diperoleh hasil uji daya aktif, hasil data pada sensor dibandingkan dengan alat ukur konvensional berupa Power Master METREL seri MI 2892. Beban yang diberikan meliputi beban resistor dan beban induktor dengan variasi beban meliputi 100 ohm + S1, 150 ohm + S2, 200 ohm + S2, 250 ohm + S3, dan 300 ohm + S4. Rata-rata akurasi alat ukur yang diperoleh pada variabel daya aktif adalah 93, 45%, sedangkan rata-rata error yang diperoleh pada variabel daya aktif adalah 6, 55 %.

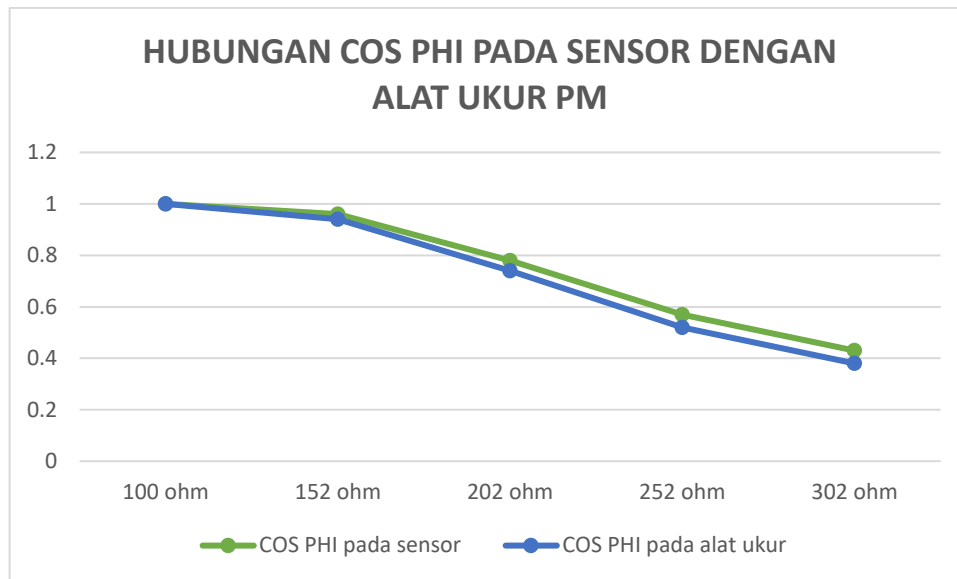


Gambar 4.14 Perbandingan sensor dengan alat ukur PM

Grafik daya aktif semakin turun hal ini disebabkan karena $\cos \phi$ yang dihasilkan semakin mendekati nol, hal ini menyebabkan konsumsi daya aktif semakin kecil dan daya reaktif semakin besar.

4. Faktor Daya

Pada tabel 4.4 diperoleh hasil uji faktor daya, hasil data pada sensor dibandingkan dengan alat ukur konvensional berupa Power Master METREL seri MI 2892. Beban yang diberikan meliputi beban resistor dan beban induktor dengan variasi beban meliputi 100 ohm + S1, 150 ohm + S2, 200 ohm + S2, 250 ohm + S3, dan 300 ohm + S4. Rata-rata akurasi alat ukur yang diperoleh pada variabel faktor daya adalah 93, 94%, sedangkan rata-rata error yang diperoleh pada variabel faktor daya adalah 6, 06 %.



Gambar 4.15 Perbandingan sensor dengan alat ukur PM

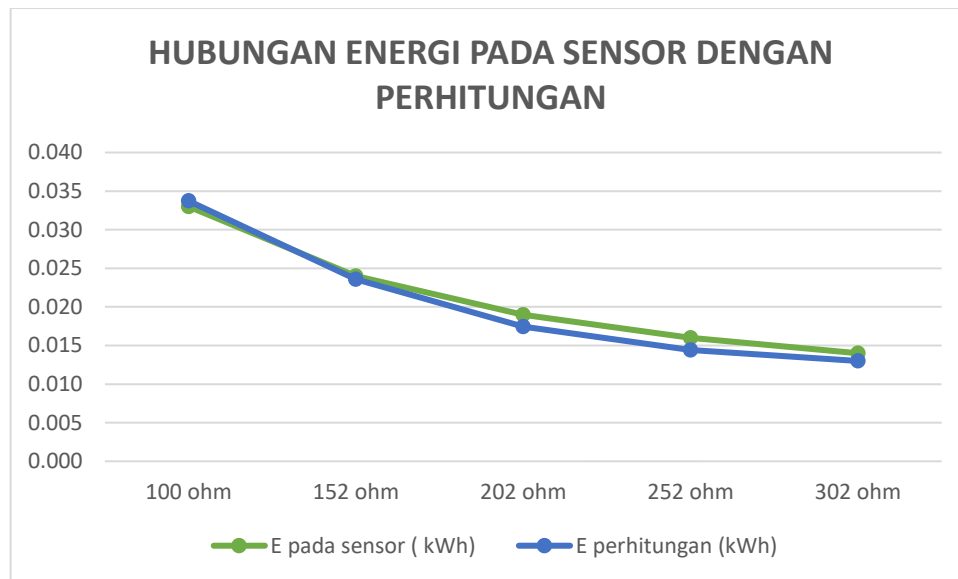
Tambahan pada kolom kVar digunakan untuk mengetahui konsumsi daya reaktif pada beban. Berdasarkan data yang telah disajikan bahwa semakin besar step pada load inductor, semakin besar juga daya reaktif (kVar) yang dikonsumsi oleh beban, dengan meningkatnya konsumsi daya reaktif maka hal ini menunjukkan bahwa semakin besar juga nilai induktansi pada beban induktif. Hal ini menyebabkan nilai faktor daya yang terukur semakin jauh dari angka satu atau mendekati nol.

Error yang dihasilkan pada kolom faktor daya yaitu semakin besar hal ini disebabkan karena ketika faktor daya semakin mendekati nol maka perbedaan fasa tegangan dengan arus akan semakin besar dan respon sensor terhadap fasa arus pun akan semakin lama, hal inilah yang akan membuat sensor kurang akurat dalam menentukan besarnya sudut cos phi. Error pada cos phi juga berdampak pada pengukuran daya dan energi.

5. Energi

Pada tabel 4.5 diperoleh hasil uji energi, hasil data pada sensor dibandingkan dengan hasil perhitungan yaitu perkalian antara daya aktif pada alat ukur power

master dengan waktu lama pemakaian pada beban yaitu selama 4 menit. Beban yang diberikan meliputi beban resistor dan beban induktor dengan variasi beban meliputi 100 ohm + S1, 150 ohm +S2, 200 ohm +S2, 250 ohm +S3, dan 300 ohm+S4. Rata-rata akurasi alat ukur yang diperoleh pada variabel energi adalah 93, 71%, sedangkan rata-rata error yang diperoleh pada variabel energi adalah 6, 29 %.



Gambar 4.16 Perbandingan sensor dengan hasil perhitungan

6. *Early Warning* Arus Beban Lebih

Pengujian *early warning* arus beban lebih dilakukan dengan 3 sampel kapasitas mcb yaitu 2 A, 4 A, dan 6 A. Alat akan memberi notifikasi via email apabila pemakaian arus melebihi 50% dan 90% dari arus nominal mcb. Tahapan pada pengujian ini adalah setting beban terlebih dahulu untuk menentukan nilai arus lebih yang di uji, selanjutnya alat yang telah dirancang dihubungkan dengan sumber AC.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Monitoring Energi Listrik Satu Phasa pada Rumah Tinggal Sebagai *Early Warning* Arus Beban Lebih Berbasis *Internet of Things*” adalah:

1. Rancang bangun alat monitoring energi listrik satu phasa sebagai *early warning* arus beban lebih berbasis *Internet of Things* berhasil direalisasikan. Komponen penyusun terdiri dari NodeMCU ESP8266 V3 sebagai mikrokontroler, Sensor PZEM-004T dan Current Transformer PZCT-02 sebagai sensor pembaca variabel kelistrikan, dan Liquid Crystal Display (LCD) sebagai display pada alat. Alat dirancang menggunakan kode pemrograman pada Arduino IDE serta hasil pembacaan sensor dapat diakses pada platform IoT berupa Blynk.
2. Sensor akan membaca arus, tegangan, daya, faktor daya dan energi. Selanjutnya hasil data akan ditampilkan pada platform IoT berupa *blynk*. Jika konsumsi arus mencapai 50% dan 90% dari arus nominal mcb maka alat akan mengirim notifikasi via email. Hasil data serta perhitungan presentase error terhadap alat ukur berupa Power Master METREL seri MI 2892 yaitu pada pengujian tegangan diperoleh rata-rata error sebesar 0,13%, arus sebesar 1.11%, daya sebesar 6,55%, faktor daya sebesar 6,06% dan energi sebesar 6,29%. Selain itu pengujian *early warning* arus beban lebih telah berhasil memberikan notifikasi melalui email dimana pengujian dilakukan pada mcb sebesar 2A, 4A, dan 6A.

5.2 Saran

Saran penulis untuk pengembangan alat yang telah dibuat diperlukan sebuah pengembangan berupa deteksi arus bocor sebagai implementasi lanjut pada penggunaan sensor PZEM-004T, karena banyak rumah tinggal tidak menyadari adanya arus bocor, dimana apabila hal ini terus dibiarkan maka akan mengakibatkan borosnya pemakaian kWh yang berdampak pada biaya pengeluaran.

DAFTAR PUSTAKA

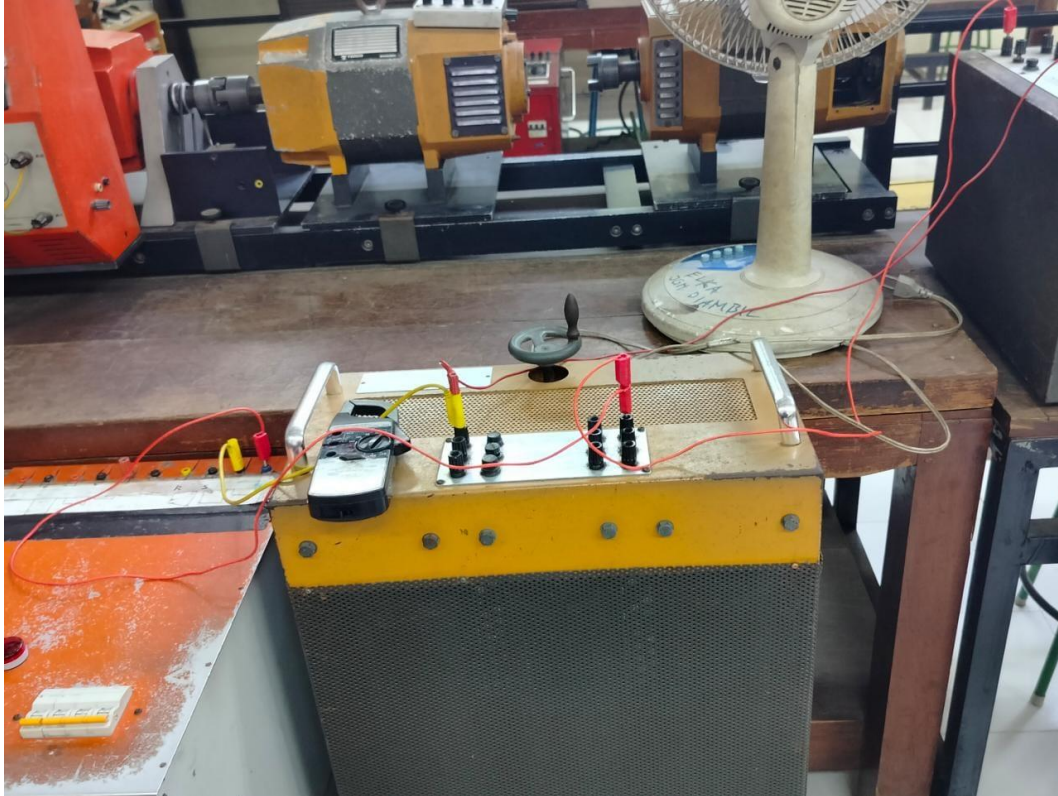
- Abdul dkk, 2019, "*Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang*" Universitas PGRI Palembang: Palembang
- Agus dkk, 2020, "*Aplikasi Sensor Hc-Sr04 Untuk Mengukur Jarak Ketinggian Air Dengan Mikrokontrol Wemos D1 R2 Berbasis Iot (Internet of Things)*" Universitas Surakarta: Karanganyar
- Ahmad Wahid dkk, "*Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura*" Universitas Tanjungpura: Pontianak
- Alland, K. (2013). "*Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaiki Faktor Daya Pada Line Mess I di PT Bumi Laongan Sejati (WBL)*". Jurnal Teknik Elektro Unesa. Vol 2(1).
- Amir 2020 diambil dari <https://pdfcookie.com/documents/lcd-20x4-1g2wz4yrp125d> diakses pada tanggal 10 Desember 2021
- Anggraini dkk, 2017, "*Pemanfaatan Internet of Things Pada Kendali Lampu*" Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto: Yogyakarta
- Budi dkk, 2018, "*Penerapan Internet of Things (Iot) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web*" Politeknik Negeri Madiun: Madiun
- Christin, 2020, "*Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Energi Listrik Maksimal 1000w Berbasis Smartphone Android via Wifi*" Universitas Sumatera Utara: Sumut (Skripsi)
- Dimas Bangun dkk, 2018, "*Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet of Things (Iot)*" Universitas Pakuan: Bogor
- Eugene.C; Hanapi, Gunawan. Drs.Ir. (1993). "*Mesin dan Rangkaian Listrik*". Edisi Keenam. ITB. Bandung
- Hendra Kusumah, 2019, "*Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet Of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing*" ,Universitas Raharja: Tangerang
- Ikhsan Setiawan, M.Si. 2009, "*Arus Listrik dan Resistansi*", FMIPA UGM: Yogyakarta
- Johan dkk, 2020, "*Rancang Bangun Alat Uji Pada Perbaikan Faktor Daya Dengan Kapasitor Bank*" Universitas Medan Area: Medan
- Jumaidi dkk, 2015, "*Analisis Pengaruh Jenis Beban Listrik Terhadap Kinerja Pemutus Daya Listrik Di Gedung Cyber Jakarta*" Universitas 17 Agustus 1945: Jakarta
- Kurniawan, Agus. 2015, "*NodeMCU Development Workshop*", diambil dari <https://play.google.com/store/books> , (diakses 1 Oktober 2019)

- Meier, Alexander Von, Electric, 2006, "*Power System: a conceptual introduction*" United States of America.
- Nurlail aulia rizky kurniawan, 2020, "*Design of Flood Detection Alarm Using Nodemcu Based on Telegram Bot*" Skripsi. UNNES: Semarang
- Nuwolo, A & Kusmantoro, A. (2015). "*Rancang Bangun Kapasitor Bank Pada Jaringan Listrik Gedung Universitas PGRI Semarang*". Prosiding SNST Fakultas Teknik Wahid Hasyim Semarang.
- Putra, 2021, "*PENGERTIAN EMAIL: Fungsi, Sejarah, Contoh & Cara Kerjanya*" diambil dari <https://salamadian.com/pengertian-email-surat-elektronik/> diakses pada tanggal 9 Desember 2021
- Safitri, N., Sutyati, dan Rachmawati (2017). "*Analisa Rangkaian Listrik (Teori Dasar, Penyelesaian Soal dan Soal-Soal Latihan)*". Lhokseumawe, Aceh: Politeknik Negeri Lhokseumawe, halaman 4. ISBN 978-602-17282-5-3.
- Saleh dkk, 2017, "*Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay*" Universitas Suryadarma: Jakarta
- Siti Nurhabibah Hutagalung dan Melda Panjaitan, (2018) "*Pembelajaran Fisika Dasar Dan Elektronika Dasar (Arus, Hambatan Dan Tegangan Listrik) Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulin*" Fisika Universitas Negeri Medan: Medan
- Susilo, D. 2010. "*48 Jam Kupas Tuntas Mikrokontroler MCS51 & AV*". Yogyakarta: Andi

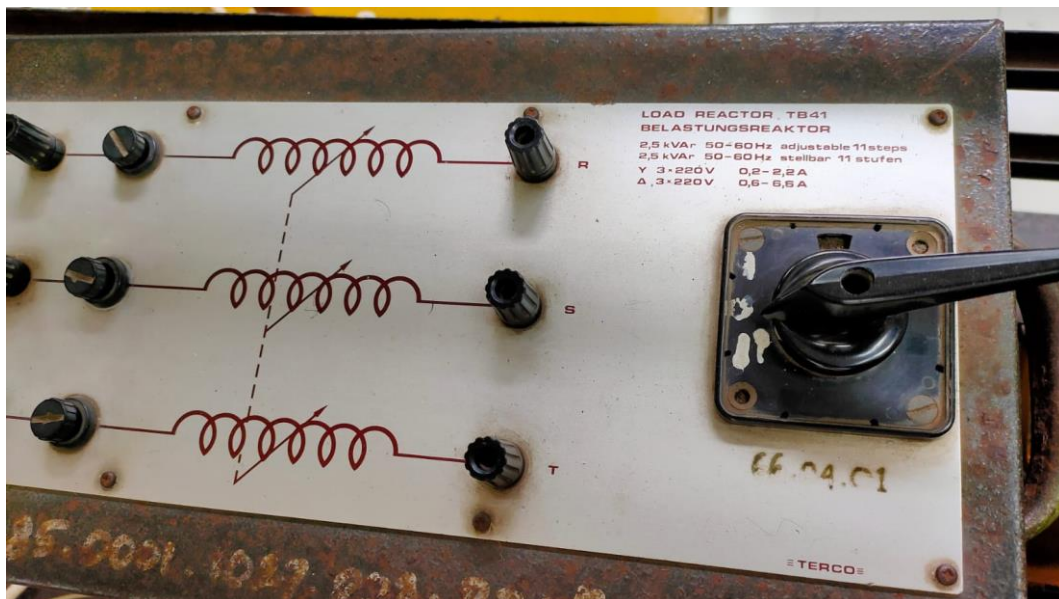
LAMPIRAN

Lampiran 1: Alat dan bahan

Load Resistor sebagai beban resistif



Load Induktor sebagai beban resistif



Clamp Meter KYORITSU seri KEW SNEP 2037



Power Master METREL seri MI 2892



Spesifikasi: Power Master METREL seri MI 2892

- Instrument Power Master
- 1-phase flexible current clamps 3000 / 300 / 30 A (A 1502), 4 pcs

- Test probe, (brown, black, grey, green, blue), 5 pcs
- Crocodile clip, (brown, black, grey, green, blue), 5 pcs
- Voltage measurement lead, (brown, black, grey, green, blue), 5 pcs
- Labels for color coding
- Temperature probe
- microSD memory card 8.0GB
- microSD card reader
- PC SW PowerView3
- USB and Ethernet patch cable
- Power supply adapter
- 1.2 V NiMH rechargeable battery, 6 pcs
- Professional protective waterproof carrying case
- Instruction manual
- Calibration certificate

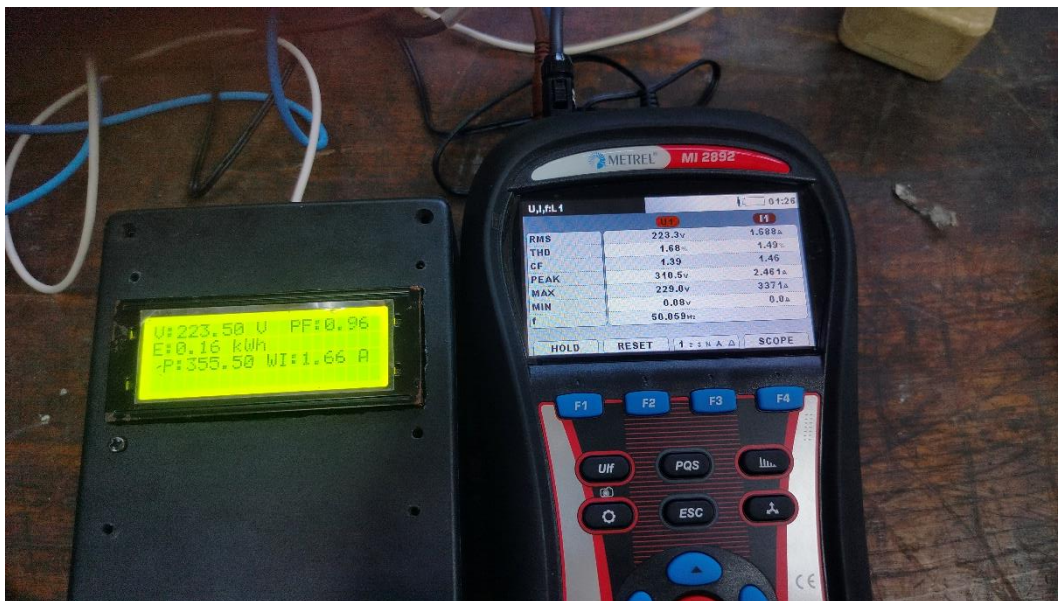
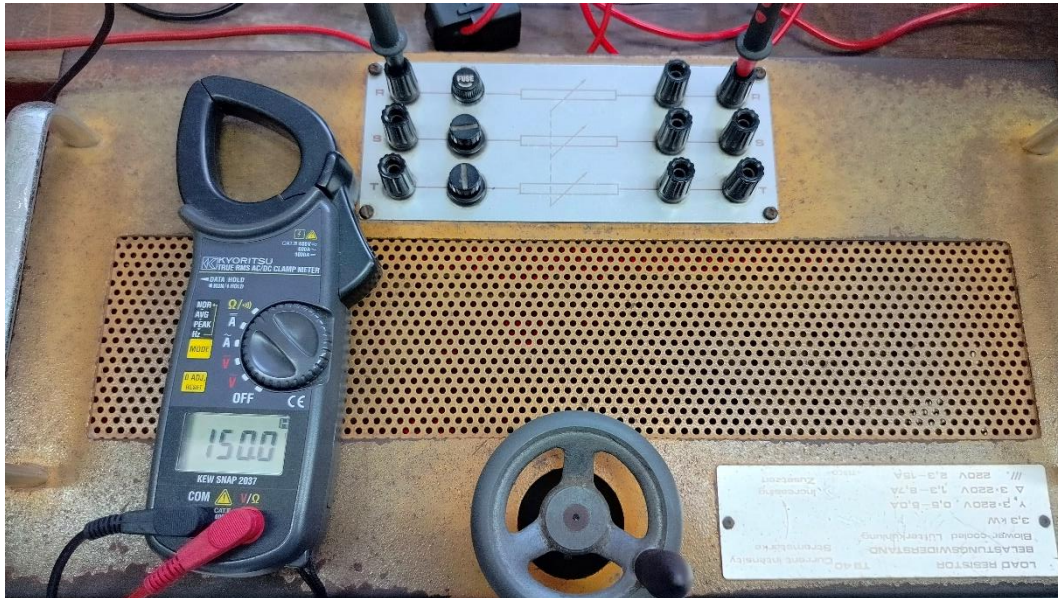
Lampiran 2 Hasil Uji

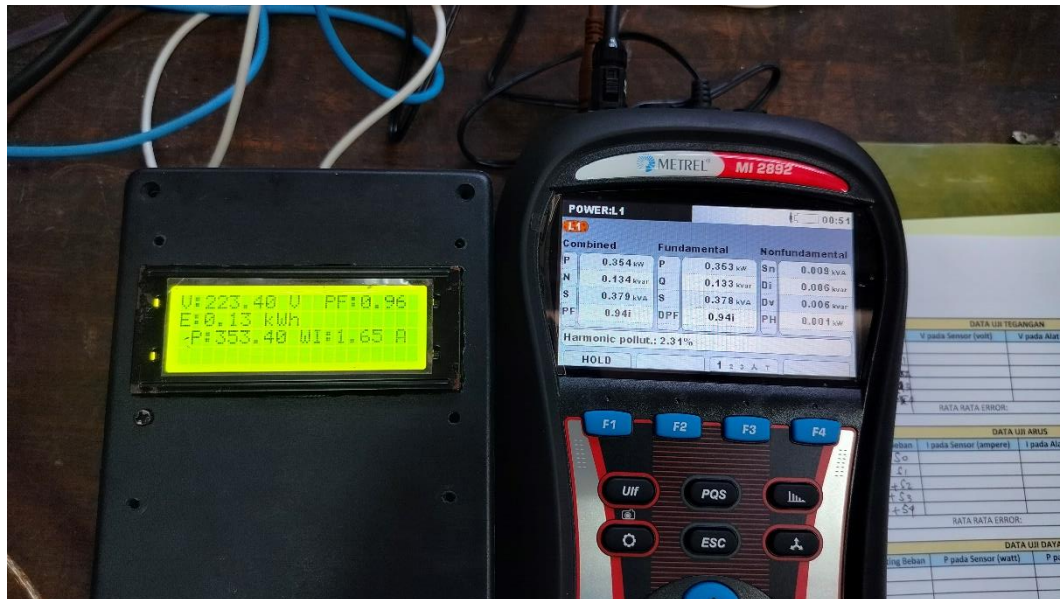
100 ohm + S1



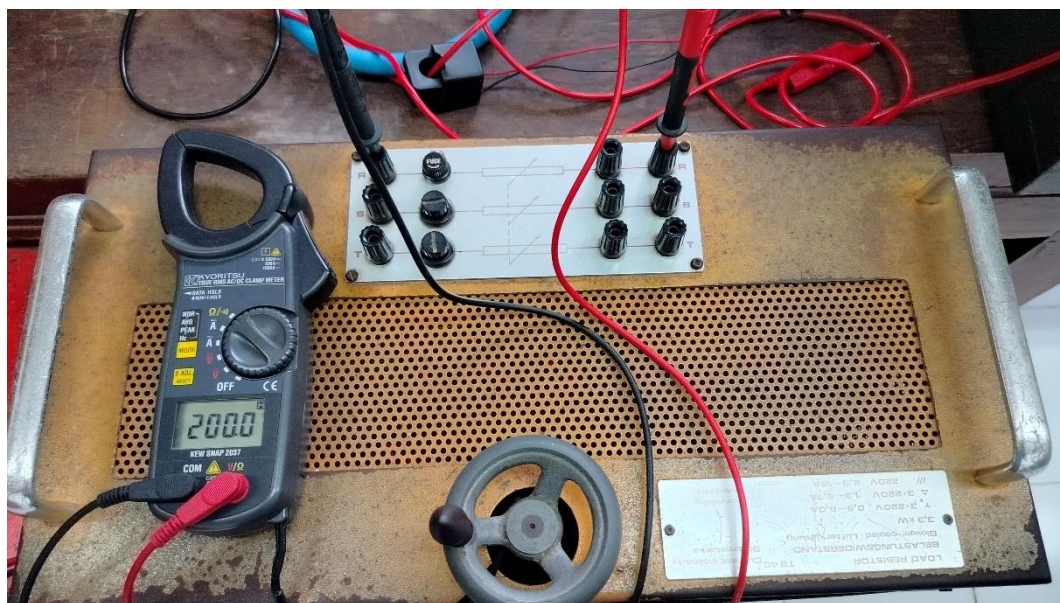


150 ohm + S1





200 ohm + S2

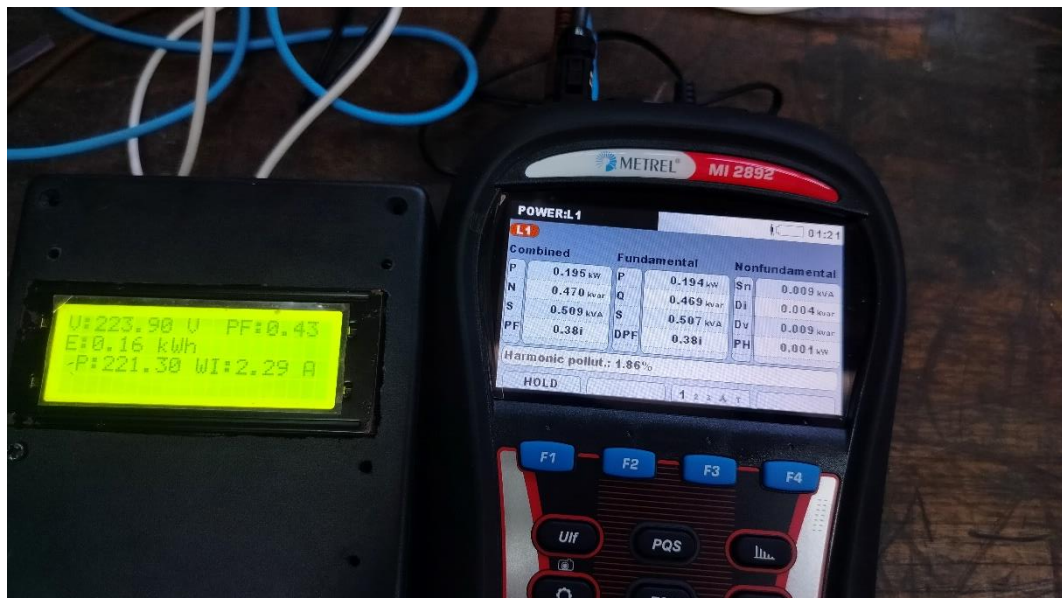
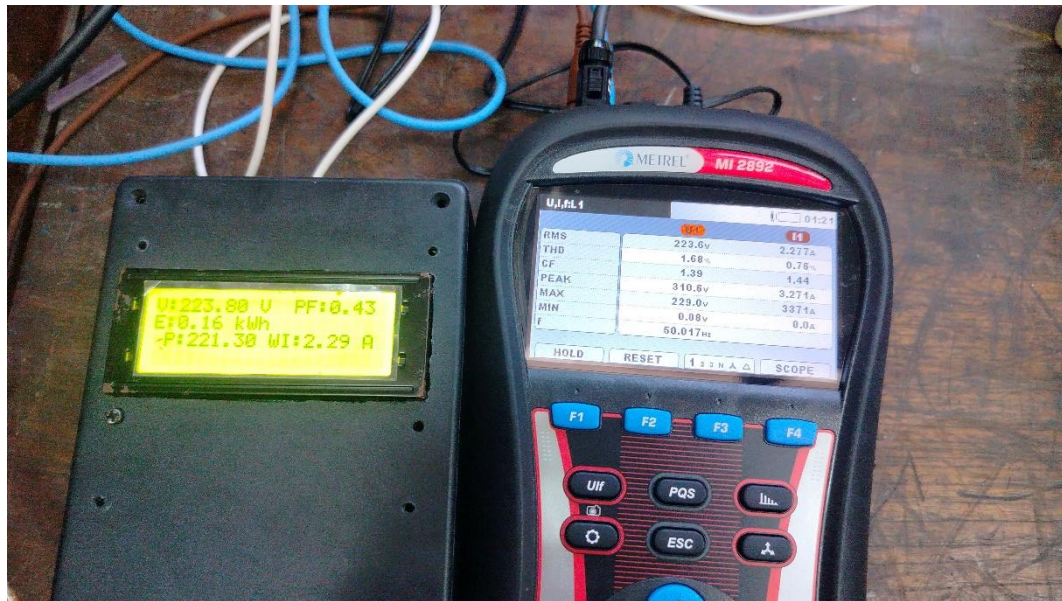






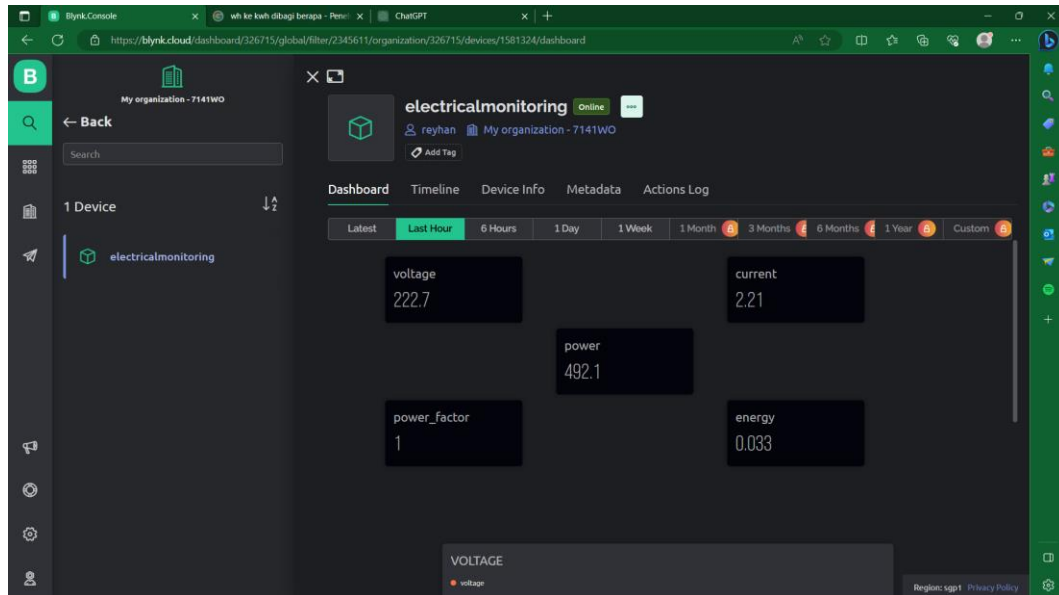
300 ohm + S4



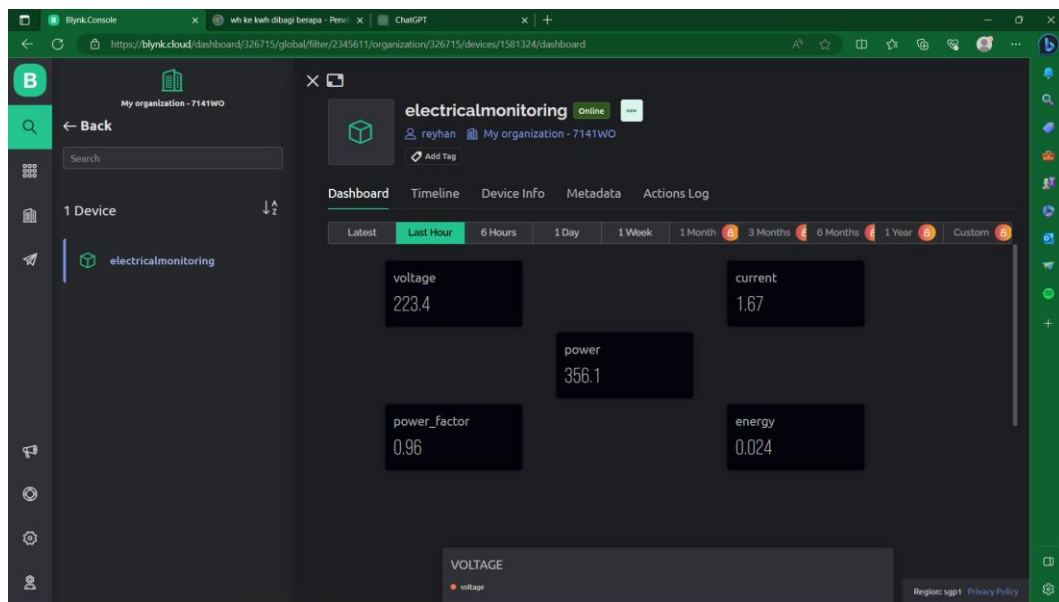


Data Energi

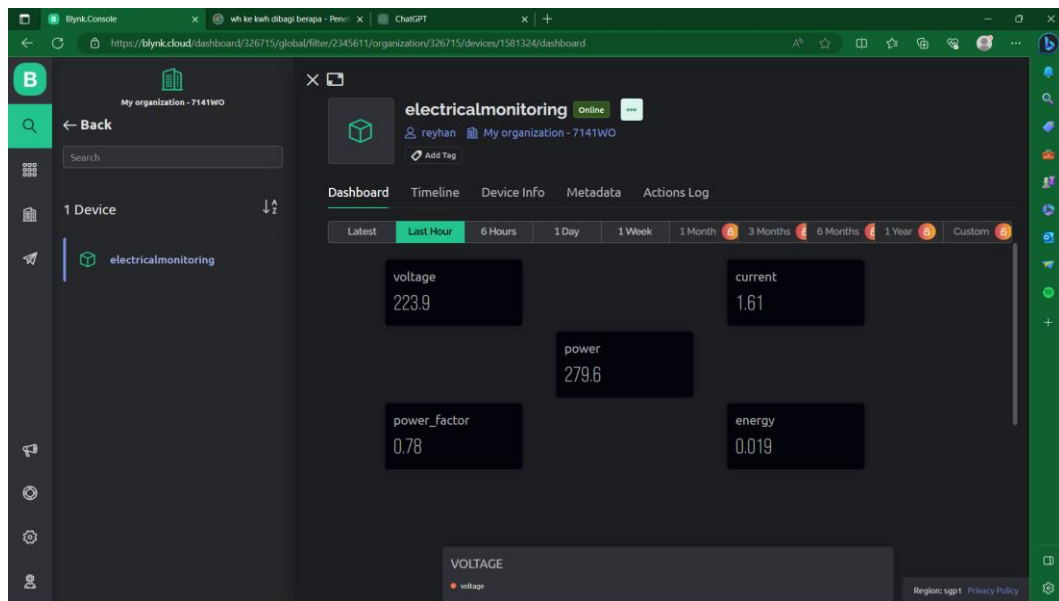
100 ohm + S0



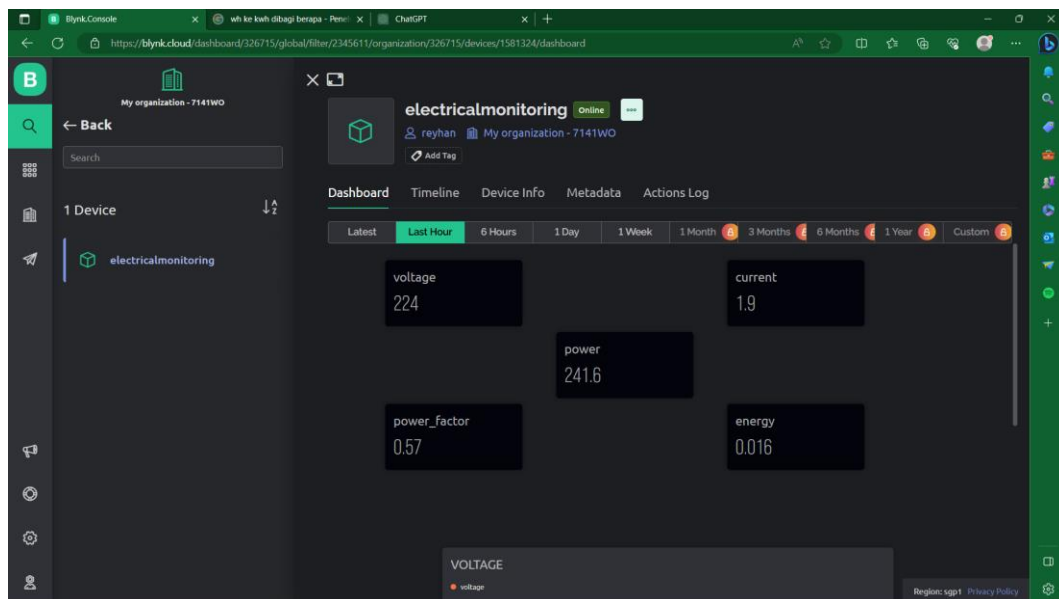
150 + S1



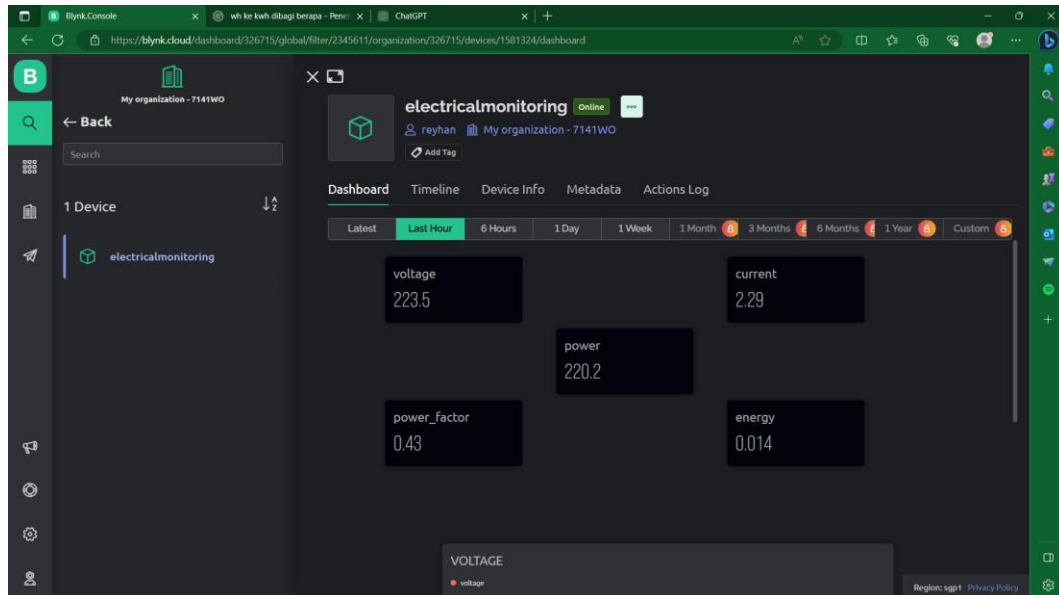
200 ohm +S2



250 + S3



300 + S4



Early Warning Arus Beban lebih

Pengujian 50% (2 A)

Blynk <robot@blynk.cloud> Min, 25 Jun, 17.46
kepada saya ▾

🗨️ Deteksi bahasa ▾ > Indonesia ▾ [Terjemahkan pesan](#)

warning satu

ARUS MENCAPAI 50%!!: 1.29A

[Open in the app](#) | [Mute notifications](#)

Date: Sunday, June 25, 2023 at 5:46:07 PM Western Indonesia Time

⋮

Pengujian 90% (2 A)

**Blynk** <robot@blynk.cloud> Min, 25 Jun, 17.49

kepada saya ▼

warning dua

ARUS MENCAPAI 90%, WASPADA TRIP!! : 1.91A

[Open in the app](#) | [Mute notifications](#)

--

Date: Sunday, June 25, 2023 at 5:49:55 PM Western Indonesia Time

⋮

↩ Balas

➡ Teruskan

Pengujian 50% (4 A)

**Blynk** <robot@blynk.cloud> Min, 25 Jun, 17.40

kepada saya ▼

🌐 Deteksi bahasa ▼ > Indonesia ▼ [Terjemahkan pesan](#)

[Nonaktifkan](#)

warning satu

ARUS MENCAPAI 50%!! : 3.38A

[Open in the app](#) | [Mute notifications](#)

--

Date: Sunday, June 25, 2023 at 5:40:44 PM Western Indonesia Time

⋮

Pengujian 90% (4 A)

**Blynk** <robot@blynk.cloud> Min, 25 Jun, 17.37

kepada saya ▼

warning dua

ARUS MENCAPAI 90%, WASPADA TRIP!! : 3.93A

[Open in the app](#) | [Mute notifications](#)

--

Date: Sunday, June 25, 2023 at 5:37:40 PM Western Indonesia Time

⋮

Pengujian 50% (6 A)



Blynk <robot@blynk.cloud>25 Jun 2023, 17:31

kepada saya ▾

🗨️ Deteksi bahasa ▾ > Indonesia ▾ [Terjemahkan pesan](#)

warning satu

ARUS MENCAPAI 50%!! : 3.99A

[Open in the app](#) | [Mute notifications](#)

--

Date: Sunday, June 25, 2023 at 5:31:07 PM Western Indonesia Time

⋮

Pengujian 90% (6 A)



Blynk <robot@blynk.cloud>Min, 25 Jun, 17:23 (

kepada saya ▾

warning dua

ARUS MENCAPAI 90%, WASPADA TRIP!! : 5.95A

[Open in the app](#) | [Mute notifications](#)

--

Date: Sunday, June 25, 2023 at 5:23:42 PM Western Indonesia Time

⋮

Lampiran 3 Program Arduino

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6NIqEofuZ"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "electricalmonitoring"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "kRmRrKC4AuAV3OmsJ521UrzgF_B3pw9B"
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <WiFiClientSecure.h>

char auth[] = "kRmRrKC4AuAV3OmsJ521UrzgF_B3pw9B";
char ssid[] = "rere";
char pass[] = "rere123345";
String token = "5907068640:AAFRvc6o6Ib2owzho_SRumkxDgCNp_3U2C4" ;

#include <PZEM004Tv30.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
PZEM004Tv30 pzem(12, 14); // Software Serial pin 11 (RX) & 12 (TX)

unsigned long previousMillis = 0; // Waktu sebelumnya
unsigned long interval = 1000; // Interval waktu dalam milidetik

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  Blynk.virtualWrite(V5, 0);
  Wire.begin(D1, D4);
```

```

    pzem.resetEnergy();
    lcd.begin();
    lcd.backlight();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Reyhan Terra Diffa");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("OnePhaseMonitoring");
    lcd.clear();
}

void loop() {
    unsigned long currentMillis = millis(); // Waktu saat ini
    // Cek apakah interval waktu telah berlalu
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
        previousMillis = currentMillis; // Simpan waktu saat ini sebagai waktu
            sebelumnya
        // Read the data from the sensor
        float voltage = pzem.voltage();
        float current = pzem.current();
        float power = pzem.power();
        float energy = pzem.energy();
        float pf = pzem.pf();
        // Check if the data is valid
        if(isnan(voltage)){
            Serial.println("Error reading voltage");
        } else if (isnan(current)) {
            Serial.println("Error reading current");
        } else if (isnan(power)) {
            Serial.println("Error reading power");
        } else if (isnan(energy)) {
            Serial.println("Error reading energy");
        }
    }
}

```

```

} else if (isnan(pf)) {
    Serial.println("Error reading power factor");
} else {
    // Print the values to the Serial console
    Serial.print("Voltage: ");    Serial.print(voltage);    Serial.println("V");
    Serial.print("Current: ");    Serial.print(current);    Serial.println("A");
    Serial.print("Power: ");      Serial.print(power);      Serial.println("W");
    Serial.print("Energy: ");      Serial.print(energy,3);    Serial.println("kWh");
    Serial.print("PF: ");          Serial.println(pf);
    Serial.println();
    Blynk.virtualWrite(V0, voltage);
    Blynk.virtualWrite(V1, current);
    Blynk.virtualWrite(V2, power);
    Blynk.virtualWrite(V3, pf);
    Blynk.virtualWrite(V4, energy);
    Blynk.run();
}

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("V:");
lcd.print(voltage);
lcd.print(" V");

lcd.setCursor(11, 2);
lcd.print("I:");
lcd.print(current);
lcd.print(" A");

lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print(" P:");
lcd.print(power);

```

```

lcd.print(" W");

lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("E:");
lcd.print(energy);
lcd.print(" kWh");

lcd.setCursor(12, 0);
lcd.print("PF:");
lcd.print(pf);

if(current >= 1 && current <= 1.88){
  Blynk.logEvent("warning_satu",String("ARUS  MENCAPAI  50%!!:  "  +
    String(current) + "A"));
}
if(current >= 1.88 && current <= 2){
  Blynk.logEvent("warning_dua",String("ARUS  MENCAPAI  90%, WASPADA
    TRIP!!:  " + String(current) + "A"));
}
}
}
}

```



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 19640042
Nama : REYHAN TERRA DIFFA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : FISIKA
Dosen Pembimbing 1 : FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.
Dosen Pembimbing 2 : Drs. ABDUL BASID,M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ENERGI LISTRIK SATU PHASA PADA RUMAH TINGGAL SEBAGAI EARLY WARNING ARUS BEBAN LEBIH BERBASIS INTERNET OF THINGS

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	16 September 2022	FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.	Konsultasi Judul	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
2	12 Januari 2023	FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.	Konsultasi BAB I	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
3	16 Januari 2023	FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.	Konsultasi BAB II	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
4	17 Januari 2023	FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.	Konsultasi BAB III	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
5	06 Maret 2023	FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.	Konsultasi Revisi	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
6	16 Mei 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi Integrasi BAB I, II	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
7	26 Juni 2023	FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.	Konsultasi BAB IV	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
8	04 Juli 2023	FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.	Konsultasi BAB IV	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
9	04 Juli 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi Integrasi BAB IV	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
10	20 September 2023	FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.	Konsultasi BAB V	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

Drs. ABDUL BASID,M.Si

Malang, 24-11-2023

Dosen Pembimbing 1

FARID SAMSU HANANTO,S.Si., M.T.

