

**PROTOTYPE TAPPING FASA KESEIMBANGAN BEBAN
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

TUGAS AKHIR

**Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam
Sultan Agung Semarang**



Disusun Oleh:

SATRIA UTOMO

NIM: 30601601888

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2022**

***LOAD BALANCED PHASE TAPPING PROTOTYPE BASED
INTERNET OF THINGS (IoT)***

FINAL PROJECT

***Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Universitas Islam Sultan Agung***



By:
SATRIA UTOMO
NIM: 30601601888

***DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECNOLOGY
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY
SEMARANG***

2022

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**PROTOTYPE TAPPING FASA KESEIMBANGAN BEBAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)**” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari

Tanggal

Tim Penguji

Tanda Tangan

Dr. Sri Arttini Dwi P., M.Si.

NIDN : 0620026501

Ketua Penguji

Dr. Ir. Muhammad Haddin, M.T.

NIDN : 0618066301

Penguji II

Eka Nuryanto Budisusila, M.T.

NIDN : 0619107301

Penguji III

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**PROTOTYPE TAPPING FASA KESEIMBANGAN BEBAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)**” ini disusun oleh:

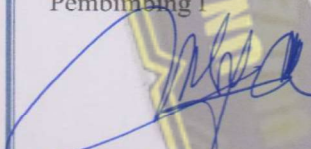
Nama : Satria Utomo
NIM : 30601601888
Program Studi : Teknik Elektro

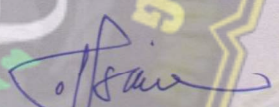
Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari :
Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.
NIDN : 0628086501


Muhammad Khosy'in, M.T.
NIDN : 0625077901

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro




Jenny Putri Hapsari, M.T.
NIDN : 0607018501

310822

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Satria Utomo
NIM : 30601601888
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) **Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang** dengan judul **“PROTOTIPE TAPPING FASA KESEIMBANGAN BEBAN BERBASIS INTERNET OF THINGS”**, adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 28 Juni 2022
Yang Menyatakan

Mahasiswa



Satria Utomo

NIM. 30601601888

SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Satria Utomo
NIM : 30601601888
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan Judul :
**“SISTEM TAPPING FASA KESEIMBANGAN BEBAN BERBASIS
INTERNET OF THINGS”**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasikan di internet dan 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/ Plagiatisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 28 Juli 2022



Yang Menyatakan


Satria Utomo

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr. wb.

Segala puji dan puji bagi Allah SWT yang telah memberikan karunia serta berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“PROTOTYPE TAPPING FASA KESEIMBANGAN BEBAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)”** untuk menyelesaikan persyaratan guna menempuh gelar sarjana (S1).

Banyak hambatan yang terjadi dalam penulisan tugas akhir ini tetapi dengan adanya pihak lain yang membantu sehingga penulis dapat menyelesaikannya. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

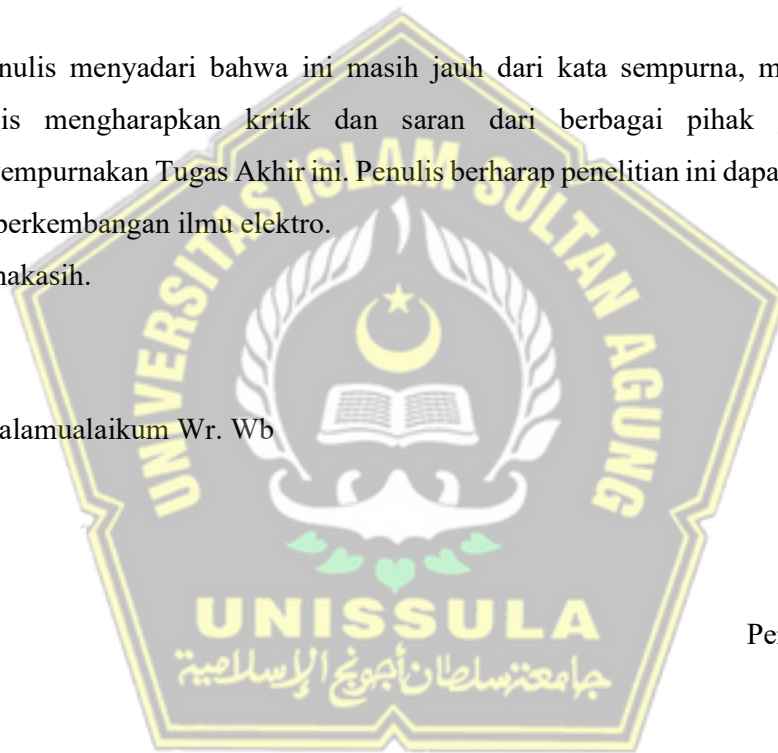
1. Ibu Dr. Novi Marlyana, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Muhammad Khosyi'in, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing saya, memberi arahan, saran, masukan, motivasi, serta kesabaran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Semua Dosen dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri atas semua ilmu, bimbingan dan bantuannya hingga penulis menyusun tugas akhir ini.
5. Spesial untuk orang tua saya yang selalu memberikan dukungan, memberi semangat, dan bekerja keras banting tulang sera memberi kasih sayang yang tak ternilai.
6. Dan tak kalah spesial, saya tunjukkan kepada orang tercinta yang sedari awal ikut menemani proses pengerjaan proyek ini. Terimakasih sekali Taufikah Anisa Rahwawati, semoga tahun depan kamu segera mendapatkan gelar sarjanamu pula. Aamiin

7. Teruntuk teman seperjuangan yang telah mendahului Wisuda 82 yaitu Muhammad Riza Fajar, Bagas Haryatno Hutomo, Abi Teguh Rahayu
8. Teman-teman seperjuangan Wisuda 84: Wisnu Nailal Huda, Reza Farid Rifqawan, Andre Imam Prakosa, Miftakhul Umam Ulil Anwar
9. Rekan-rekan saya Teknik Elektro 2016 yang mendukung saya secara moril maupun materil.

Penulis menyadari bahwa ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak guna untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu elektro.

Terimakasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb



Penulis

Satria Utomo

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
<i>FINAL PROJECT</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR....	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI ILMIAH..	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	1
1.4. Tujuan	1
1.5. Manfaat	1
1.6. Sistematika Penulisan	2
BAB II	3
DASAR TEORI.....	3
2.1. Tinjauan Pustaka	3
2.2. Arduino Mega 2560	4
2.3. ESP 8266-01	5
2.4. Relay	5
2.5. Energi Meter	6
2.6. IC RS 485	7
2.7. Sensor Arus ACS712	7
2.8. Current Transformer	8
2.9. Platform Blynk	8
2.10. Beban Tidak Seimbang.....	10
BAB III.....	12
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM.....	12
3.1. Deskripsi Umum	12

3.2.	Diagram Blok.....	12
3.3.	Diagram Alir Sistem.....	13
3.4.	Perancangan Sistem	14
3.4	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	15
3.4.1	Konfigurasi CT dengan Power Logic Schneider IEM 3255.....	15
3.4.2	Konfigurasi IC RS 485 dengan Power Logic Schneider IEM 3255 dan Arduino Mega	15
3.4.3	Konfigurasi Arduino Mega dengan Relay	16
3.4.4	Konfigurasi Arduino Mega dengan Sensor ACS712	17
3.4.5	Konfigurasi Arduino Mega dengan ESP 8266-01	18
3.5	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	18
3.5.1	Deklarasi	18
3.5.2	Library	20
3.5.3	Konfigurasi Power Logic IEM 3255.....	21
3.5.4	Konfigurasi Program Arduino Mega dengan Sensor ACS712 .	23
3.5.5	Konfigurasi Platform Blynk.....	25
BAB IV	.....	28
PENGUJIAN DAN ANALISA	.....	28
4.1.	Alat dan Bahan	28
4.2.	Pengukuran Daya Lampu.....	28
4.3.	Kasus Satu.....	29
4.1.1	Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1	29
4.1.2	Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 1	31
4.2.	Kasus Dua	35
4.2.1	Pengujian Sebelum Penyeimbangan Fasa 2	35
4.2.2	Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2	38
BAB V	.....	42
PENUTUP	.....	42
5.1.	Kesimpulan	42
5.2.	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	.....	43
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino Mega 2560	5
Gambar 2. 2 ESP8266-01.....	5
Gambar 2. 3 Relay.....	6
Gambar 2. 4 Energi meter	6
Gambar 2. 5 IC RS 485	7
Gambar 2. 6 Sensor Arus ACS712	7
Gambar 2. 7 Transformator Arus.....	8
Gambar 2. 8 Platform Blynk for IoT.....	9
Gambar 2. 9 Vektor arus beban seimbang	10
Gambar 2. 10 Vektor arus beban tidak seimbang	10
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	12
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penggunaan Prototipe	13
Gambar 3. 3 Gambar Pengawatan.....	14
Gambar 3. 4 Rancangan Modul Prototipe Tapping Fasa Keseimbangan Beban Berbasis IoT	14
Gambar 3. 5 Konfigurasi Current Transformer	15
Gambar 3. 6 Konfigurasi Arduino Mega dengan RS485 dan PowerLogic 3255 .	16
Gambar 3. 7 Konfigurasi Arduino Mega dengan Relay	17
Gambar 3. 8 Konfigurasi Sensor ACS712 dengan Arduino Mega	17
Gambar 3. 9 Konfigurasi Arduino Mega dengan ESP 8266-01	18
Gambar 3. 10 Board Manager ESP8266-01.....	20
Gambar 3. 11 Library Manager Blynk.....	20
Gambar 3. 12 Konfigurasi Komunikasi PowerLogic IEM 3255	21
Gambar 3. 13 (a) Tampilan awal (b) Auth Token platform Blynk.....	25
Gambar 3. 14 Menambahkan dan <i>setting widget box</i> platform Blynk.....	26

Gambar 4. 1 Skema Pengawatan Garis Tunggal Sebelum Tapping Fasa 1	29
Gambar 4. 2 Tampilan Pengukuran Plaform Blynk Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1	30
Gambar 4. 3 Tampilan Pengendali Plaform Blynk Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1	31
Gambar 4. 4 Skema Pengawatan Garis Tunggal Sesudah Tapping Fasa 1	31
Gambar 4. 5 Tampilan Pengukuran Plaform Blynk Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 1	33
Gambar 4. 6 Tampilan Pengendali Plaform Blynk Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 1	33
Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Penyeimbangan Beban Fasa 1	34
Gambar 4. 8 Skema Pengawatan Garis Tunggal Sebelum Tapping Fasa 2	35
Gambar 4. 9 Tampilan Pengukuran Plaform Blynk Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 2	37
Gambar 4. 10 Tampilan Pengendali Plaform Blynk Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 2	37
Gambar 4. 11 Skema Pengawatan Garis Tunggal Sesudah Tapping Fasa 2	38
Gambar 4. 12 Tampilan Pengukuran Plaform Blynk Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2	39
Gambar 4. 13 Tampilan Pengendali Plaform Blynk Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2	39
Gambar 4. 14 Grafik Pengujian Penyeimbangan Beban Fasa 2	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Kualitas Daya Menurut IEEE Std 446 – 1996 (Engineers, 1996)	11
Tabel 3. 1 Spesifikasi Sensor ACS712	8
Tabel 3. 2 Pengalamatan pin Arduino Mega dengan Relay	16
Tabel 3. 3 Register Address PowerLogic Schneider IEM 3255	22
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan Pengujian Pengalihan Fasa.....	28
Tabel 4. 2 Pengukuran Daya Lampu Pijar	28
Tabel 4. 3 Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1	29
Tabel 4. 4 Pengukuran Dengan Powerlogic IEM 3255 Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1	30
Tabel 4. 5 Pengujian Setelah Penyeimbangan Beban Fasa 1	32
Tabel 4. 6 Pengukuran dengan Powerlogic IEM 3255 Setelah Penyeimbangan Beban Fasa 1	32
Tabel 4. 7 Tabel Pengujian Sebelum Penyeimbangan Fasa 2.....	36
Tabel 4. 8 Pengukuran dengan Powerlogic IEM 3255 Sebelum Penyeimbangan Fasa 2	36
Tabel 4. 9 Tabel Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2	38
Tabel 4. 10 Pengukuran dengan Powerlogic IEM 3255 Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2	38

ABSTRAK

Ketidakseimbangan beban yang terjadi secara terus-menerus akan mengakibatkan penurunan kehandalan suatu sistem tenaga, batas maksimal ketidakseimbangan beban menurut IEEE Std 446-1995 sebesar 20% pada tiap fasanya. Perancangan suatu prototipe untuk pengelolaan energi listrik pembebanan satu fasa menggunakan platform Blynk sebagai antarmuka pengguna sebagai pemantau dan pengendali dirasa perlu.

Metode pengalihan fasa digunakan untuk menekan nilai persentase ketidakseimbangan beban dalam sistem distribusi energi listrik. Dengan menggunakan Energi Meter yang difungsikan untuk pembacaan besaran listrik dan pendeteksi fasa tak seimbang. Sensor ACS 712 digunakan untuk pembacaan arus pada tiap keluaran beban yang perlu dialihkan, Arduino Mega dan ESP 8266-01 digunakan untuk mengkomunikasikan data sebagai pengiriman serta penerimaan perintah dari Blynk.

Pengujian sebelum penyeimbangan beban yang terukur pada Energi Meter, untuk fasa R mempunyai kuat arus sebesar 0,36 Ampere, fasa S sebesar 0,71 Ampere dan 0,00 Ampere pada fasa T. Persentase sebelum ketidakseimbangan beban menunjukkan nilai sebesar 100%. Setelah penyeimbangan beban, kuat arus terukur menjadi 0,41 Ampere pada fasa R, 0,44 Ampere pada fasa S, dan fasa T sebesar 0,39 Ampere. Kemudian untuk nilai ketidakseimbangan beban turun menjadi sebesar 17,7%.

Kata Kunci : IoT, Keseimbangan Beban, Prototipe, Tapping Fasa.



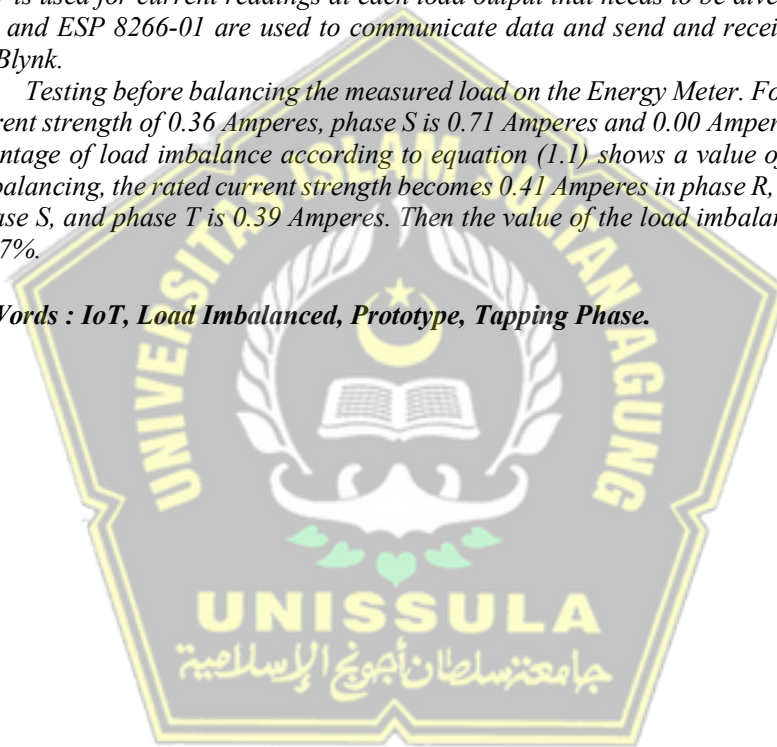
ABSTRACT

Load imbalance that occurs continuously will result in a decrease in the reliability of a power system, the maximum limit of load imbalance according to IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Std 446-1995 by 20% in each phase. The design of a prototype for the management of one phase loading electrical energy using the Blynk platform as a user interface as a monitor and controller was considered necessary.

The phase diversion method is used to suppress the value of the percentage of load imbalance in the electrical energy distribution system. By using an Energy Meter that is used for electrical magnitude readings and unbalanced phase detection. The ACS 712 sensor is used for current readings at each load output that needs to be diverted; Arduino Mega and ESP 8266-01 are used to communicate data and send and receive commands from Blynk.

Testing before balancing the measured load on the Energy Meter. For phase R has a current strength of 0.36 Amperes, phase S is 0.71 Amperes and 0.00 Amperes in phase T. Percentage of load imbalance according to equation (1.1) shows a value of 100%. After load balancing, the rated current strength becomes 0.41 Amperes in phase R, 0.44 Amperes in phase S, and phase T is 0.39 Amperes. Then the value of the load imbalance decreased to 17.7%.

Key Words : IoT, Load Imbalanced, Prototype, Tapping Phase.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam menyediakan layanan kebutuhan energi listrik untuk seluruh masyarakat Indonesia, PT PLN (Persero) mendistribusikannya dengan menggunakan sistem 3 fasa yang terdiri dari 3 kawat fasa dan 1 kawat netral. Salah satu permasalahan non teknis dalam sistem distribusi energi listrik yang sering dijumpai adalah ketidakseimbangan beban pada tiap fasanya (R,S,T) karena peralatan yang digunakan rata-rata beban 1 fasa.

Ketidakeimbangan beban yang terjadi secara terus-menerus akan menyebabkan sistem tenaga mengalami penurunan keandalan, seperti halnya yang terjadi pada gedung FTI UNISSULA, menurut penelitian yang di lakukan oleh Hari Setiawan ternyata gedung FTI UNISSULA mempunyai nilai ketidakseimbangan beban sebesar 48% (Setiawan, 2020). Nilai tersebut adalah nilai yang cukup besar karena selain dapat merusak peralatan elektronik yang tidak dapat bekerja secara optimal serta menimbulkan kerugian secara ekonomis dalam jumlah yang besar pada sebuah gedung.

Dalam rangka konservasi energi maka perlu adanya proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi (Nasional, 2000). Laporan Tugas Akhir ini membahas tentang bagaimana cara mengalihkan beban fasa pada gedung dengan membuat prototipe penyeimbangan beban 3 fasa menggunakan metode pemindahan saluran cabang satu fasa yang memiliki beban tidak seimbang menggunakan teknologi *Internet of Things* sebagai media monitoring serta pengendalian sistem sehingga rugi-rugi daya yang disebabkan oleh ketidakseimbangan beban dapat diminimalisir.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi parameter ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi pada Gedung dengan menggunakan teknologi IoT.
2. Penyeimbangan beban 3 fasa dengan menggunakan teknologi IoT.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Menggunakan *platform* Blynk sebagai media antarmuka IoT.
2. Menggunakan Schneider IEM 3255 sebagai pembacaan parameter besaran listrik.
3. Pengujian sistem menggunakan beban dengan tegangan rendah satu fasa

1.4. Tujuan

Tujuan dilakukannya pengembangan penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengidentifikasi parameter ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi pada Gedung dengan menggunakan teknologi IoT.
2. Dapat menyeimbangkan beban 3 fasa dengan menggunakan teknologi IoT.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diperoleh setelah dilakukannya penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan teknologi dari *Internet of Things* untuk memudahkan dalam pengelolaan energi.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab yang setiap babnya berisikan antara lain:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat penelitian serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang referensi penunjang yang menjelaskan tentang fungsi dari perangkat yang digunakan dalam merancang seluruh sistem dalam pembuatan Tugas Akhir.

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

Bab ini menerangkan bagaimana perancangan sebuah sistem baik itu perangkat lunak maupun perangkat keras.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini membahas tentang pengujian dari keseluruhan sistem yang dibuat serta menganalisa dari hasil pengujian sistem tersebut.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan serta saran dari pengujian serta penganalisaan dalam merancang suatu sistem.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian yang berjudul “Three-Phase Power Data Logger Using IEM 3255 Schneider Module Based On Internet of Things (IoT)” dilakukan oleh Muhammad Khosyi’in, dkk pada tahun 2019. Penelitian tersebut menampilkan pengukuran untuk parameter tegangan, arus pada setiap fasanya, daya, frekuensi serta faktor daya yang dimonitoring secara online pada perangkat komputer maupun pada smartphone dengan membuka aplikasi berbasis website platform Cayenne. Penelitian ini dapat digunakan sebagai relevansi riset lanjutan untuk dikombinasikan pada penelitian yang akan dilakukan (Khosyi’in, Nugroho and Yulistiyanto, 2019).

“Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Penghantar Netral Akibat Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan di Unissula” merupakan penelitian pada tahun 2020 yang dilakukan oleh Hari Setiawan. Dimana dalam melakukan pengukuran selama masa pandemi di gedung FTI mempunyai nilai ketidakseimbangan beban listrik sebesar 48%. Hal ini perlu menjadi perhatian karena nilai tersebut dirasa cukup besar, walaupun belum ada patokan secara khusus nilai maksimal dari ketidakseimbangan beban. Maka dengan begitu perlu dilakukan upaya untuk menjaga pembebanan antar fasanya tetap seimbang setiap saatnya (Setiawan, 2020).

Rahmi Berlianti beserta Fibriyanti melakukan penelitian dengan jurnal yang berjudul “Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Phasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega”. Dalam penelitian yang dilakukan pada tahun 2020, menggunakan platform Blynk untuk dapat mengontrol dan memantau penggunaan energi yang dapat dilakukan secara jara jauh oleh pengguna (Berlianti and Fibriyanti, 2020).

Pada tahun 2016, Osea Zebua, dkk melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Menengah” dimana dalam penelitiannya hanya dapat memonitoring dan mengirimkan pemberitahuan ke telepon selular saja, tidak ada aksi lanjutan dalam menangani beban listrik yang tidak seimbang (Zebua *et al.*, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Pandu Wicaksana dan Saiful Manan, pada tahun 2017 dengan jurnal yang berjudul “Pemindahan Taping Fasa Untuk Penyeimbangan Beban Pada Jaringan 3 Fasa Dengan Mendeteksi Arus Netral Berbasis Arduino Mega 2560” tindakan lanjutan yang dilakukan untuk menyeimbangkan beban pada tiap fasa masih dilakukan secara manual dengan menggunakan *push botton* yang terdapat pada modul. Penelitian ini diharapkan dapat menjadikan referensi untuk dikendalikan dari mana saja yaitu dengan menggunakan konsepsi *IoT* (Wicaksana and Manan, 2016).

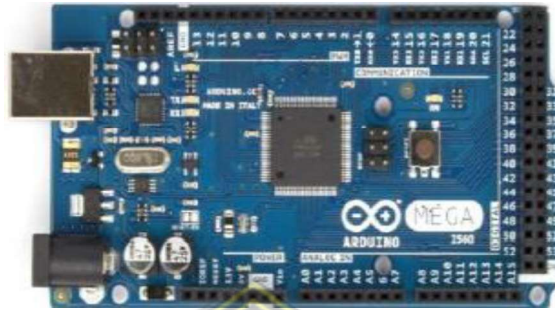
2.2. Arduino Mega 2560

Gambar 2.1 adalah tampilan *Board* Arduino yang menggunakan Atmega2560 di dalamnya, Arduino Mega menggunakan USB tipe A to B untuk pemrogramannya. Ada total 54 pin input dan pin output dimana 14 pin adalah output PWM, 4 pin dari port perangkat keras, 16 pin sebagai input analog. *Board* ini berisi satu koneksi USB, header ICSP, power jack dan satu pin REST.

Terdapat pin tambahan yang berfungsi sebagai osilator kristal dengan frekuensi 16 MHz. Papan tersebut juga memiliki memori flash berukuran 256KB yang digunakan untuk menyimpan data di dalamnya. Papan Arduino Mega dapat dipasang ke sistem komputer melalui koneksi USB dan catu daya dapat disediakan ke papan dengan menggunakan baterai atau adaptor AC ke DC. Karena papan memiliki banyak pin yang dipasang di dalamnya yang membuat papan cocok untuk proyek yang membutuhkan lebih banyak pin di dalamnya.

Arduino merupakan mikrokontroler *single board* yang bersifat sumber *open source* (sumber terbuka) yang berasal dari platform Wiring, dirancang untuk dengan mudah menggunakan produk elektronik diberbagai bidang. Perangkat keras

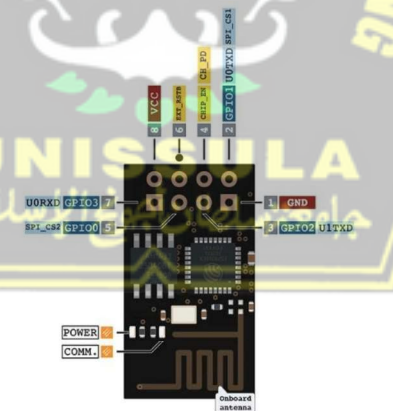
tersebut memiliki prosesor Atmel AVR, dan perangkat lunak tersebut memiliki bahasa pemrogramannya sendiri (Arduino, 2022).



Gambar 2. 1 Arduino Mega 2560

2.3. ESP 8266-01

Pada Gambar 2.2 merupakan modul mikrokontroler yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan Wifi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wifi. berbasis bahasa pemrograman Lua namun dapat juga menggunakan Arduino IDE untuk programannya (Technology, 2015).

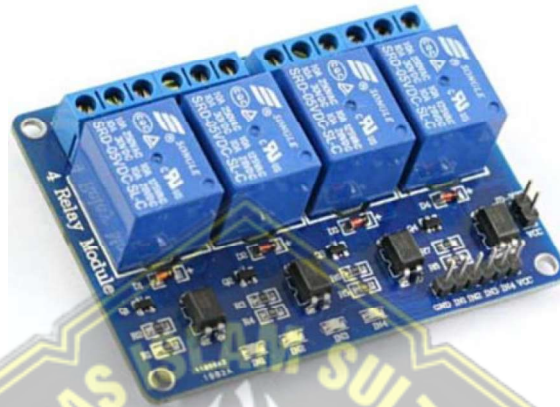


Gambar 2. 2 ESP8266-01

2.4. Relay

Gambar 2.3 merupakan tampilan Relay yang termasuk kedalam sebuah saklar yang dioperasikan dengan menggunakan komponen elektromekanikal yang terdiri atas 2 bagian utama yaitu *Coil* (kumparan) yang berfungsi untuk menggerakkan

kontak dan *Switch Contact* (Saklar) dengan berbagai tipe untuk segala jenis kebutuhan sebagai berikut: SPST (Single Pole Single Throw), SPDT (Single Pole Double Throw), DPST (Double Pole Single Throw) serta DPDT (Double Pole Double Throw) (Technology, 2008).



Gambar 2. 3 Relay

2.5. Energi Meter

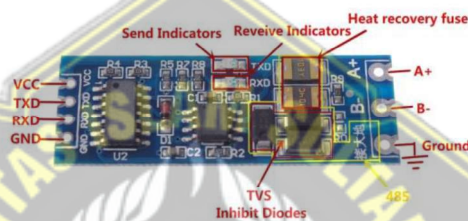
Pada Gambar 2.4 tersaji sebuah perangkat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen. Pada umumnya perangkat data logger dilengkapi dengan mikroprosesor dan memori internal yang digunakan untuk mencatat dan merekam data dan sensor. Beberapa jenis data logger biasanya dikoneksikan dengan computer dan untuk mengaktifkannya digunakan sebuah *software* yang lebih sederhana (Electric, 2012).



Gambar 2. 4 Energi meter

2.6. IC RS 485

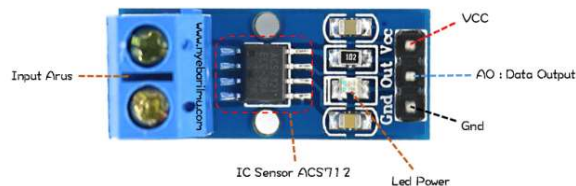
Pada Gambar 2.5 merupakan modul komunikasi data yang menggunakan protokol RS485 adalah sistem pengiriman data secara half-duplex, dengan cara mentransmisikan data berbentuk selisih tegangan antara output Line A dan Line B. Komponen utama yang digunakan pada komunikasi serial standar RS-485 modul ini yaitu SN75176, RS-485 mempunyai beberapa kelebihan, di antaranya yaitu dapat menghubungkan banyak perangkat, memiliki *anti-interference*, dan dapat mencapai jarak yang jauh (STMicroelectronics, 2009).



Gambar 2. 5 IC RS 485

2.7. Sensor Arus ACS712

Gambar 2.6 menampilkan Sensor Arus ACS712 di mana menggunakan Hall Effect current sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, switched-mode power supplies dan proteksi beban berlebih, bentuk fisik dari sensor arus ACS712 dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut (Pangestu, Ardianto and Alfaresi, 2019).



Gambar 2. 6 Sensor Arus ACS712

Tabel 3. 1 Spesifikasi Sensor ACS712

Spesifikasi Sensor ACS712
Waktu kenaikan perubahan luaran 5 μ s.
Lebar frekuensi sampai dengan 80 kHz.
Total kesalahan luaran 1,5% pada suhu kerja 25°C
Tahanan konduktor internal 1,2 m Ω .
Sensitivitas luaran 185 mV/A untuk 5A, 100 mV/A untuk 20A, 66 mV/A untuk 30A
Mampu mengukur arus AC atau DC
Tegangan kerja 5 VDC
Dilengkapi dengan penguat operasional untuk menambah sensitivitas luaran

2.8. Current Transformer

Pada Gambar 2.7 merupakan Trafo Arus yaitu peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada instalasi tenaga listrik di sisi primer (TET, TT dan TM) yang berskala besar dengan menurunkan arus secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi (Spark, 2018).

**Gambar 2. 7** Transformator Arus

2.9. Platform Blynk

Blynk dirancang untuk *internet of things* yang dapat mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data,

memvisualisasikannya banyak hal keren lainnya. Ada tiga komponen utama dalam platform:

a. Blynk App

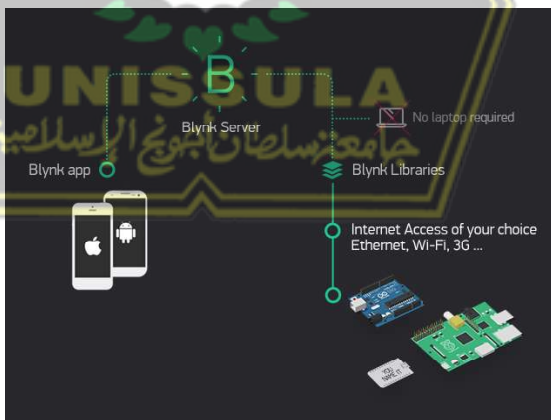
Memungkinkan dalam membuat antarmuka luar biasa untuk suatu proyek dengan menggunakan berbagai *widget* yang disediakan.

b. Blynk Server

Bertanggungjawab antara smartphone dan perangkat keras. Dapat menggunakan Blynk Cloud atau menjalankan server Blynk pribadi secara lokal yang *open source*, dapat dengan mudah menangani ribuan perangkat dan bahkan dapat diluncurkan pada Raspberry Pi.

c. Blynk Libraries

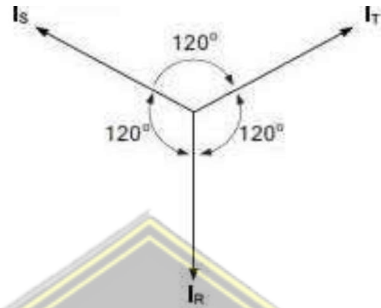
Untuk semua platform perangkat keras yang populer, memungkinkan komunikasi dengan server dan memproses semua perintah masuk dan keluar. Setiap kali menekan sebuah tombol di aplikasi Blynk, pesan tersebut berpindah ke ruang Blynk Cloud dimana akan menemukan jalannya ke perangkat keras serta dapat bekerja sama dalam arah yang berlawanan dan semua terjadi dalam sekejap (Inc, 2020).



Gambar 2. 8 Platform Blynk for IoT

2.10. Beban Tidak Seimbang

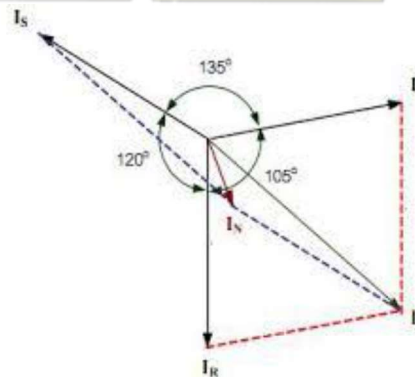
Yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah suatu keadaan dimana ketiga vektor arus ataupun tegangan adalah sama besar dengan membentuk sudut 120° satu sama lain.



Gambar 2. 9 Vektor arus beban seimbang

Dari gambar di atas menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan setimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) adalah sama dengan nol sehingga tidak muncul arus netral. Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak setimbang adalah keadaan dimana salah satu atau kedua syarat keadaan setimbang tidak terpenuhi. Kemungkinan keadaan tidak setimbang ada tiga yaitu:

1. Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
2. Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
3. Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.



Gambar 2. 10 Vektor arus beban tidak seimbang

Dari gambar di atas menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan tidak setimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) adalah tidak sama dengan nol sehingga muncul suatu besaran yaitu arus netral (I_N) yang besarnya bergantung pada seberapa besar faktor ketidakseimbangannya.

Dengan demikian untuk mencari ketidakseimbangan beban dengan menggunakan rumus (Bao and Ke, 2019):

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{I_{\text{Maks}} - I_{\text{Min}}}{I_{\text{Maks}}} \times 100\% \quad (1.1)$$

Tabel 2. 1 Standar Kualitas Daya Menurut IEEE Std 446 – 1996 (Engineers, 1996)

Parameter	Range
1) Voltage limit, steady-state (all phases)	+ 6%, -13%
2) Voltage disturbances (all phases)	Surge +15% for 0.5 s maximum Sag -18% for 0.5 s maximum Transient overvoltage 150-200% for 0.2 s
3) Harmonic content	5% maximum with equipment operating
4) Electromagnetic compatibility	1 V/m maximum
5) Frequency limit	60 Hz \pm 0.5
6) Frequency rate of change	1 Hz/s (slew rate)
7) Three-phase voltage unbalance	2.5 % arithmetic average
8) Three-phase load unbalance	5 – 20 % maximum for any phases
9) Power factor	0.8 – 0.9
10) Load demand	0.75 – 0.85 (of connected load)

Dari Tabel di atas dapat diketahui, bahwasannya batas maksimum ketidakseimbangan beban pada beban 3 fasa menurut IEEE Std 446 – 1996 yaitu sebesar 20% pada setiap fasanya.

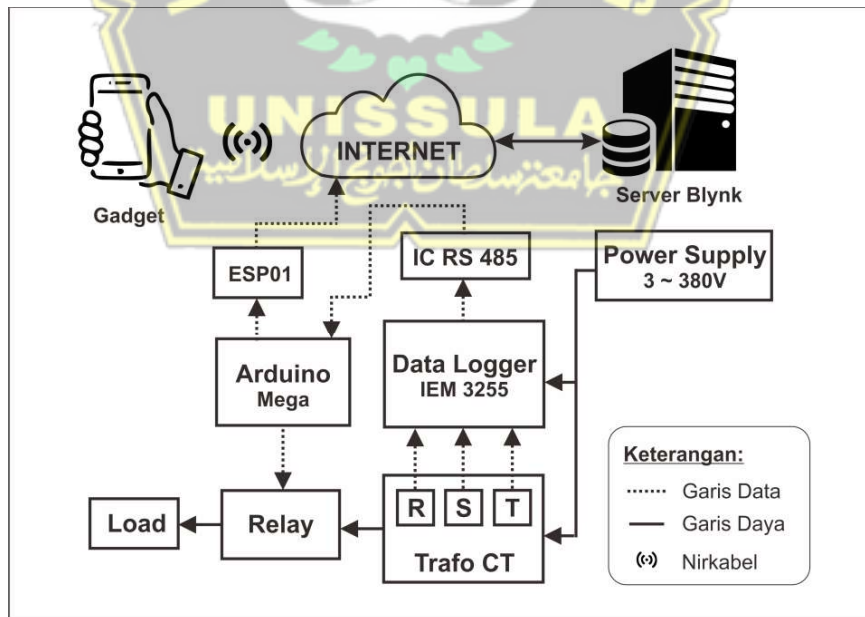
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

3.1. Deskripsi Umum

Penelitian ini membahas tentang bagaimana cara memantau dan mengendalikan pembebanan pada tiap fasanya agar selalu terjaga dalam keadaan seimbang, maka prototipe modul *Tapping* fasa ini akan bekerja apabila sensor arus membaca pembebanan tidak dalam keadaan seimbang, yang melebihi pada suatu batasan tertentu dengan mengirimkan pemberitahuan dan akan ada aksi lanjutan yang dilakukan oleh admin untuk dapat diseimbangkan pembebanan antar fasanya, di mana pengendalian sistemnya menggunakan teknologi *Internet of Things* melalui platform dari Blynk.

3.2. Diagram Blok

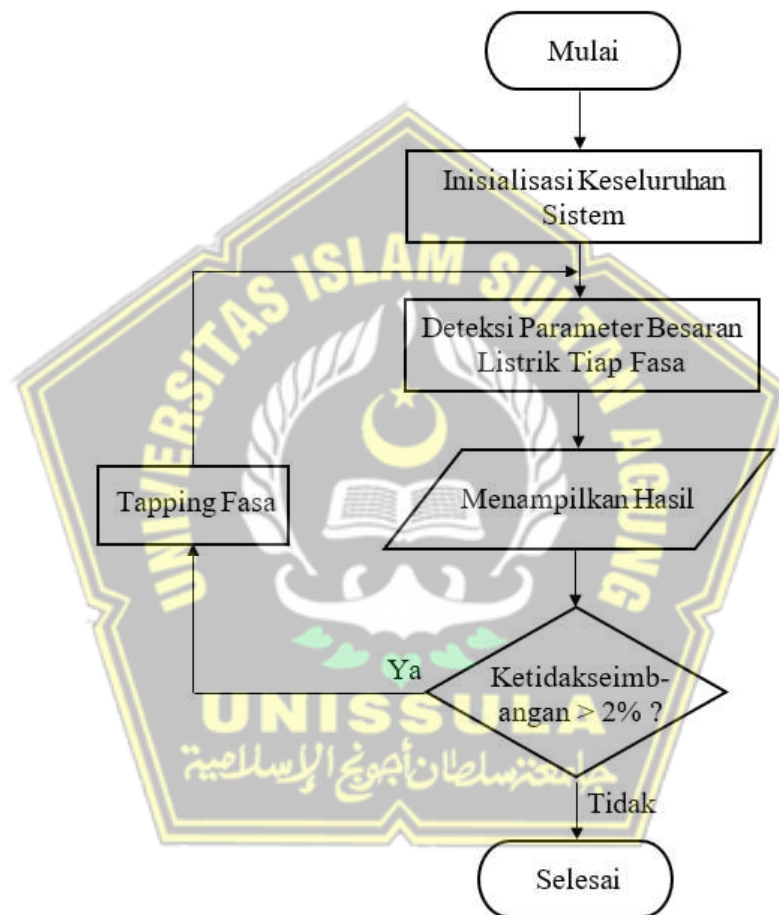
Berikut ini adalah mekanisme dari keseluruhan sistem yang disajikan dalam bentuk diagram blok pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

3.3. Diagram Alir Sistem

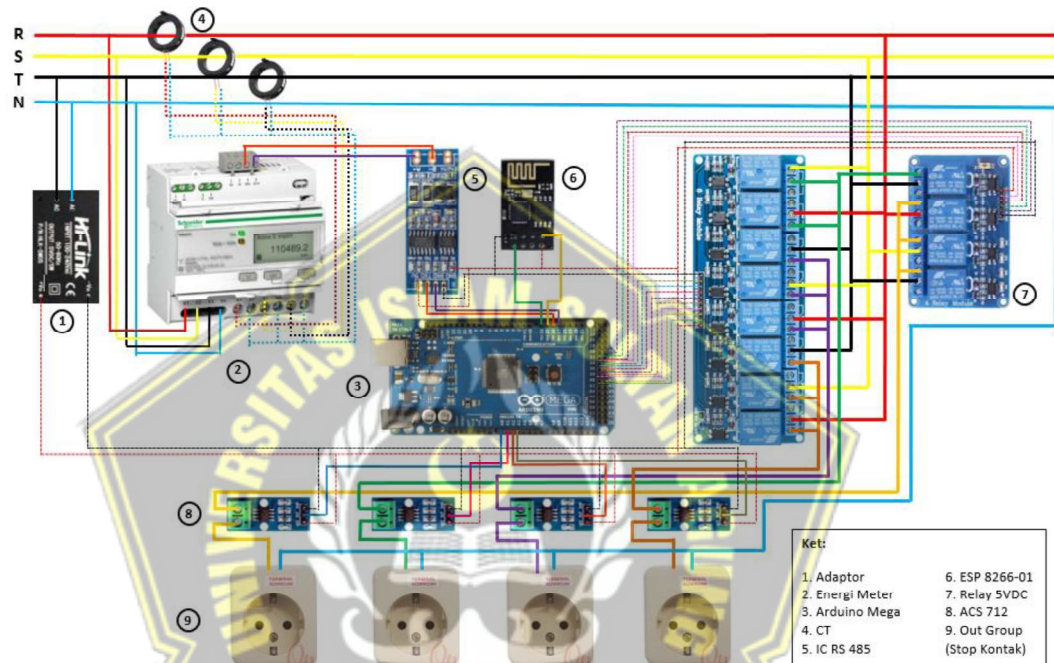
Untuk mengetahui bagaimana urutan langkah kerja dari keseluruhan sistem dalam prototipe Tapping Fasa Ketidakseimbangan Beban Berbasiskan Internet of Things (IoT), dapat dilihat dalam Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penggunaan Prototipe

3.4. Perancangan Sistem

Dalam merancang suatu sistem, terdapat dua bagian yaitu: perancangan Perangkat Keras (*Hardware*) dan Perangkat Lunak (*Software*). Ditampilkan pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Gambar Pengawatan



(a) Tampak Depan

(b) Tampak Samping

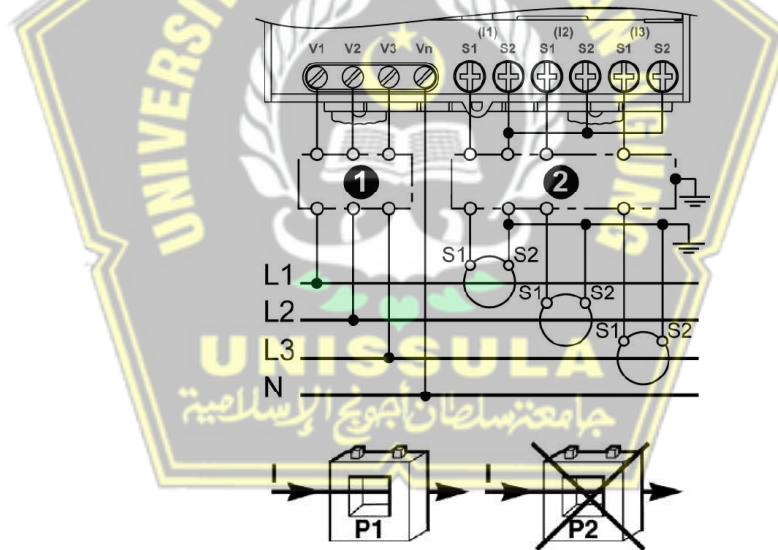
Gambar 3. 4 Rancangan Modul Prototipe Tapping Fasa Keseimbangan Beban Berbasis IoT

3.4 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras bertujuan menghubungkan antar komponen yang digunakan agar dapat beroperasi sesuai dengan yang semestinya, berikut ini merupakan pengaturan dalam merangkai komponen-komponen yang digunakan dalam proyek Tapping Fasa Keseimbangan Beban Berbasis Internet of Things:

3.4.1 Konfigurasi CT dengan Power Logic Schneider IEM 3255

Untuk pengukuran kuat arus listrik digunakan trafo arus / CT (Current Transformer) yang dihipitkan ke penghantar yang disambungkan dengan beban. S1 pada Transformator dihubungkan secara serial pada terminal S1 yang terdapat pada Power Logic Schneider IEM 3255, baik pada I1, I2 maupun I3. Kemudian S2 juga dihubungkan dengan terminal S2 Power Logic Schneider IEM 3255 secara serial namun juga dihubungkan secara paralel pada tiap terminal S2.

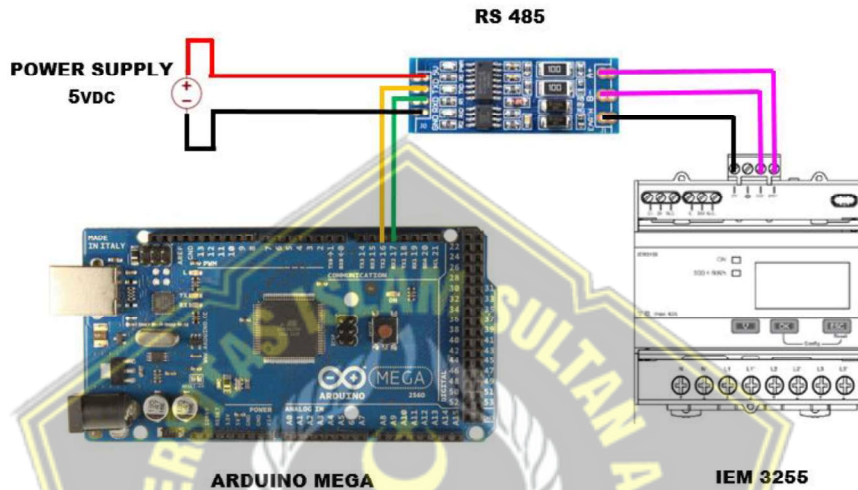


Gambar 3. 5 Konfigurasi Current Transformer

3.4.2 Konfigurasi IC RS 485 dengan Power Logic Schneider IEM 3255 dan Arduino Mega

Pada output terminal komunikasi PowerLogic IEM 3255 D0/- dihubungkan secara serial pada IC RS 485 pada terminal B, kemudian terminal D1/+ PowerLogic IEM 3255 dihubungkan juga secara serial ke terminal A pada IC RS 485. Terminal

RX pada IC RS485 dihubungkan secara serial ke terminal RX₂ Arduino Mega pin 17. Begitu juga dengan terminal TX pada IC RS 485, dihubungkan secara serial ke terminal TX₂ Arduino Mega pin 16. Agar modul IC RS 485 dapat bekerja dengan baik, maka terminal VCC perlu dihubungkan ke Power Supply 5VDC dan GND ke Ground pada Power Supply.



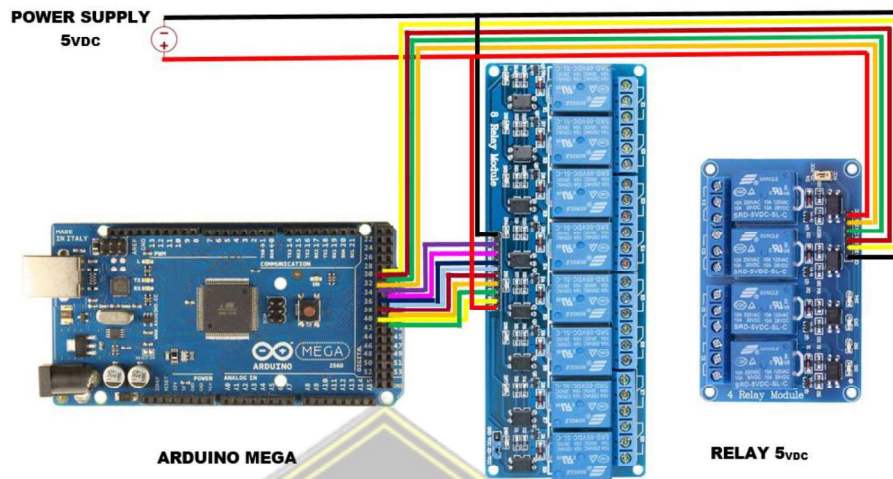
Gambar 3. 6 Konfigurasi Arduino Mega dengan RS485 dan PowerLogic 3255

3.4.3 Konfigurasi Arduino Mega dengan Relay

Untuk konfigurasi pin Arduino Mega dengan Relay disajikan dalam gambar serta tabel berikut:

Tabel 3. 2 Pengalamanan pin Arduino Mega dengan Relay

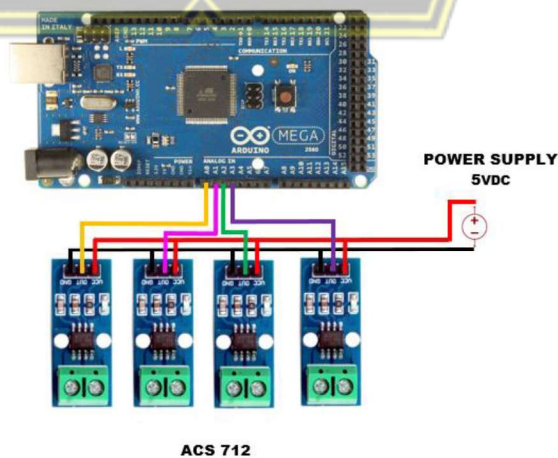
PIN	Keterangan	PIN	Keterangan
D33	Relay 1	D39	Relay 7
D31	Relay 2	D36	Relay 8
D30	Relay 3	D32	Relay 9
D34	Relay 4	D40	Relay 10
D35	Relay 5	D41	Relay 11
D37	Relay 6	D38	Relay 12
Vcc	5 VDC	GND	Ground
Comm	Fasa R/S/T	NO	Out Load 1/2/3/4



Gambar 3. 7 Konfigurasi Arduino Mega dengan Relay

3.4.4 Konfigurasi Arduino Mega dengan Sensor ACS712

Pengukuran arus pada tiap out group, menggunakan sensor ACS712 yang pengawatannya dengan Arduino Mega yaitu: untuk Sensor pada outgroup 1 terhubung secara serial dengan pin Analog 0 Arduino Mega, out group 2 pada pin A1, out group 3 pada pin A2 dan untuk out group 4 terhubung secara serial dengan pin A3 pada board Arduino Mega. Sedangkan untuk VCC yang terdapat pada sensor arus ACS712 mendapatkan sumber tegangan arus searah sebesar 5 Volt dan GND dihubungkan ke Ground.



Gambar 3. 8 Konfigurasi Sensor ACS712 dengan Arduino Mega

3.4.5 Konfigurasi Arduino Mega dengan ESP 8266-01

Pengiriman data dari board Arduino Mega ke platform Blynk menggunakan modul wifi ESP 8266-01 dengan konfigurasi sebagai berikut: VCC dihubungkan ke sumber daya yang terdapat pada pin Arduino Mega sebesar 3,3 Volt DC dan GND dihubungkan ke Ground yang ada pada board. Untuk out TX ESP 8266-01 dihubungkan secara serial dengan pin 14 atau TX₁ di board Arduino, sedangkan untuk out RX-nya dihubungkan ke pin 15 atau RX₁ pada board Arduino.



Gambar 3. 9 Konfigurasi Arduino Mega dengan ESP 8266-01

3.5 Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak bertujuan agar komponen yang telah dirangkai dapat membaca sensor, mengirimkan data, menghubungkan dengan jaringan internet dan memberikan *trigger* pada relay dengan menggunakan logika program dalam Arduino IDE. Berikut adalah deklarasi program yang digunakan pada proyek Tapping Fasa Keseimbangan Beban Berbasis *Internet of Things*:

3.5.1 Deklarasi

Pendeklarasian merupakan hal yang utama, karena berkaitan langsung dengan instrumental komponen yang digunakan dalam membangun prototipe agar program dapat mendeteksi dan menjalankan sesuai perintah yang telah ditulis.


```
#define BLYNK_PRINT Serial
#define EspSerial (Serial1)
#define ESP8266_BAUD 115200
#define baud 19200
```

```
#define timeout 3000
#define polling 100 // the scan rate
#define retry_count 1000
#define TxEnablePin 2
#define TOTAL_NO_OF_REGISTERS 200
#define Relay_OUT1_R 33
#define Relay_OUT1_S 30
#define Relay_OUT1_T 31
#define Relay_OUT2_R 34
#define Relay_OUT2_S 35
#define Relay_OUT2_T 37
#define Relay_OUT3_R 39
#define Relay_OUT3_S 36
#define Relay_OUT3_T 32
#define Relay_OUT4_R 40
#define Relay_OUT4_S 41
#define Relay_OUT4_T 38
#define Button1_R 2
#define Button1_S 3
#define Button1_T 4
#define Button2_R 5
#define Button2_S 6
#define Button2_T 7
#define Button3_R 8
#define Button3_S 9
#define Button3_T 10
#define Button4_R 11
#define Button4_S 12
#define Button4_T 13

float arus_acs1;

int maximumRange = 200; //kebutuhan akan maksimal range
int minimumRange = 00; //kebutuhan akan minimal range
int normal = 0;

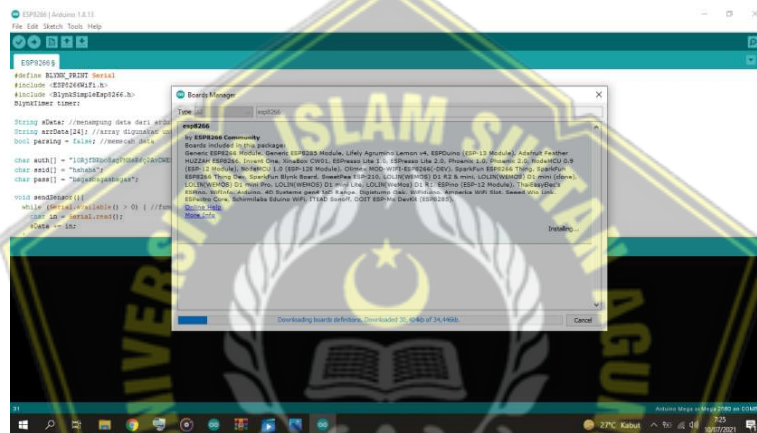
char auth[] = "2tNdXarjuFeZyp2dhPS4bW58-0HtS1CN";
char ssid[] = "LAPTOP-UMAM";
char pass[] = "lancarjaya";
```



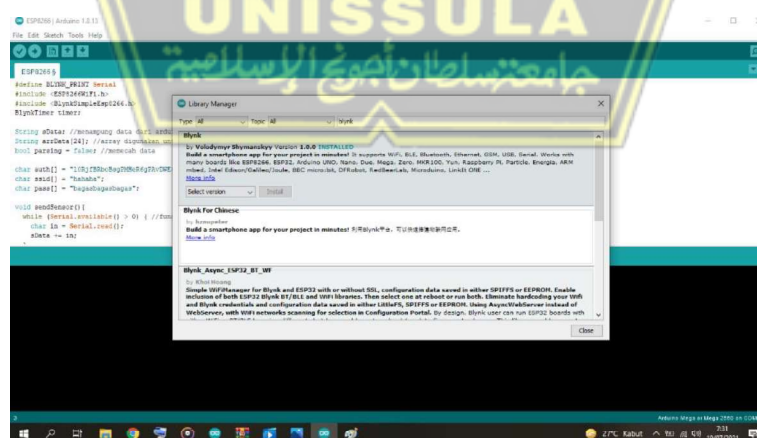
3.5.2 Library

Sekumpulan program yang dapat diikuti sertakan kedalam program lain agar terkesan lebih ringkas dalam menulis program itulah tujuan dari *Library*, *library* yang digunakan ada pada kolom di bawah ini.

```
#include <avr/wdt.h>
#include <SimpleModbusMaster.h>
#include <ESP8266_Lib.h>
#include <BlynkSimpleShieldEsp8266.h>
```



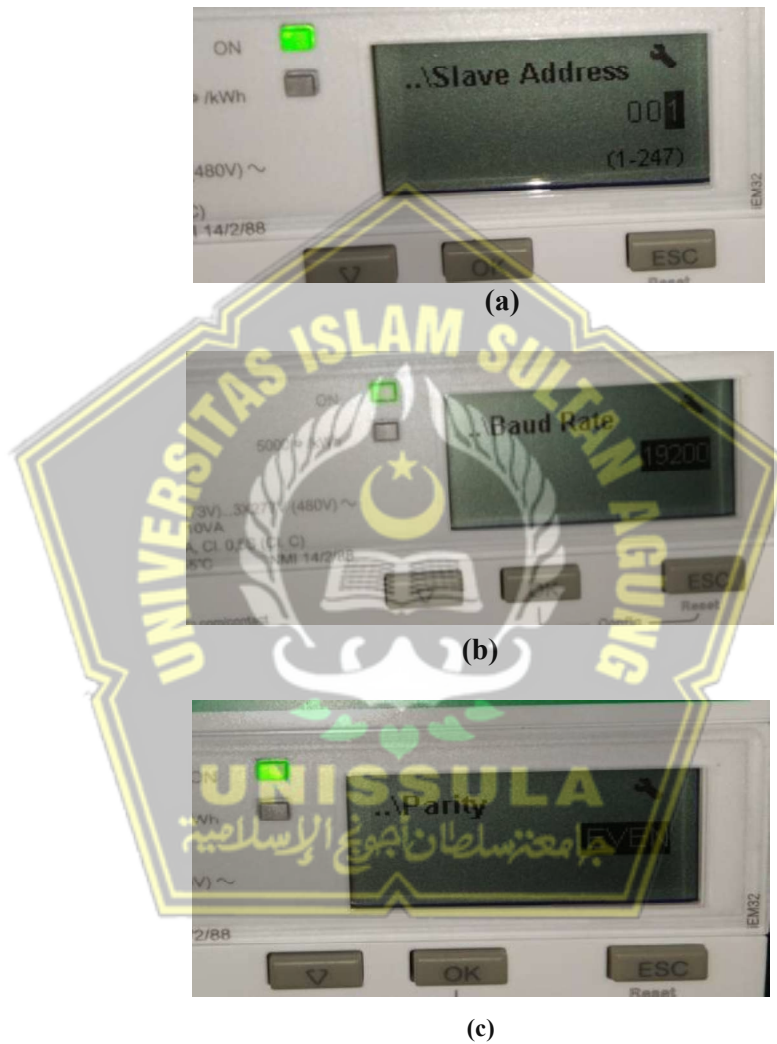
Gambar 3. 10 Board Manager ESP8266-01



Gambar 3. 11 Library Manager Blynk

3.5.3 Konfigurasi Power Logic IEM 3255

Berikut ini merupakan pengaturan yang dilakukan pada Energi Meter Power Logic IEM 3255 untuk Slave Address, Baud Rate dan Parity. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 3. 10 di bawah ini.



Gambar 3. 12 Konfigurasi Komunikasi PowerLogic IEM 3255

Dalam Tabel 3.3 menyajikan data *Register Address* Power Logic Schenider IEM 3255 yang terdapat pada *user manual*.

Tabel 3.3 Register Address PowerLogic Schneider IEM 3255

Register Address	Action (R/W/WC)	Size	Type	Units	Description
3000	R	2	Float 32	A	I1: Phase 1 Current
3002	R	2	Float 32	A	I2: Phase 2 Current
3004	R	2	Float 32	A	I3: Phase 3 Current
3010	R	2	Float 32	A	Current Average
3036	R	2	Float 32	V	Voltage L-N Average
3060	R	2	Float 32	kW	Total Active Power
3084	R	2	Float 32	-	Power Factor
3110	R	2	Float 32	Hz	Frequency

Di bawah ini merupakan sampel *Sketch* program untuk membaca data pengukuran Power Logic IEM 3255 yang ditanamkan ke dalam chip mikrokontroler Arduino Mega 2560.

```
// Debug console
Serial.begin(9600);
modbus_construct(&packets[PACKET1], 1, READ_HOLDING_REGISTERS,
2999, 12, 0); //arus
modbus_configure(&Serial3, baud, SERIAL_8N1, timeout, polling,
retry_count, TxEnablePin, packets, TOTAL_NO_OF_PACKETS, regs);
delay(10);

//ARUS
float IR;
unsigned long IR1 = (unsigned long) regs[0] << 16 | regs[1];
IR = *(float*)& IR1;
if (isnan(IR)){IR=0;}
```

```

float IS;
  unsigned long IS1 = (unsigned long) regs[2] << 16 | regs[3];
  IS = *(float*)& IS1;
  if (isnan(IS)){IS=0;}

float IT;
  unsigned long IT1 = (unsigned long) regs[4] << 16 | regs[5];
  IT = *(float*)& IT1;
  if (isnan(IT)){IT=0;}

```

3.5.4 Konfigurasi Program Arduino Mega dengan Sensor ACS712

Berikut ini merupakan sampel *Sketch* program untuk membaca sensor arus ACS 712 dengan batas kemampuan ukur sebesar 5A yang ditanamkan ke dalam chip mikrokontroler Arduino Mega 2560.

```

void loop()
{
  modbus_update();
  id1();
  float arus_acs1 = bacaArus1(A0);
  Serial.println("Arus ACS OUT1:"+String(arus_acs1));
  Blynk.virtualWrite(V10, arus_acs1-0.20);
  Blynk.run();
}

float bacaArus1 (int ampPin)
{
  int sampleDuration = 100;
  int sampleCount = 0;

```

```
unsigned long rSquaredSum = 0;

int rawZero = 560;

uint32_t startTime = millis();

while ((millis() - startTime) < sampleDuration)
{

    int RawCurrentIn = analogRead(ampPin) - rawZero;

    rSquaredSum += RawCurrentIn * RawCurrentIn;

    sampleCount++;

}

float VRMS = 5.0 * sqrt(rSquaredSum / sampleCount) /
1024.0;

float AmpsRMS = VRMS / 0.185 ;

float FixAmpsRMS = AmpsRMS ;

return FixAmpsRMS;

Blynk.run();

timer.run();

delay (1000);

}
```

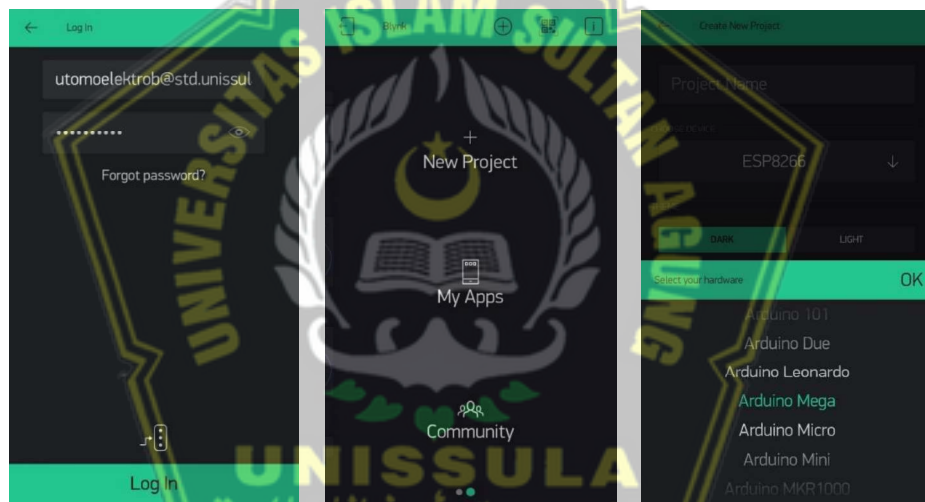


3.5.5 Konfigurasi Platform Blynk

Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk mengkonfigurasi aplikasi antarmuka pengguna platform Blynk sebagai berikut:

1. Mendaftar akun dan mendapatkan Token

Mendaftar akun pada platform Blynk akan dikirimkan kode *Token Authentication* melalui surel yang digunakan untuk mendaftar akun Blynk, kemudian *login* pada Apps yang ada pada perangkat dan memasukkan token pada kode pemrograman Arduino IDE. Berikut merupakan tampilannya dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Auth Token for FTI Energy Saver project and device FTI Energy Saver

External Inbox x



Blynk <dispatcher@blynk.io>
to me

Jun 14, 2020, 12:53 PM

Auth Token : [iMdTgR4lGHgtM2F6bgILSOWIoC85qKGD](#)

Happy Blynking!

Getting Started Guide -> <https://www.blynk.cc/getting-started>

Documentation -> <http://docs.blynk.cc/>

Sketch generator -> <https://examples.blynk.cc/>

Latest Blynk library -> https://github.com/blynkkk/blynk-library/releases/download/v0.6.1/Blynk_Release_v0.6.1.zip

Latest Blynk server -> <https://github.com/blynkkk/blynk-server/releases/download/v0.41.12/server-0.41.12.jar>

<https://www.blynk.cc>

twitter.com/blynk_app

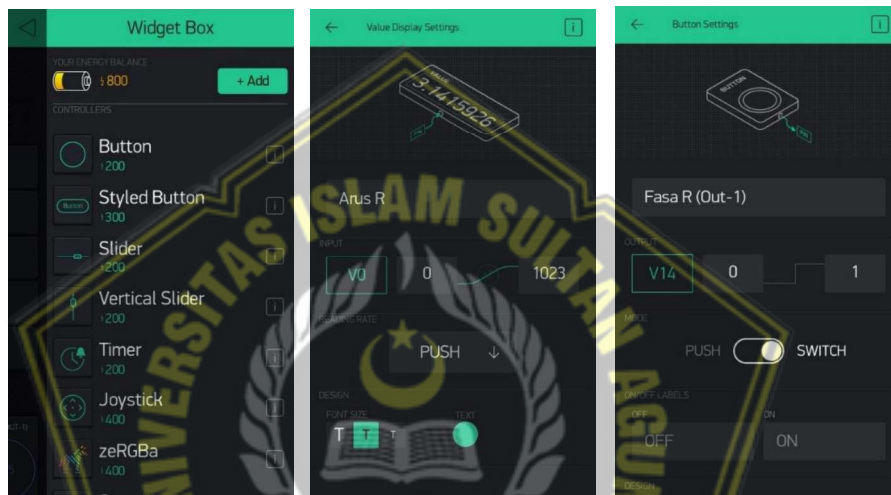
www.facebook.com/blynkapp

(b)

Gambar 3. 13 (a) Tampilan awal (b) Auth Token platform Blynk

2. Widget Box

Pemilihan *Widged Box* yang digunakan pada penelitian ini ada dua jenis, yaitu *Value Display* untuk menampilkan pengukuran parameter dan *Botton* untuk fitur tombol yang bisa digunakan pada kondisi *Push* (tekan) atau *Switch* (Saklar) dengan cara menyesuaikan pengalamatan pin yang dituliskan pada program Arduino IDE.



Gambar 3. 14 Menambahkan dan *setting widget box* platform Blynk

Sketch program Arduino untuk mengkomunikasikan data (mengirimkan data pengukuran dan aksi dari tombol tekan) dengan Blynk dituliskan dalam program di bawah ini

```
//RELAY
pinMode(Relay_OUT1_R, OUTPUT);
pinMode(Relay_OUT1_S, OUTPUT);
pinMode(Relay_OUT1_T, OUTPUT);

//BUTTON
pinMode (V33, INPUT);
pinMode (V31, INPUT);
```

```
pinMode (V30, INPUT);  
  
// send data to Blynk  
Blynk.virtualWrite(V0, IR);  
Blynk.virtualWrite(V1, IS);  
Blynk.virtualWrite(V2, IT);  
Blynk.virtualWrite(V10, arus_acs1);
```



BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini akan menyajikan pengujian serta analisa dari prototipe yang telah dibuat sebelumnya yaitu tentang Tapping Fasa Keseimbangan Beban yang pengujiannya dilakukan pada Laboratorium Tenaga Teknik Elektro FTI UNISSULA menggunakan teknologi IoT. Adapun beberapa pengujiannya sebagai berikut:

4.1. Alat dan Bahan

Dalam melakukan pengujian pengalihan fasa, alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4. 1 Alat dan Bahan Pengujian Pengalihan Fasa

No	NAMA KOMPONEN	SPEKIFIKASI	JUMLAH
1.	Lampu Pijar	100 Watt	2 Buah
2.		75 Watt	1 buah
3.		25 Watt	1 buah
4.	Clamp Meter	Krisbow Seri KW06-286	1 buah
5.	Fitting Lampu XR		4 buah

4.2. Pengukuran Daya Lampu

Tabel 4.2 menyajikan hasil pengukuran daya lampu pijar antara Wattmeter dengan Energi Meter dan *nameplate*.

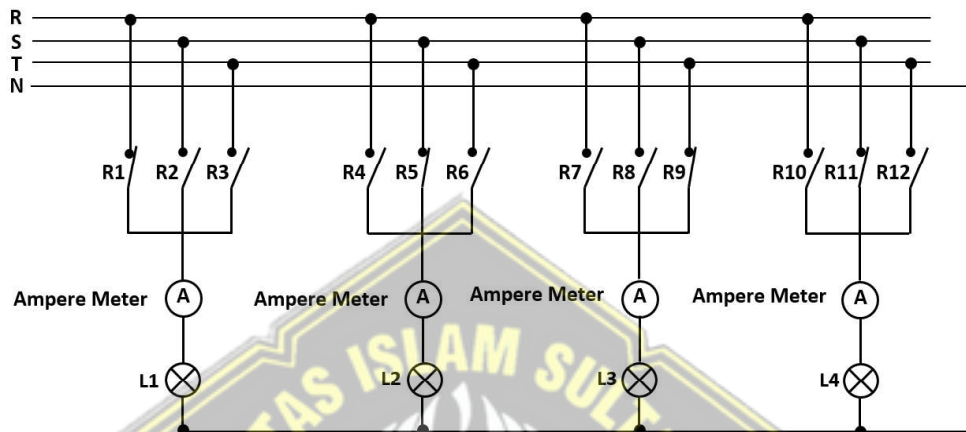
Tabel 4. 2 Pengukuran Daya Lampu Pijar

Nameplate	Terukur							
	Wattmeter				Energi Meter			
Daya	Daya	Tengangan	Arus	$\cos \varphi$	Daya	Tengangan	Arus	$\cos \varphi$
100 W	83 W	207 V	0,41 A	1	73 W	207 V	0,41 A	1
75 W	62 W	203 V	0,30 A	1	54 W	201 V	0,30 A	-0,8
25 W	22 W	203 V	0,11 A	0,9	19 W	204 V	0,00 A	1

4.3. Kasus Satu

4.1.1 Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1

Dapat dilihat pada Gambar 4.1, merupakan skema garis tunggal untuk pengujian sebelum dilakukan tapping fasa.



Gambar 4. 1 Skema Pengawatan Garis Tunggal Sebelum Tapping Fasa 1

Penggunaan lampu pijar sebagai beban dalam menguji prototipe ini dengan besar beban daya yang berbeda-beda, yaitu: 83 Watt untuk keluaran Stopkontak 1 yang terhubung pada fasa R, 83 Watt untuk keluaran Stopkontak 2 yang terhubung pada fasa S, 22 Watt untuk keluaran Stopkontak 3 yang terhubung pada fasa T dan 62 Watt untuk keluaran Stopkontak 4 yang terhubung pada fasa S. Kuat arus yang terukur menggunakan *Clamp Meter*, tersaji pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 3 Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1

Fasa	R	S	T	
Beban	83 W	83 W	62 W	22 W
Clamp	0,41 A	0,41 A	0,30 A	0,10 A

Akumulasi beban arus pada tiap fasa berdasarkan tabel Existing Beban di atas dengan menggunakan acuan pengukuran arus menggunakan Clamp Meter Krisbow seri KW06-286 yaitu: Fasa R mempunyai besar arus 0,41 Ampere, Fasa S mempunyai besar arus $0,41 + 0,30 = 0,71$ Ampere dan Fasa T sebesar 0,10 Ampere.

Dengan begitu dapat diketahui fasa mana yang mempunyai beban arus paling tinggi yaitu fasa S dan fasa T mempunyai beban arus yang paling rendah.

Tabel 4. 4 Pengukuran Dengan Powerlogic IEM 3255 Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1

V L-N Ave	I _R	I _S	I _T	P	Q	S	F	PF
221 Volt	0,36 A	0,71 A	0,00 A	227 W	78 VAR	242 VA	50 Hz	0.96

Dari Tabel 4.4 di atas maka dapat diketahui, fasa mana yang mempunyai pembebanan tidak seimbang adalah fasa S dengan fasa T, dimana fasa S mempunyai besaran arus yang lebih tinggi sedangkan untuk fasa yang mempunyai besaran arus yang lebih rendah yaitu fasa T.



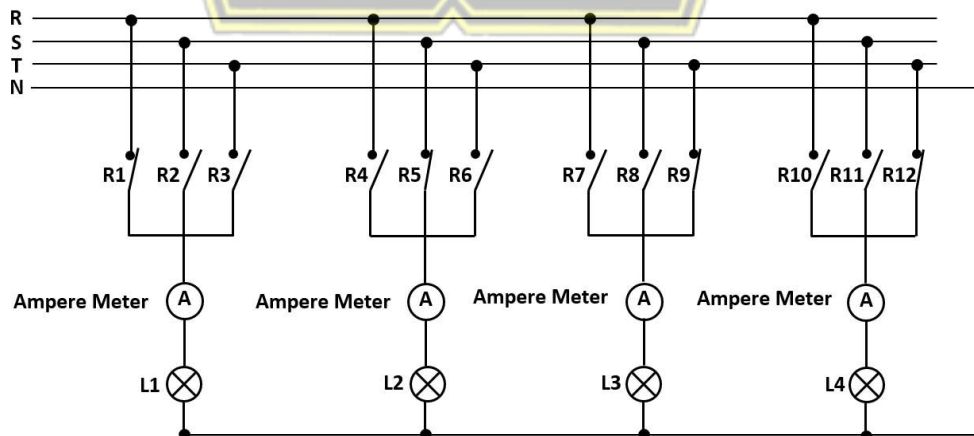
Gambar 4. 2 Tampilan Pengukuran Platform Blynk Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1



Gambar 4.3 Tampilan Pengendali Platform Blynk Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 1

4.1.2 Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 1

Untuk skema garis tunggal pengujian sesudah tapping fasa, dapat dilihat pada gambar yang tersaji dalam Gambar 4.4 di bawah ini



Gambar 4.4 Skema Pengawatan Garis Tunggal Sesudah Tapping Fasa 1

Beban pada tiap fasa yang tidak seimbang tersebut dapat dilakukan pengalihan pembebanan dengan cara memindahkan keluaran StopKontak yang dapat digunakan untuk akumulasi pembebanan agar terjadi keseimbangan beban pada tiap fasanya.

Tabel 4. 5 Pengujian Setelah Penyeimbangan Beban Fasa 1

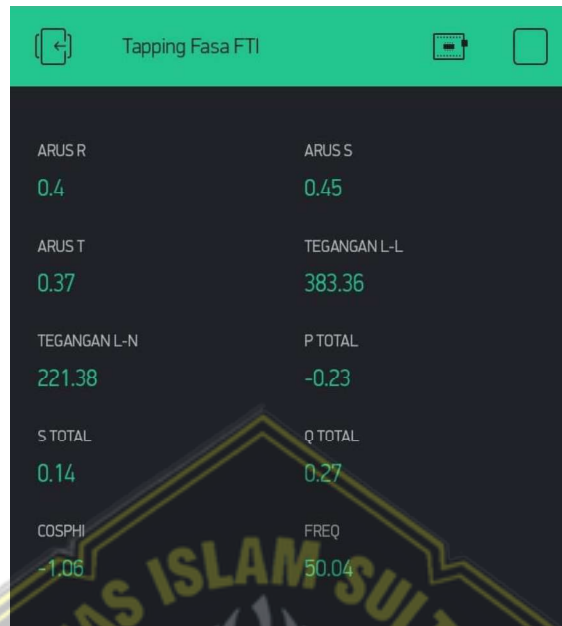
Fasa	R	S	T	
Beban	83 W	83 W	22 W	62 W
Clamp	0,41 A	0,41 A	0,10 A	0,30 A

Didapati pembacaan Energi Meter pada Arus tiap Fasanya baik Fasa R, S serta Fasa T dalam keadaan yang mendekati nilai yang sama dengan melihat Tabel 4.6 di bawah ini. Yaitu: 0,41 Ampere untuk Arus fasa R, 0,41 Ampere untuk fasa S dan pada fasa T sebesar 0,40 Ampere.

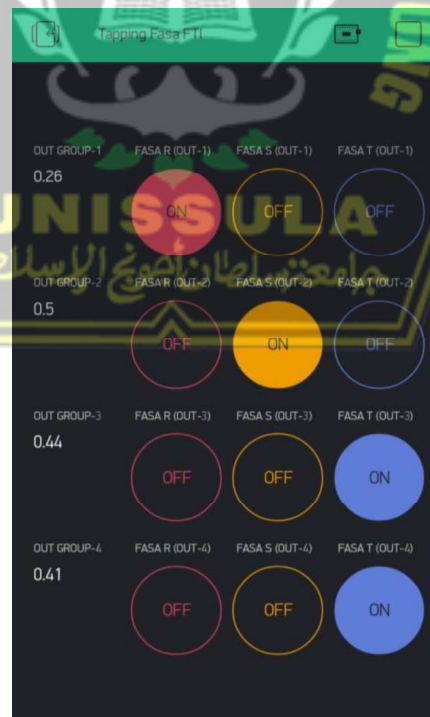
Tabel 4. 6 Pengukuran dengan Powerlogic IEM 3255 Setelah Penyeimbangan Beban Fasa 1

V L-N Ave	I_R	I_S	I_T	P	Q	S	F	PF
221 Volt	0,40	0,45	0,37	152	61	164	50 Hz	0.96
	A	A	A	W	VAR	VA		

Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 berikut ini merupakan tangkapan layar yang didapat dari platform Blynk untuk tampilan pantauan besaran listrik yang dikirimkan dari Energi Meter serta sensor arus ACS712 dan *Push Botton* yang digunakan untuk melakukan aksi pemindahan fasa. Dimana keluaran StopKontak 4 yang semula terhubung pada fasa S (lihat Gambar 4.3), kemudian dialihkan ke fasa T, dikarenakan fasa T memiliki nilai pembebanan yang paling rendah. Sehingga tampilannya berubah menjadi seperti Gambar 4.6 di bawah ini.

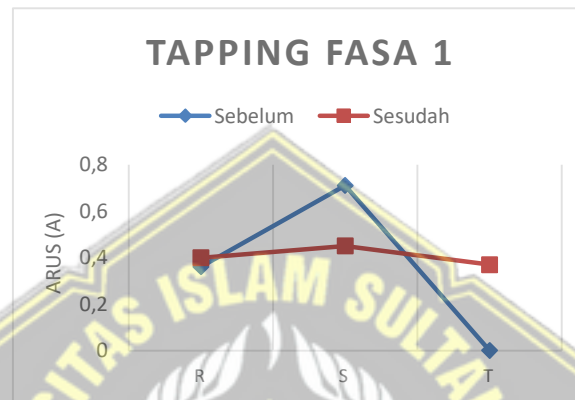


Gambar 4.5 Tampilan Pengukuran Platform Blynk Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 1



Gambar 4.6 Tampilan Pengendali Platform Blynk Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 1

Setelah dilakukan peyeimbangan beban pada tiap fasa sesuai dengan pembacaan Energi Meter, dapat diketahui sebelum peyeimbangan menunjukkan nilai ketidakseimbangan yakni sebesar 100%, kemudian setelah dilakukan penyeimbangan nilai ketidakseimbangannya turun menjadi 17,7%. Perbandingan dapat dilihat pada grafik yang tersaji pada Gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Penyeimbangan Beban Fasa 1

- Menurut persamaan (1.1), Persentase ketidakseimbangan beban sebelum pengalihan beban.

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{I_{\text{Maks}} - I_{\text{Min}}}{I_{\text{Maks}}} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{0,71 - 0,00}{0,71} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{0,71}{0,71} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = 1 \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = 100\%$$

- Perhitungan ketidakseimbangan beban setelah pengalihan beban

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{I_{\text{Maks}} - I_{\text{Min}}}{I_{\text{Maks}}} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{0,45 - 0,37}{0,45} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{0,08}{0,45} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = 0,177 \times 100\%$$

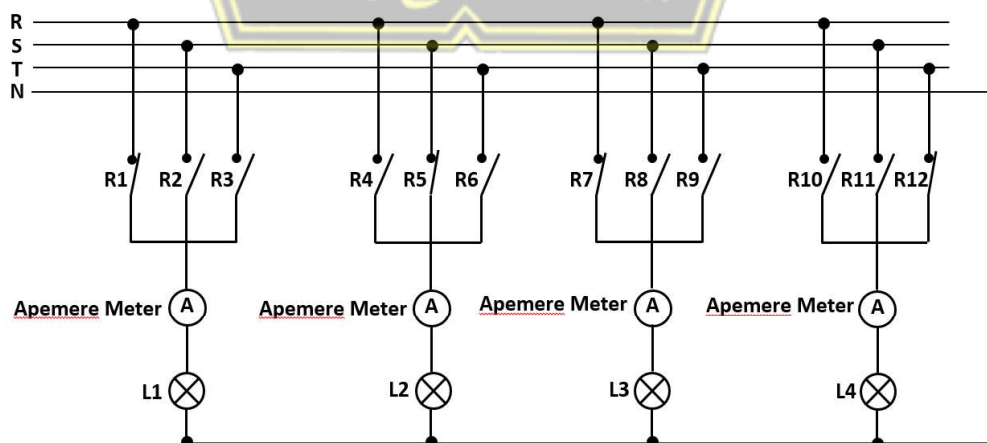
$$\text{ketidakseimbangan beban} = 17,7\%$$

Dengan mengacu standar ketidakseimbangan beban 3 fasa menurut IEEE Std 446 – 1995 nomor 8, yaitu maksimal sebesar 20% dan setelah melakukan pengujian peyeimbangan fasa pada percobaan pertama sebesar 17,7%. Maka pengujian tersebut berhasil menyeimbangkan beban 3 fasa di bawah ambang batas maksimal. Di mana fasa S mengalami pembebanan yang paling tinggi daripada fasa R dan T serta fasa T mengalami pembebanan yang paling rendah. Perbandingan antara sebelum dengan sesudah diseimbangkan dapat dilihat pada grafik yang ada di Gambar 4.7

4.2. Kasus Dua

4.2.1 Pengujian Sebelum Penyeimbangan Fasa 2

Dapat dilihat pada Gambar 4.8, merupakan skema garis tunggal untuk pengujian sebelum dilakukan tapping fasa.



Gambar 4. 8 Skema Pengawatan Garis Tunggal Sebelum Tapping Fasa 2

Penggunaan lampu pijar sebagai beban dalam menguji prototipe ini dengan besar beban daya yang berbeda-beda, yaitu: Untuk keluaran Stopkontak 1 yang terhubung pada fasa R diberikan beban sebesar 62 Watt, keluaran Stopkontak 2 yang terhubung pada fasa S diberikan beban 22 Watt, keluaran Stopkontak 3 yang terhubung pada fasa R diberikan beban 83 Watt dan untuk keluaran Stopkontak 4 yang terhubung pada fasa T diberikan beban 83 Watt. Kuat arus yang terukur menggunakan Clamp Meter, tersaji pada Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4. 7 Tabel Pengujian Sebelum Penyeimbangan Fasa 2

Fasa	R		S	T
Beban	62 W	83 W	22 W	83 W
Clamp	0,30 A	0,43 A	0,10 A	0,43 A

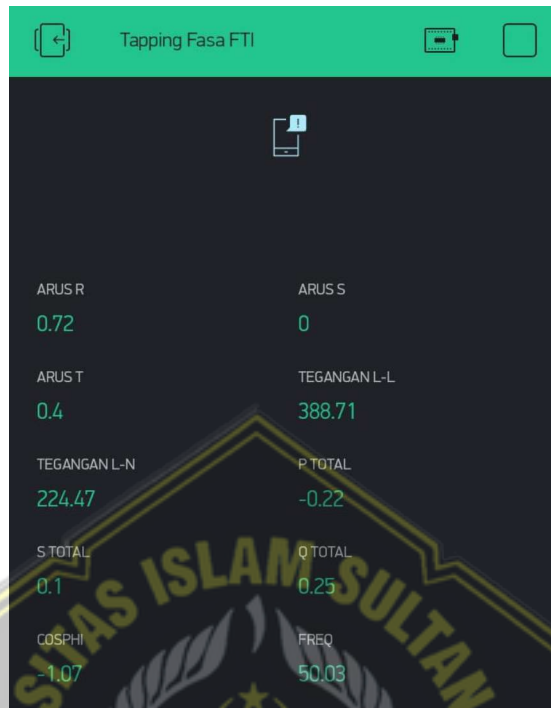
Dari Tabel 4.7 di atas dapat diketahui dengan mengacu pengukuran dari Clamp Meter. besaran arus yang membebani fasa R sebesar 0,73 Ampere yaitu akumulasi dari keluaran StopKontak 1 (0,30 Ampere) dan Stopkontak 2 (0,43 Ampere), untuk fasa S sebesar 0,10 Ampere, dan fasa T sebesar 0,43 Ampere.

Tabel 4. 8 Pengukuran dengan Powerlogic IEM 3255 Sebelum Penyeimbangan Fasa 2

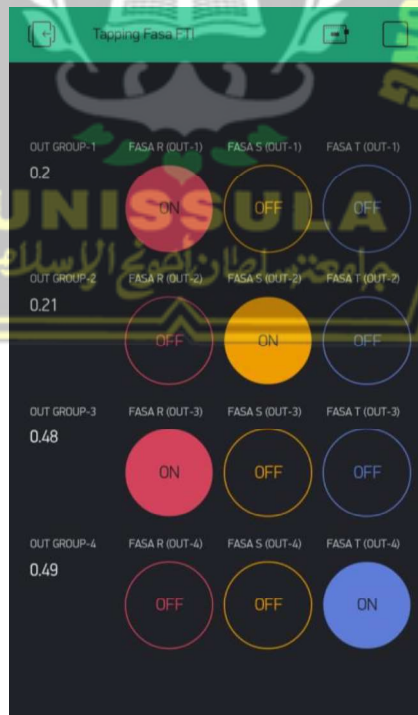
V L-N Ave	I_R	I_S	I_T	P	Q	S	F	PF
224 Volt	0,72 A	0,00 A	0,40 A	220 W	10 VAR	250 VA	50 Hz	0.97

Berdasarkan Tabel 4.8 merupakan hasil pengukuran dari Energi Meter yang membaca besaran arus fasa R memiliki pembebanan yang paling tinggi dan fasa S memiliki pembebanan yang paling rendah. Selisih nilainya sangatlah jauh dengan begitu terdeteksi bahwa ada ketidakseimbangan beban 3 fasa yang besar.

Berikut merupakan tangkapan layar dari platform Blynk sebelum dilakukan aksi penyeimbangan fasa. Terlihat pada Gambar 4.9 sebelah kanan merupakan tampilan hasil pengukuran dari Energi Meter dan Gambar 4.10 pada sebelah kiri merupakan tampilan dari pengukuran sensor ACS 712 serta *Push Botton* pada tiap Keluaran StopKontak.



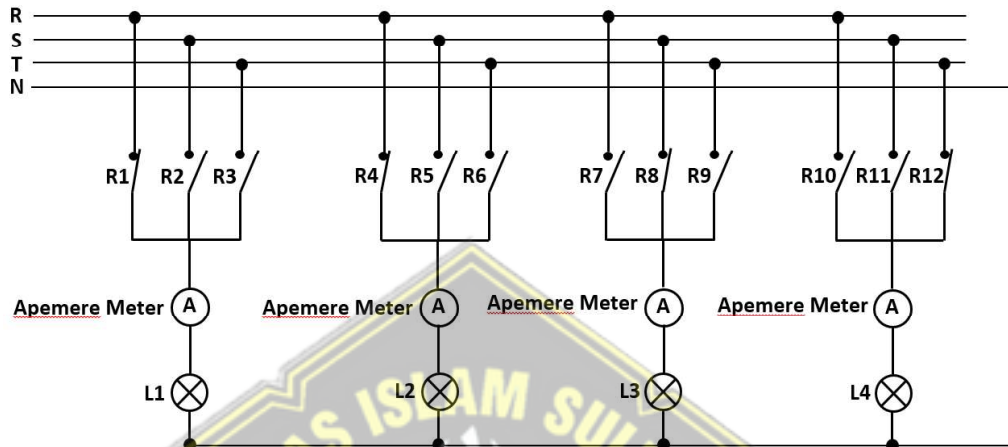
Gambar 4. 9 Tampilan Pengukuran Plaform Blynk Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 2



Gambar 4. 10 Tampilan Pengendali Plaform Blynk Pengujian Sebelum Penyeimbangan Beban Fasa 2

4.2.2 Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2

Untuk pengujian sesudah tapping fasa, skema rangkaiannya dapat dilihat pada Gambar 4.11 di bawah ini.



Gambar 4. 11 Skema Pengawatan Garis Tunggal Sesudah Tapping Fasa 2

Pembebanan yang tidak seimbang tersebut selanjutnya akan dilakukan pengalihan fasa pada tiap Keluaran Stopkontak yang memiliki beban fasa paling rendah akan diisi oleh beban fasa yang paling tinggi.

Tabel 4. 9 Tabel Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2

Fasa	R	R	S	T
Beban	62 W	22 W	83 W	83 W
Clamp	0,30 A	0,10 A	0,43 A	0,43 A

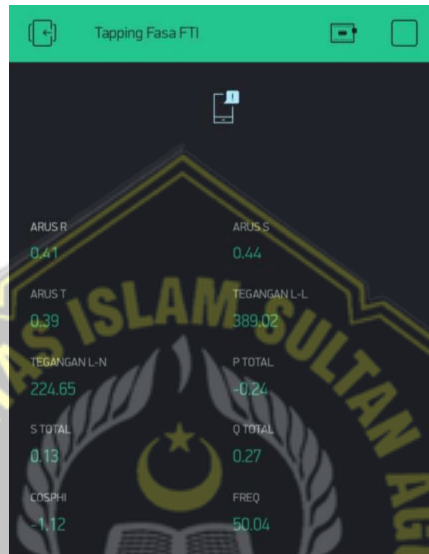
Tabel di bawah ini menyajikan hasil pengukuran dari Energi Meter setelah dilakukan penyeimbangan beban fasa, hasilnya arus pada fasa R, S dan T memiliki nilai yang mendekati sama.

Tabel 4. 10 Pengukuran dengan Powerlogic IEM 3255 Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2

V L-N Ave	I _R	I _S	I _T	P	Q	S	F	PF
224 Volt	0,41 A	0,44 A	0,39 A	240 W	13 VAR	270 VA	50 Hz	0.88

Tangkapan layar yang ada pada Gambar 4.12, merupakan tampilan dari platform Blynk untuk hasil pengukuran Energi Meter, dan pada Gambar 4.13 adalah

tampilan dari Sensor Arus ACS 712 serta *Push Botton* yang digunakan sebagai aksi sebagai penyeimbangan beban pada sistem 3 fasa dimana fasa R terhubung pada Keluaran StopKontak 1 dan StopKontak 2, fasa S terhubung pada Keluaran StopKontak 3 dan fasa T di Keluaran StopKontak 4.

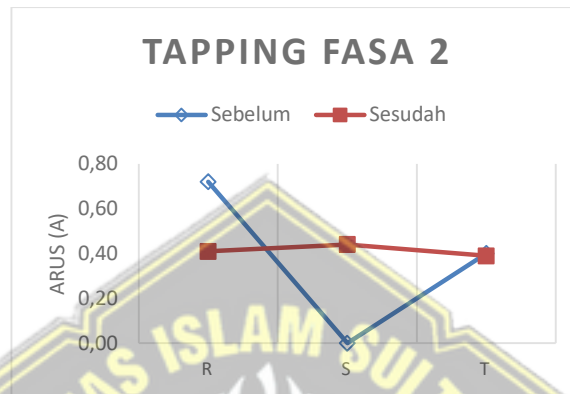


Gambar 4. 12 Tampilan Pengukuran Plaform Blynk Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2



Gambar 4. 13 Tampilan Pengendali Plaform Blynk Pengujian Sesudah Penyeimbangan Beban Fasa 2

Perbandingan antara sebelum dan sesudah penyeimbangan beban 3 fasa pada percobaan kedua dapat dilihat dengan grafik di bawah ini yang direpresentasikan oleh garis grafik warna biru dan coklat.



Gambar 4.14 Grafik Pengujian Penyeimbangan Beban Fasa 2

- Perhitungan ketidakseimbangan beban sebelum tapping fasa

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{I_{\text{Maks}} - I_{\text{Min}}}{I_{\text{Maks}}} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{0,72 - 0,00}{0,72} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{0,72}{0,72} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = 1 \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = 100\%$$

- Perhitungan ketidakseimbangan beban setelah tapping fasa

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{I_{\text{Maks}} - I_{\text{Min}}}{I_{\text{Maks}}} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{0,44 - 0,39}{0,44} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = \frac{0,05}{0,44} \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = 0,113 \times 100\%$$

$$\text{ketidakseimbangan beban} = 11,3\%$$

Seperti halnya pada pengujian ke-1, pada pengujian ini penyeimbangan beban 3 fasa berhasil dilakukan hingga sebesar 11,3%. Dengan melihat Gambar 4.6 adalah grafik perbandingan, di mana garis grafik mendekati keadaan lurus dari yang semula mempunyai sudut tajam. Nilai Ketidakseimbangan beban ini lebih rendah lagi dibanding pada pengujian pertama.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari pengujian dan menganalisa terhadap prototipe tapping fasa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penyeimbangan arus beban pada sistem 3 fasa dilakukan dengan mendeteksi besarnya daya pada tiap fasa, lalu mengalihkan beban agar mendekati akumulasi beban yang seimbang pada tiap fasanya.
2. Nilai ketidakseimbangan mengalami penurunan setelah dilakukannya tapping fasa dari 100 % menjadi 17,7 %, nilai tersebut masuk kedalam batas toleransi yang ditetapkan oleh standar dari IEEE Std 446 – 1996 yaitu di bawah 20%.

5.2. Saran

Dalam melakukan penelitian terhadap prototipe tapping fasa, maka ada beberapa saran yang perlu diusulkan supaya dilakukan pengembangan kedepan yaitu:

1. Push Botton yang terdapat pada aplikasi Blynk diberikan fitur *interlock*, agar dapat menggunakan beberapa tombol untuk satu kondisi.
2. Dapat menggunakan sensor arus yang lebih baik akurasinya daripada sensor ACS712.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino (2022) *Manual Book Arduino MEGA 2560 Rev3*. Italy. Available at: <https://docs.arduino.cc/static/7054ab603bf68d0cfe8da8d7150c5f61/A000067-datasheet.pdf>.
- Bao, G. and Ke, S. (2019) 'Load Transfer Device for Solving a Three Phase Unbalance Problem Under a Low Voltage Distribution Network', *Energies*, 12(15). doi:10.3390/en12152842.
- Berlianti, R. and Fibriyanti (2020) 'Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Phasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega', *SainETIn*, 5, pp. 17–26.
- Electric, S. (2012) *iEM3100 series / iEM3200 series - Energy Meters - User Manual*. Available at: www.schneider-electric.com/iEM3100series/iEM3200series.
- Engineers, I. of E. and E. (1996) 'IEEE Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications', Revision of Std 1987, pp. 1–320.
- Inc, B. (2020) *Introduction Blynk Apps*. Available at: <https://docs.blynk.cc/> (Accessed: 21 June 2022).
- Khosyi'in, M., Nugroho, A.A. and Yulistiyanto, A. (2019) 'Three-Phase Power Data Logger Using IEM 3255 Schneider Module Based On Internet Of Things(IOT)', *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 5. doi:10.28989/senatik.v5i0.359.
- Nasional, B.S. (2000) 'SNI 03-6196-2000 Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Prosedur Audit Energi Pada Bagunan Gedung', in, pp. 1–14.
- Pangestu, A.D., Ardianto, F. and Alfaresi, B. (2019) 'Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266', *Jurnal Ampere*, 4(1), p. 187. doi:10.31851/ampere.v4i1.2745.
- Setiawan, H. (2020) *Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Penghantar Netral Akibat Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Di Unissula*. Universitas Islam Sultan Agung.
- Spark, C. (2018) 'Datasheet Current Transformer 200/5A'. Available at: <http://www.praguynakorn.com/brand/b30-1/qubix/ca192>.
- STMicroelectronics (2009) *Data Sheet Low power RS-485/RS-422 transceiver*. Available at: www.st.com.

Technology, H. (2008) *User Guide 8 Channel 5V Optical Isolated Relay Module*. Available at: www.handsontec.com.

Technology, S.A. (2015) *ESP-01 WiFi Module*. Available at: <http://www.ai-thinker.com>.

Wicaksana, P. and Manan, S. (2016) *Pemindahan Taping Fasa Untuk Penyeimbangan Beban Pada Jaringan 3 Fasa Dengan Mendeteksi Arus Netral Berbasis Arduino MEGA 2560*. Semarang.

Zebua, O. *et al.* (2016) 'Rancang Bangun Alat Monitoring Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Menengah', *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO*, 5(3). doi:10.20449/jnte.v5i3.325.

