BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem monitoring beban pada gardu distribusi adalah proses otomatis pengumpulan dan perekaman data dari sensor untuk tujuan pengarsipan atau tujuan analisis. Sensor digunakan untuk mengkonversi besaran fisik menjadi sinyal listrik yang dapat diukur secara otomatis dan akhirnya dikirimkan ke komputer atau mikroprosesor untuk pengolahan. Berbagai macam sensor sekarang tersedia. Sebagai contoh, suhu, intensitas cahaya, tingkat suara, sudut rotasi, posisi, kelembaban relatif, pH, oksigen terlarut, pulsa (detak jantung), bernapas, kecepatan angin, dan gerak. Selain itu, banyak peralatan laboratorium dengan output listrik dapat digunakan bersama dengan konektor yang sesuai dengan Sistem Pemantauan Beban. Sistem pemantauan berupa sebuah alat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen didalamnya maupun ekternal sensor dan instrumen. Atau secara singkat Sistem Pemantauan Beban adalah alat untuk melakukan data logging. Biasanya ukuran fisiknya kecil, bertenaga baterai, portabel, dan dilengkapi dengan mikroprosesor, memori internal untuk menyimpan data dan sensor. Beberapa Sistem Pemantauan Beban diantarmukakan dengan komputer dan menggunakan software untuk

mengaktifkan Sistem Pemantauan Beban melihat dan menganalisis data yang terkumpul, sementara yang lain memiliki peralatan antarmuka sendiri (keypad dan LCD) dan dapat digunakan sebagai perangkat yang berdiri sendiri (stand-alone device).

PT. PLN (Persero) adalah perusahaan sekaligus merupakan perusahaan milik negara penyedia listrik umum untuk seluruh masyarakat di Indonesia. Listrik menjadi kebutuhan utama dalam menjalankan aktivitas yang memanfaatkan perkembangan teknologi. Listrik dihasilkan melalui konversi energi thermal dan non-thermal atau fosil dan non-fosil. Listrik yang dihasilkan kemudian dialirkan menuju rumah-rumah pelanggan masyarakat umum, industri dan komersial. Salah satu permasalahan dari pihak PT. PLN (Persero) adalah pendataan beban trafo yang tidak maksimal sehingga beban trafo tidak akurat untuk dijadikan acuan pemasangan baru dan pemeliharaan trafo selain itu juga akan sulit mengetahui beban trafo dalam keadaan seimbang atau tidak karena data yang tidak akurat, PT. PLN (Persero) ULP Makale memiliki bagian Pelayanan Teknik yang bertugas mengukur beban trafo pada saat beban puncak setiap bulannya untuk dijadikan acuan untuk penambahan pelanggan serta pemeliharaan namun terkadang jarak yang jauh serta medan tidak memungkinkan untuk tepat waktu mengambil data pengukuran pada beban puncak, untuk mengatasi masalah ini maka penulis berpikir untuk menmbuat sistem pemantauan beban pada gardu

distribusi guna mempermudah petugas untuk mengukur beban trafo saat beban puncak tanpa harus menempuh jarak yang jauh serta mengefisienkan waktu pengkuran.

Rancang bangun sistem pemantauan beban ini menggunakan mini sistem Arduino UNO sebagai pemoreses data pengukuran yang diperoleh dari sensor arus ACS-712 yang telah terpasang pada Gardu distribusi. Alat ini akan bekerja dengan program yang sudah dibuat berdasarkan prosedur operasional bagian Pelayanan Teknik. Jika arus pada fasa R,S,T dan netral melalu sensor arus maka nilai yang diperoleh akan dikirim kepada mini sistem arduino untuk diproses, kemudian data yang diterima akan dikirim kepada ESP-32 untuk transfer pada server Firebase, pada kondisi tertentu terkadang ada daerah yang jaringannya tidak memungkinkan sehingga digunakan NRF24L01 dengan jarak maksimal 1 km.

Dalam menghasilkan sistem *Sistem Monitoring Beban* beban tiga fasa, maka metode yang digunakan adalah metode prototyping, dimana tahapan-tahapannya diawali dari studi pustaka yang bertujuan untuk mendapatkan referensi yang sesuai dengan penelitian ini. Tahapan selanjutnya adalah tahapan perancangan sistem, dimana pada tahapan ini dilakukan proses perancangan dan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak untuk kebutuhan kerja sistem. Untuk mendapatkan data sehubungan dengan kerja dari sistem yang dibuat, maka dilakukan proses

pengujian sistem melalui program simulasi proteus. Sistem yang terpadu dalam pembuatan simulasi sistem *Sistem Monitoring Beban* beban tiga fasa pada sistem instalasi 3 phasa, menggunakan kontroler Arduino Uno yang berfungsi sebagai pengatur kerja keseluruhan system

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana Perancangan Sistem Monitoring Beban tiga fasa pada gardu distribusi ?
2. Bagaimana proses kerja Sistem Monitoring beban tiga fasa pada gardu distribusi ?
3. Apa keuntungan penggunaan alat terhadap kehidupan masyarakat dan perusahaan ?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk Mengoptimalkan pengukuran beban trafo distribusi.
2. Untuk Mengoptimalkan pemasangan baru pada pelanggan dengan acuan pengukuran beban yang berasal dari sistem pemantauan ini.
3. Untuk Mempermudah petugas yantek untuk melakukan pengukuran beban gardu.

D. Manfaat Penelitian

1. Pengukuran beban trafo distribusi dapat lebih optimal dan efisien
2. Pemasangan baru dapat terlaksana dengan cepat karena data beban trafo yang akurat

3. Waktu pelaksanaan pengukuran beban trafo lebih efisien untuk dilakukan terutama trafo yang jaraknya cukup jauh

E. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian menggunakan metode eksperimen yaitu *One-Group Pretest – Posttest Design,* pada desaign ini terdapat pretest sebelum diberi perlakuan. Dengan demikian hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dari keadaan sebelum diberikan perlakuan.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan laporan akhir studi, manfaat penulisan laporan akhir studi, metode penenlitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori dasar yang mendukung dalam perancangan alat, serta mengenai pengenalan beberapa komponen-komponen dasar elektronika dan fungsinya pada rangkaian.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas mengenai perancangan alat, bahan yang digunakan, langkah-langkah pembuatan alat serta analisa dalam kinerja alat.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang proses pengujian dan hasil pengujian alat serta analisa hasil dari alat yang dibuat meliputi implementasi rancangan peralatan elektronika dan mini system arduino, pemograman, uji coba dan analisis hasil uji.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang simpulan dan saran dari hasil penelitian dan pembahasan

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Dasar Teori

Arus beban yang tidak seimbang disebabkan oleh mendominasinya pelanggan dengan beban satu fasa dibandingkan pelanggan yang menggunakan beban tiga fasa. Sehingga pelanggan dengan beban satu fasa disambungkan ke salah satu fasa yang terdapat dalam sistem tiga fasa. Penggunaan energi listrik pelanggan satu fasa seringkali memiliki jam operasi yang berbeda, akibatnya arus beban yang mengalir di setiap fasa tidak akan sama. Situasi ini menyebabkan adanya arus yang cukup besar mengalir pada fasa netral. Efek lain yang ditimbulkan adalah sudut fasa yang dibentuk tidak lagi 120^o dan membuat arus beban trafo menjadi tidak seimbang. Definisi keadaan seimbang adalah suatu keadaan dimana :

1. Ketiga vektor arus atau tegangan sama besar.
2. Ketiga vektor arus/tegangan membentuk sudut 120^o satu sama lain.
3. Besarnya nilai arus netral adalah 0 ampere. Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang apabila salah satu dari dua syarat tidak terpenuhi atau kedua syarat tidak terpenuhi sama sekali, sehingga terdapat tiga kemungkinan yang menyebabkan situasi beban tidak seimbang seperti:

1. Ketiga vektor sama besar dan tidak membentuk sudut 120^o satu sama lain.

2. Ketiga vektor tidak sama besar dan membentuk sudut 120º satu sama lain.
3. Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120º satu sama lain.
4. Terdapat nilai arus yang mengalir pada kawat netral.

Akibat dari arus beban tidak seimbang hanya mempengaruhi sisi sekunder dari trafo distribusi (fasa-R, fasaS, fasa-T dan fasa-N) dan mengalirnya arus pada fasa netral yang merupakan losses atau rugi daya bagi pihak penyedia listrik. Situasi ini dapat diatasi dengan melakukan switching beban. Penyeimbangan arus beban dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pengukuran awal, pemetaan dan pemindahan saluran pelanggan dan pengukuran akhir. Pengukuran awal dimaksudkan untuk mengetahui kondisi arus yang mengalir pada setiap fasa dan ketidakseimbangan arus beban yang terjadi. Selanjutnya dilakukan pemindahan beban dengan memindahkan saluran pelanggan yang terhubung ke fasa yang memiliki arus beban terbesar menuju fasa dengan arus terkecil. Tahap terakhir dengan mengukur arus pada setiap fasa untuk mengetahui apakah arus beban sudah seimban

1. Sistem Monitoring Beban

Sistem monitoring beban merupakan perangkat alat elektronik yang berfungsi mencatat data dari waktu ke waktu secara continue. Beberapa Sistem Pemantauan Beban menggunakan personal komputer dan software sebagai tempat menyimpan data dan menganalisis data. Data yang disimpan

di harddisk dapat diakses kapanpun kita ingginkan. Hal ini termasuk beberapa perangkat akuisisi data seperti plug-in board atau sistem komunikasi serial yang menggunakan komputer sebagai sistem penyimpanan data real time. Hampir semua pabrikan menganggap sebuah Sistem Pemantauan Beban adalah sebuah perangkat yang berdiri sendiri (*stand alone device*) yang dapat membaca berbagai macam tipe sinyal elektronika dan menyimpan data di dalam memori internal untuk kemudian di-download ke sebuah komputer.

Sistem Pemantauan Beban berbasis PC *(PC-based Sistem Pemantauan Beban)* menggunakan komputer, biasanya PC, untuk mengumpulkan data melalui sensor dalam rangka menganalisis dan menampilkan hasilnya. Sistem Sistem Pemantauan Beban juga dapat menyediakan fitur tambahan seperti perhitungan waktu proses pemantauan alarm dan kontrol. SCADA *(supervisory control and data acquisition)* merupakan evolusi lebih lanjut dari sistem Sistem Pemantauan Beban berbasis komputer, dimana data disajikan dalam bentuk grafis sehingga operator dapat mengawasi percobaan atau proses. Karena fleksibilitas dari Sistem Pemantauan Beban berbasis komputer, mereka sekarang digunakan dalam berbagai aplikasi dan industri. Sistem Sistem Pemantauan Beban memiliki skalabilitas yang tinggi dan setidaknya 8 input hingga ribuan. Peralatan dasar untuk pengukuran berbasis komputer terdiri dari sensor, unit scanner atau pengukuran komputer dan beberapa perangkat lunak aplikasi yang dirancang untuk data logging aplikasi. Biasanya, sensor yang dipasang

ke perangkat sinyal input-output yang pada gilirannya dihubungkan ke komputer menggunakan port standar seperti RS232, Ethernet atau USB. Atau dipasang langsung ke bus komputer. Sebagai tambahan, printer juga berguna untuk membuat grafik cetak atau laporan. Perangkat lunak yang terdapat pada komputer biasanya digunakan untuk mengelola pengumpulan data, display, penyimpanan dan analisis serta transmisi data. Sistem Sistem Pemantauan Beban berbasis komputer dapat sub kategori untuk menjadi baik terpusat atau terdistribusi. Salah satu keuntungan menggunakan Sistem Pemantauan Beban adalah kemampuannya secara otomatis mengumpulkan data setiap 24 jam. Setelah diaktifkan, Sistem Pemantauan Beban digunakan dan ditinggalkan untuk mengukur dan merekam informasi selama periode pemantauan. Hal ini memungkinkan untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang kondisi lingkungan yang dipantau, contohnya seperti suhu udara dan kelembaban relatif.

2. Mini Sistem Arduino

Menurut Andrianto (2016) Arduino adalah suatu perangkat Komputer elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan open-source, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Perangkat ini ditujukan bagi siapapun yang tertarik/memanfaatkan mikrokontroler secara praktis dan mudah. Arduino dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor (cahaya, suhu, inframerah, jarak, tekanan, kelembaban, dan hujan).

Menurut Efendi (2014) Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mini sistem itu sendiri adalah chip atau IC (integrated circuit) yang menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan.

Arduino adalah mikrokontroler singleboard yang dirancang untuk memudahkan penggunanya karena sifatnya yang open-source. Mikrokontroler jenis Atmel AVR adalah mikrokontroler yang digunakan pada arduino. Mikrokontroler AVR menggunakan basis arsitektur AVR RISC (Reduced Intrution Set Computer) mengacu pada arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel tahun 1996.

Adapun kelebihan yang dimiliki adalah :

1. Lintas platform yaitusoftware arduino dapat dijalankan pada sistem operasi windows, macintosh OSX dan Teknologi Elektro, Vol. 16, No1, Januari-April 2017 23 A.M.Putra: Rancang Bangun Penyeimbangan Arus….. p-ISSN:1693 – 2951; e-ISSN: 2503-2372 linux, sementara platform lain umumnya terbatas hanya pada Windows.

2. Sangat mudah dipelajari dan digunakan karena bahasa pemrogramannya masih sama seperti bahasa C.

3. Open source, baik dari sisi hardware maupun softwarenya.

4. Memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board arduino yaitu shield GSM/GPRS, GPS, Ethernet, SD Card dan lain-lain. Arduino Mega 2560 R3 pada dasarnya adalah mikrokontroler yang menggunakan ATMega 2560 sebagai pengolah data. Modul ini memiliki 54 pin input dan output diantaranya 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin input analog, 4 UARTs untuk port serial hardware, crystal oscillator 16 MHz, koneksi USB, input power, ICSP header dan tombol reset. Hal ini sudah termasuk semua yang dibutuhkan untuk mengaktifkan sebuah mikrokontroler seperti menghubungkan ke komputer dengan kabel USB atau dengan sumber yang berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Arduino Mega 2560 R3 dapat digabungkan dengan perangkat atau modul yang di pasangkan pada Arduino Uno, Duemilanover atau Diecimila

Tampilan software Arduino IDE (Intergrated Development Environment) terlihat pada gambar 2 yang digunakan untuk membuat kode program dilengkapi dengan fitur pada toolbar memiliki fungsi yang dapat membantu dalam menghubungkan program dengan mikrokontroler arduino. Program yang dibuat dengan arduino IDE disebut dengan sketches. File sketches yang dibuat selanjutnya akan disimpan dengan menggunakan format .ino. Berbagai fitur yang dapat digunakan dalam membuat kode program seperti copy, paste, cut, searching dan replace text. Sketches yang sudah dibuat akan diperiksa dan menampilkan pesan error saat proses exporting. Pesan error juga memberikan informasi letak dari kesalahan pada sketches. Arduino IDE juga dilengkapi dengan pilihan jenis mikrokontroler

yang digunakan nantinya. Fitur-fitur lainnya seperti verify, upload, new, open, save dan serial monitor memiliki fungsinya masing-masing

1) Verify: Verify berfungsi melakukan pemeriksaan terhadap kode program yang dibuat agar tidak terdapat kesalahan baik secara struktur maupun perintah yang digunakan.

2) Upload:Upload memiliki fungsi untuk mengkompilasi kode program serta mengunduh kode program dari dalam modul mikrokontroler yang digunakan.

3) New:New berfungsi untuk menyediakan lembar kerja baru untuk membuat sketches.

4) Open: Fungsi dari fitur ini untuk membuka file kode program yang sudah pernah dibuat sebelumnya dan tersimpan dengan format .ino.

5) Save: Save digunakan untuk menyimpan kode program atau sketches yang sudah dibuat.

6) Serial monitor: Serial monitor adalah fitur yang digunakan untuk monitoring kode program apakah sudah berfungsi sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 1. Mini Sistem Arduino UNO

3. Sensor Arus

Sensor adalah elemen yang berhubungan dengan proses secara teknis sangat efektif. Suatu komputer dari sensor yang diukur akan dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu. Keluaran tersebut tergantung pada pemograman perintah inputannya. Hasil dari keluaran sensor dapat digunakan dan diprosese kembali oleh bentuk pengukuran yang lain. Sensor bekerja menerima sinyal masukan berupa parameter atau besaran fisik kemudian mengubah masukan tersebut menjadi sinyal.



Gambar 2. Sensor Arus

4. Fire Base

Firebase adalah suatu layanan dari Google untuk memberikan kemudahan bahkan mempermudah para developer aplikasi dalam mengembangkan aplikasinya. Firebase alias BaaS (Backend as a

Service) merupakan solusi yang ditawarkan oleh Google untuk mempercepat pekerjaan developer.

Dengan menggunakan Firebase, apps developer bisa fokus dalam mengembangkan aplikasi tanpa memberikan effort yang besar untuk urusan backend.

Singkat cerita mengenai sejarah dari Firebase didirikan pertama kali pada tahun 2011 oleh Andrew Lee dan James Tamplin. Produk Firebase yang pertama kali adalah Realtime Database. Realtime Database digunakan developer untuk menyimpan data dan synchronize ke banyak user. Kemudian ia berkembang sebagai layanan pengembang aplikasi. Pada bulan Oktober 2014, perusahaan tersebut diakuisisi oleh Google.



Gambar 3. Tampilan Fire Base

5. Esp32 Modul

Merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya

sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (Keduanya)



Gambar 4. Esp32 Modul

6. NRF24L01 Tranceiver dan Receiver

NRF24l01 adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh yang bekerja pada gelombang RF 2,4- 2,5 GHz. Modul NRF24l01 menggunakan Serial Peripheral Interface (SPI) untuk berkomunikasi. Tegangan kerja dari modul ini adalah 5 Vdc. Konsumsi arus pada modul ini sangat rendah, yaitu 9 mA pada power output -6dBm dan 12,3 mA pada Rx mode. NRF24l01 ini memiliki *Ultra Low Power* (ULP) solution, yang memungkinkan bisa bertahan berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun dengan hanya menggunakan baterai AA atau AAA. Modul NRF24l01 ini banyak digunakan dalam wireless mouse, keyboard.

Modul NRF24l01 dapat menggunakan 125 saluran yang berbeda dan bisa menciptakan 125 network pada satu area. Setiap saluran bisa memiliki sampai 6 alamat atau dengan kata lain, satu modul bisa

melakukan komunikasi dengan 6 modul lain dalam waktu bersamaan. Pin yang terdapat pada modul NRF24l01 adalah VCC, GND, CSN, CE, MOSI, MISO, IRQ.

Pin VCC atau pin power pada modul NRF24L01 berfungsi untuk input tegangan sebesar 3,3 V. Pin GND atau disebut pin ground pada modul NRF24L01 berfungsi untuk menghubungkan modul ke ground pada sistem ini. Pin CE atau disebut pin Chip Enable pada modul NRF24L01 berfungsi untuk mengaktifkan komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface). Pin CSN atau disebut pin Chip Select Not pada modul NRF24L01 berfungsi untuk mengaktifkan input high atau mematikan SPI pada keadaan selain high. Pin SCK atau disebut pin Serial Clock pada modul NRF24L01 berfungsi untuk memasukkan input clock pada komunikasi SPI



Gambar 5. NRF24L01

7. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah salah satu penampil yang sangat populer digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan user nya. Dengan penampil LCD 16×2 ini user dapat melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalanya program. Penampil LCD 16×2 ini bisa di hubungkan dengan mikrokontroler apa saja.



Gambar 6. *Liquid Crystal Display* (LCD)

B. Penelitian Terkait

Pada penelitian terdahulu yaitu Sistem Monitoring Keseimbangan Beban 3 – Phasa Berbasis Arduino Uno disimpulkan bahwa sistem monitoring keseimbangan beban 3-phasa dapat mendeteksi dan menginformasikan besarnya arus beban yang terpasang pada masing - masing phasa. Saat sistem terdeteksi dalam keadaan seimbang, dimana besarnya arus yang terdeteksi pada phasa R,S dan T sama besar yaitu sebesar 2 ampere, maka sistem akan menginformasikan melalui tampilan LCD bahwa sistem dalam keadaan seimbang. Jika sistem mendeteksi terjadinya ketidakseimbangan beban antar phasa, dimana besarnya arus yang terdeteksi pada phasa R = 1 ampere, phasa S = 3 ampere dan pada

phasa T = 2 ampere, maka secara otomatis sistem akan mengaktifkan Buzzer sebagai indikasi terjadinya ketidakseimbangan beban, serta informasi besarnya arus yang terdeteksi pada masing -masing phasa melalui tampilan LCD .

Adapun hasil penelitian sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Penelitian Terkait

Arus Beban Antar Phasa (Ampere)			Nilai Konversi Data Pembacaan Arus Antar Phasa			Hasil Monitoring
R	S	T	R	S	T	
2	2	2	594	594	594	Beban Seimbang
1	2	3	553	594	635	Beban Tidak Seimbang
2	3	1	594	635	553	Beban Tidak Seimbang
3	1	2	635	553	594	Beban TIdak Seimbang

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian menggunakan metode eksperimen yaitu *One-Group Pretest – Posttest Design*, pada desaign ini terdapat pretest sebelum diberi perlakuan. Dengan demikian hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dari keadaan sebelum diberikan perlakuan.

Penerapan metode ini pada kondisi dimana keadaan sebelum ada penambahan beban kondisi sistem tiga fasa masih kondisi seimbang kemudian akan dibandingkan dengan kondisi setelah proses pengalihan beban pada fasa yang berlebih ke fasa yang memiliki beban lebih ringan atau rendah.

B. Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian adalah tempat dimana penelitian ini dilakukan. Penelitian ini dilakukan di rumah pribadi Kab Makale Tana Toraja Sulawesi Selatan sedangkan waktu penelitian ini dimulai dari bulan Juli hingga Agustus 2023, dimulai dari melakukan pengamatan terhadap proses yang berjalan dan menganalisa masalah yang terjadi.

Tabel 2. Matriks Lokasi dan Waktu

No	Uraian kegiatan	BULAN 2022	
		JUL	AUG
1	Studi Literatur		
2	Perancangan Alat		
3	Pengadaan Alat & Komponen		
4	Perakitan Alat		
5	Penentuan Parameter Pengujian		
6	Pengujian Untuk kerja		
7	Analisa Hasil Pengujian		

C. Alat dan Bahan

Tabel 3. Alat dan Bahan

No	Alat dan bahan	Jumlah
1	Arduino UNO	1 Set
2	Sensor Arus	4 Set
3	Esp 32	1 Set
4	NRF24L01	2 Set
5	Kabel Jumper	
6	Laptop	1 Unit
7	Program Arduino	1 Aplikasi
8	Fire Base	1 Unit
9	Gardu Distribusi	1 Unit

D. Rancangan Penelitian

Pada dasarnya alat yang dibuat dalam tugas akhir ini Penyeimbangan beban Pada Sistemn Tiga Fasa terdiri dari 2 (dua) unsur

utama yakni perangkat keras dan perangkat lunak, sehingga rancangan sistemnya terdiri dari rancangan perangkat keras dan rancangan perangkat lunak

1. Rancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dimaksud berupa rangkaian mini system arduino uno dengan sensor arus sebagai input Mini system Arduino Uno

Menurut Andrianto (2016) Arduino adalah suatu perangkat Komputer elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan open-source, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Perangkat ini ditujukan bagi siapapun yang tertarik/memanfaatkan mikrokontroler secara praktis dan mudah. Arduino dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor (cahaya, suhu, inframerah, jarak, tekanan, kelembaban, dan hujan).

a. Sensor Arus *PZEM004T* 100 A

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus lirstik AC atau DC pada penghantar dan menghasilkan sinyal input sebanding dengan itu sinyal dihasilkan bias berupa analog atau digital

b. Esp 32

Merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung

langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (Keduanya)

c. NRF24L01

NRF24l01 adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh yang bekerja pada gelombang RF 2,4- 2,5 GHz. Modul NRF24l01 menggunakan Serial Peripheral Interface (SPI) untuk berkomunikasi. Tegangan kerja dari modul ini adalah 5 Vdc. Konsumsi arus pada modul ini sangat rendah, yaitu 9 mA pada power output -6dBm dan 12,3 mA pada Rx mode.

***d. Liquid Crystal Display* (LCD)**

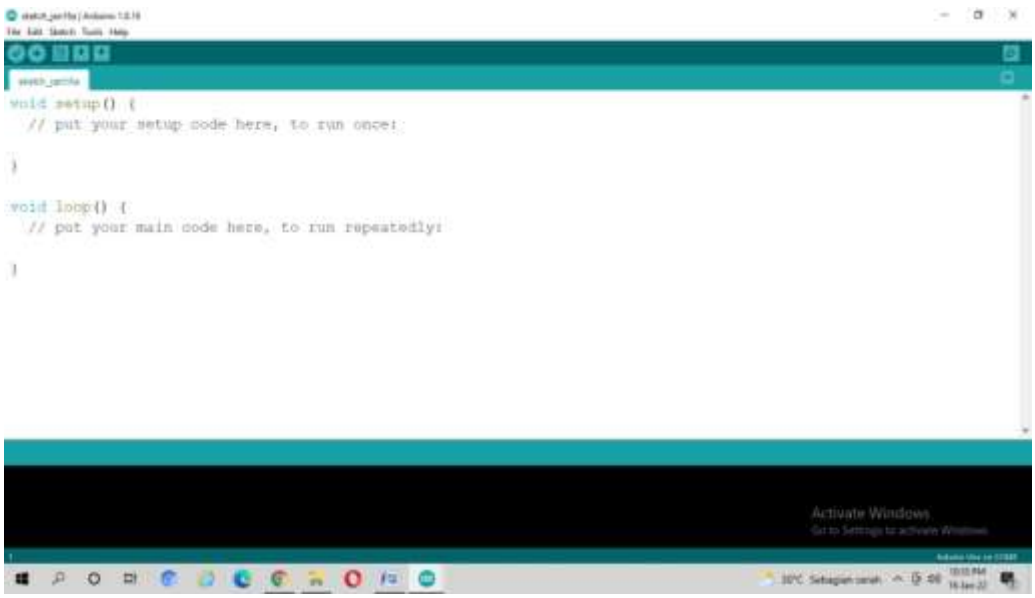
Liquid Crystal Display (LCD) adalah salah satu penampil yang sangat populer digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan user nya. Dengan penampil LCD 16×2 ini user dapat melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalanya program. Penampil LCD 16×2 ini bisa di hubungkan dengan mikrokontroler apa saja

2. Rancangan Perangkat Lunak

a. Pemograman Minisistem Arduino Uno

Untuk membangun sistem kendali jemuran otomatis ini juga diperlukan pendukung perangkat lunak yang bertujuan untuk mendukung kerja perangkat keras. Beberapa perangkat lunak tersebut sebagai berikut: Aplikasi Arduino IDE 1.8.16 merupakan

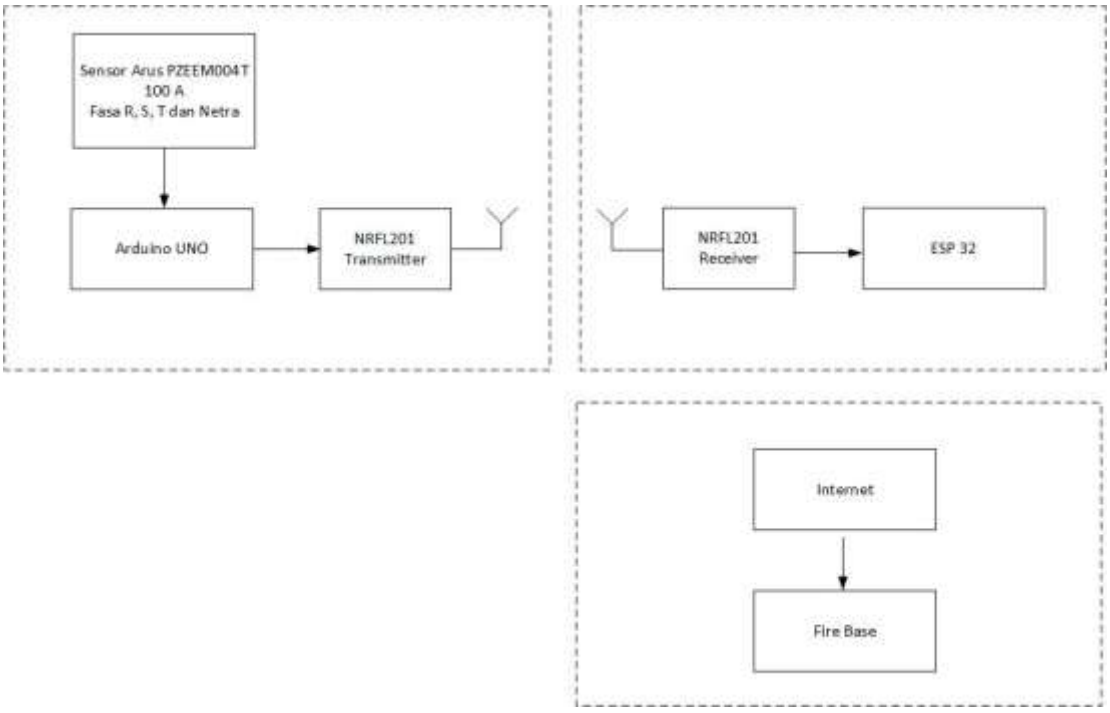
software yang digunakan untuk menjalakan dan membaca Bahasa pemograman pada Arduino dengan menggunakan Bahasa C



Gambar 7. Program Arduino IDE 1.8.16

b. Fire Base

Firebase adalah suatu layanan dari Google untuk memberikan kemudahan bahkan mempermudah para developer aplikasi dalam mengembangkan aplikasinya. dalam system ini fire base digunakan untuk menampilkan



Gambar 8. Skema Bangun Mini Sistem Sistem Pemantauan Beban Beban 3 Fasa

Sumber tegangan yang digunakan adalah 231 V / 380 V yang akan melalui sensor arus yang terpasang pada masing-masing fasa yaitu R,S,T dan Netral kemudian data yang dibaca oleh sensor arus akan diterima dan diproses oleh Arduino, data yang terima kemudian diteruskan ke Modul ESP 32 untuk ditransfer kepada android dan ditampilkan pada Fire Base dalam kondisi tertentu digunakan NRF24L01 untuk jarak yang jauh dan tidak terjangkau jaringan maksimal jaraknya adalah 1 Km.

E. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah Observasi Terstruktur, Observasi ini telah dirancang secara sistematis tentang apa yang akan diamati, kapan, dan di

mana tempat pelaksanaannya. Pada penelitian ini telah ditentukan sebelumnya apa yang akan diamati dan lokasinya yaitu penyeimbangan beban pada sistem tiga fasa yang berlokasi di Makale, Tana Toraja Sulawesi Selatan. Dan perancangan alat juga sudah jelas apa-apa saja yang akan digunakan seperti Mini Sistem Arduino Uno, Sensor Arus, ESP32 dan *Fire Base*

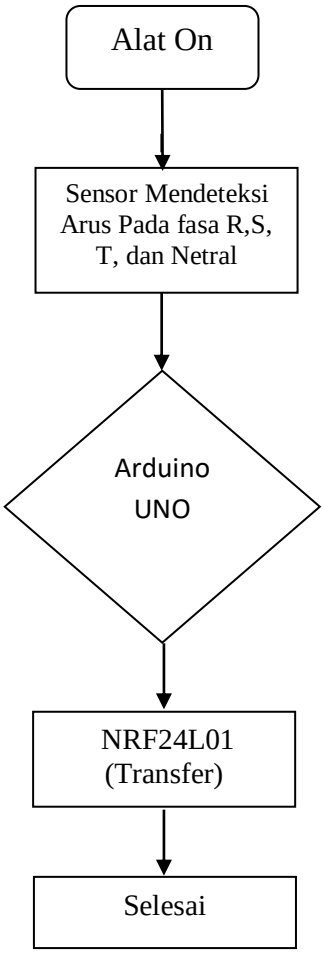
F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah Statistik Deskriptif, teknik ini digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendiskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul berupa penyajian data melalui table, grafik, diagram, perhitungan dan lain-lain, dalam statistic deskriptif juga dapat dilakukan untuk mencari kuatnya hubungan antara variabel melalui analisis korelasi, melakukan prediksi dengan analisa korelasi, regresi atau membandingkan data-data sampel atau populasi.

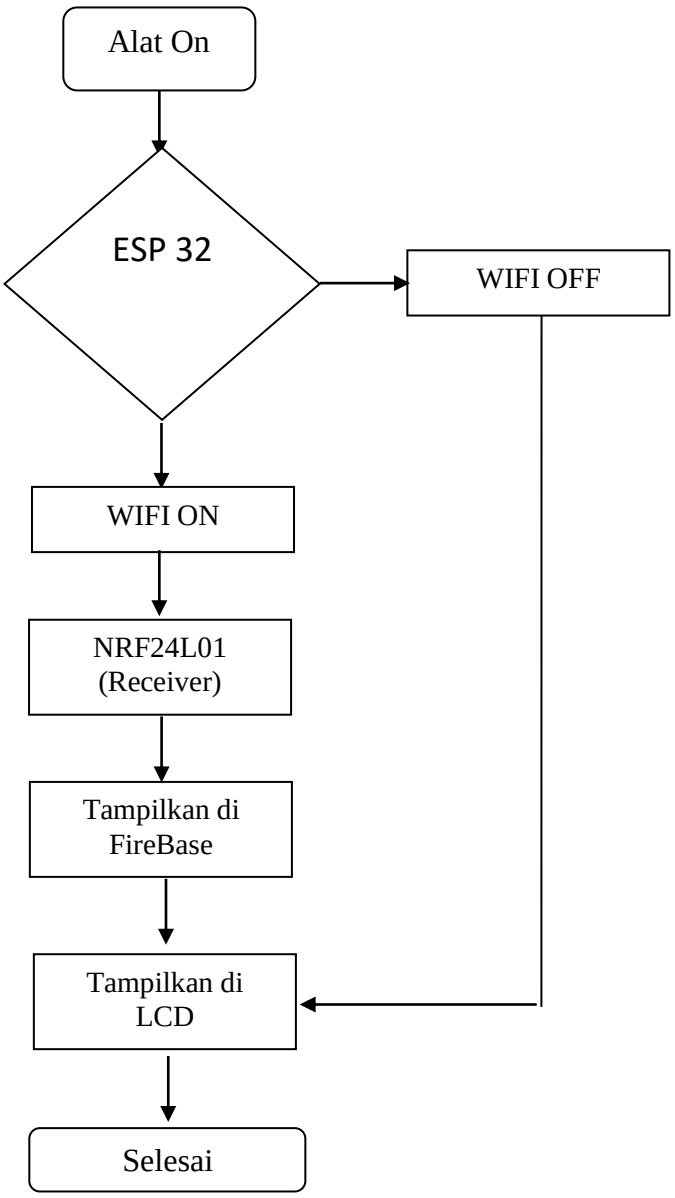
G. Diagram Alir

Flowchart adalah merupakan aliran proses dan hubungan dari suatu proses dengan proses lain dalam suatu program. Flowchart digunakan untuk menjelaskan alur program yang dibuat agar siapa saja dapat memahami proses dari alat tersebut.

- *Flowchart Transmitter*



- *Flowchart Receiver*



Gambar 9. Flowchart Mini Sistem Sistem Pemantauan Beban Beban 3 fasa

BAB IV

HASIL & PEMBAHASAN

A. Perancangan Perangkat Keras

Ada dua Perangkat dalam perancangan perangkat keras **(***Hardware***)** ini, yakni Arduino UNO sebagai *Transmitter* dan ESP32 Sebagai *Receiver.*

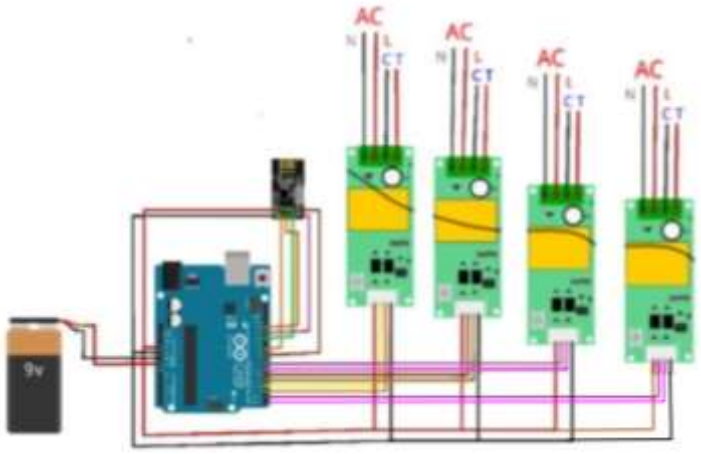
1. Transmitter (Arduino UNO)

Pemancar-penerima atau transiver adalah sebuah perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menghubungkan sebuah komputer ke sebuah jejaring dengan teknologi pemancaran pita basis sehingga komputer tersebut dapat memancarkan dan menerima sinyal di dalam jaringan tersebut, Perangkat *Tranceiver* ini merupakan salah satu bagian dari sistem monitoring beban tiga fasa pada gardu distribusi yang sudah dirancang, salah satu fungsi utama dari perangkat ini yaitu sebagai pembaca arus dan tegangan melalui sensor arus *PZEM004T* yang dipasang pada penghantar fasa R,S,T dan Netral,. Yang kemudian arus dan tegangan yang telah terbaca akan dikirim oleh NRF24L sebagai perantara menuju ke ESP32 sebagai perangkat *Receiver.*

Dalam perangkaian *Transmitter* dimulai dari *mikrokontroler* Arduino UNO sebagai *mikrokontroler*, yang mempunyai input tegangan sebesar 5 V DC, maka dari itu pada perangkat ini dilengkapi dengan

modul power supply $\pm$ 5V yang dihubungkan dengan pin VCC +5V Arduino UNO dan pin GND.

Kemudian untuk sensor Arus *PZEM004T* masing-masing dihubungkan dengan dengan Pin 2,3 Untuk Fasa R, untuk Fasa S, pin 4,5, Fasa T dan Pin 6,7 dan untuk Netral Pin 16,17 dengan format (Rx,Tx) , Setelah itu sebagai media komunikasi Arduino UNO dihubungkan dengan modul NRF24L, pin yang dihubungkan yakni pin CSN dengan pin D9, Pin CE dengan D8, pin SLCK D13, Mosi dengan pin D11 serta Miso dengan Pin D12 pada Arduino UNO, kemudian untuk tegangan input dan grounding di gabungkan dengan modul power supply sesuai dengan inputanya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:





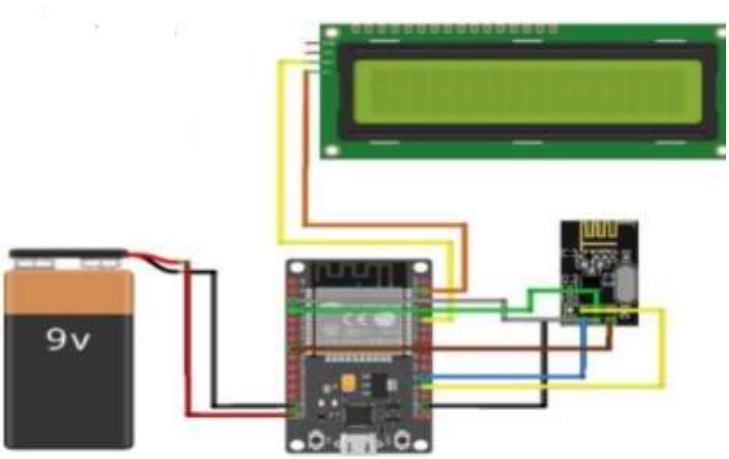
Gambar.4.1 Rangkaian *Tranmitter*

2. *Receiver* (ESP32)

Pemancar-penerima atau *receiver* adalah sebuah perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menghubungkan dan sebagai penerima data dari sebuah komputer ke sebuah jejaring dengan teknologi pemancaran pita basis sehingga komputer tersebut dapat memancarkan dan menerima sinyal di dalam jaringan tersebut, Perangkat *Recceiver* ini merupakan salah satu bagian dari sistem monitoring beban tiga fasa pada gardu distribusi yang sudah dirancang, salah satu fungsi utama dari perangkat ini yaitu sebagai penerima data arus dan tegangan yang telah dibaca sensor arus *PZEM004T* yang dipasang pada penghantar fasa R,S,T dan Netral melalui NRF24L yang terpasang pada ESP32,. Yang kemudian arus dan tegangan yang telah diterima oleh NRF24L akan dikirim ke *WEBFIRE* melalui ESP32 yang telah terkoneksi dengan internet

Dalam perangkaian *Receiver* dimulai dari *mikrokontroler* ESP32 sebagai *mikrokontroler*, yang mempunyai input tegangan sebesar 5 V DC,

maka dari itu pada perangkat ini dilengkapi dengan modul power supply $\pm$ 5V yang dihubungkan dengan pin VCC +5V ESP23 dan pin GND. pada sisi NRF24L Pin CSN dihubungkan dengan pin 5 pada ESP32 kemudian pin CE dihubungkan dengan pin 4 Dan untuk tampilan monitoring digunal LCD yang terhubung pada pin 2 ESP32. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar.4.2 Rangkaian *Receiver*

B. Perancangan Perangkat Lunak

1. Program Transmitter

Untuk program *Transmitter* sebagai pembaca nilai arus dan pengirim ke *Receiver* digunakan program sebagai berikut :

```
    LGT8F Pin     Module nRF24L01
    GND       ->   GND
    D8        ->   CE
    D9        ->   CSN
    D13       ->   SLCK
    D11       ->   MOSI
    D12       ->   MISO
*/

#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>
#include <PZEM004Tv30.h>

PZEM004Tv30 pzem_N(16,17); //A2(RX) & A3(TX)
PZEM004Tv30 pzem_R(2,3);
PZEM004Tv30 pzem_S(4,5);
PZEM004Tv30 pzem_T(6,7);

RF24 myRadio(8,9); // nRF24L01 (8=>CE,9=>CSN)
byte alamat[6] = "A";

struct dataTX {  //Data to send
  float arus_N;
  float arus_R; float teg_R;
  float arus_S; float teg_S;
  float arus_T; float teg_T;
  bool TXP;
};
dataTX data;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(10, INPUT_PULLUP);
  myRadio.begin();  // Start the Radio
  //setPALevel : MIN or LOW, MAX or HIGH
  //Set MIN if Close together
  if(digitalRead(10)) {data.TXP=0;  myRadio.setPALevel(RF24_PA_MIN); }
  else {data.TXP=1;  myRadio.setPALevel(RF24_PA_MAX); }
  myRadio.setDataRate(RF24_2MBPS); // High speed
  myRadio.setChannel(90);
  myRadio.openWritingPipe(alamat); // Open data pipes
  myRadio.stopListening();  // Stop listening
}

void loop() {
  data.arus_N = pzem_N.current();
  data.arus_R = pzem_R.current();
  data.teg_R  = pzem_R.voltage();
  data.arus_S = pzem_S.current();
  data.teg_S  = pzem_S.voltage();
  data.arus_T = pzem_T.current();
  data.teg_T  = pzem_T.voltage();

  if(isnan(data.arus_N)) data.arus_N =0.;
  if(isnan(data.arus_R)) {data.arus_R =0.; data.teg_R =0.; }
  if(isnan(data.arus_S)) {data.arus_S =0.; data.teg_S =0.; }
```

```
  if(isnan(data.arus_T)) {data.arus_T =0.; data.teg_T =0.; }

  Serial.println("Arus_N : " + String(data.arus_N,3)+ " A");
  Serial.println("Teg_R  : " + String(data.teg_R,0) + " V");
  Serial.println("Arus_R : " + String(data.arus_R,3)+ " A");
  Serial.println("Teg_S  : " + String(data.teg_S,0) + " V");
  Serial.println("Arus_S : " + String(data.arus_S,3)+ " A");
  Serial.println("Teg_T  : " + String(data.teg_T,0) + " V");
  Serial.println("Arus_T : " + String(data.arus_T,3)+ " A");
  Serial.println(data.TXP==0? "TXP Minimum":"TXP Maximum");
  Serial.println();

  myRadio.write(&data, sizeof(dataTX));
  delay(2000);

}
```

2. Program *Receiver*

```
/*
          |  ESP32
  SDA     |  GPIO 21
  SCL     |  GPIO 22
  CE      |  GPIO 4
  CSN     |  GPIO 5
  SCK     |  GPOI 18
  MOSI    |  GPIO 23
  MISO    |  GPIO 19
*/

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <FirebaseESP32.h>

#define FIREBASE_HOST "https://monitoring-gardu-induk-default-rtdb.firebaseio.com/"
#define FIREBASE_AUTH "y218QlWVj06pNt3pfWmbw3golizthMaZa9qBaRUo"

#include <SPI.h>
#include <RF24.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <ESP32Ping.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

#define ssid "PLN MAKALE"
#define password "620.Dist"

#define CE  4
```

```
#define CSN 5
#define LED 2

RF24 myRadio(CE,CSN);
byte alamat[6] = "A";
float IN,IR,IS,IT,VR,VS,VT;
float INb=0.0,IRb=0.0,ISb=0.0,ITb=0.0;
float VRb=0.0,VSb=0.0,VTb=0.0;
String INs,IRs, ISs, ITs, VRs, VSs, VTs, PW;
int hit=0;
bool modulTX, adaData;
const unsigned long timeOut = 5000;
unsigned long timeTX;

struct dataRX {
  float arus_N;
  float arus_R; float teg_R;
  float arus_S; float teg_S;
  float arus_T; float teg_T;
  bool TXP;
};
dataRX data;

//Define FirebaseESP32 data object
FirebaseData firebaseData;
FirebaseJson json;
```

```
void setup(void) {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(12, INPUT_PULLUP);
  myRadio.begin();  // Start the Radio
  myRadio.setPALevel(RF24_PA_MIN); // Close together so low power
  myRadio.setDataRate(RF24_2MBPS); // High speed
  myRadio.setChannel(90);
  myRadio.openReadingPipe(1, alamat);
  myRadio.startListening(); //This sets the module as receiver

  lcd.begin();  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0); lcd.print(" SISTEM MONITORING ");
  lcd.setCursor(0,1); lcd.print(" EKLESIA ANGGARA T ");
  lcd.setCursor(0,2); lcd.print("   NIM:218180054   ");

  checkWiFiConnection();
  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
  Firebase.reconnectWiFi(true);
  Firebase.setReadTimeout(firebaseData, 1000 * 60);
  Firebase.setwriteSizeLimit(firebaseData, "tiny");
  delay(3000);
  lcd.setCursor(0,0); lcd.print("IN: 0.00 A          ");
  lcd.setCursor(0,1); lcd.print("IR: 0.00 A VR:   0 V");
  lcd.setCursor(0,2); lcd.print("IS: 0.00 A VS:   0 V");
  lcd.setCursor(0,3); lcd.print("IT: 0.00 A VT:   0 V");
}
```

```
void loop() {
  if(!digitalRead(12)){
      if(modulTX) lcdReset();
      else { timeTX=millis();
             lcd.backlight(); lcd.display();
             takAdaData();
           }
  }

  if(!modulTX && adaData) {modulTX=1; lcdReset();}
  if(terimaData()){
     adaData=1;
     IN=data.arus_N;
     IR=data.arus_R; VR=data.teg_R;
     IS=data.arus_S; VS=data.teg_S;
     data.arus_T>0.0? IT=data.arus_T+0.003:IT=0.0;
     VT=data.teg_T;
     data.TXP==1 ? PW="MIN":PW="MAX";

     Serial.println("Data Terima: ");
     Serial.println("IN = "+String(IN,3)+" Amp");
     Serial.println("IR = "+String(data.arus_R,3)+" Amp");
     Serial.println("VR = "+String(VR,0)+" Volt");
     Serial.println("IS = "+String(data.arus_S,3)+" Amp");
     Serial.println("VS = "+String(VS,0)+" Volt");
     Serial.println("IT = "+String(data.arus_T,3)+" Amp");
     Serial.println("VT = "+String(VT,0)+" Volt");
     Serial.println(data.TXP==1? "TXPower MIN":"TXPower MAX");
     Serial.println();
```

```
     checkWiFiConnection();
     firebase_sendData();

     if(hit<50) hit++;
     else { lcd.noBacklight(); lcd.noDisplay(); }
     keLCD();
     timeTX=millis();
  }

  if(millis()-timeTX >=timeOut) {
     modulTX=0; adaData=0;
     takAdaData();
     if(millis()-timeTX >= 2*timeOut) {
        lcd.noBacklight(); lcd.noDisplay();
     }
  }
}

int terimaData(){
  if(myRadio.available()) {
     myRadio.read(&data, sizeof(dataRX));
     return 1;
    }
   return 0;
}
```

```
void checkWiFiConnection() {
  if(WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.println("Not connected to WiFi, trying to connect...");
    WiFi.begin(ssid, password);
    unsigned long start = millis();
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
      if(millis()-start >= timeOut) {
         Serial.println("\nTimeout reached, skipping WiFi connection");
         Serial.println("Mode Offline");
         break;
      }
      Serial.print(".");
      digitalWrite(LED, HIGH); delay(500);
      digitalWrite(LED, LOW); delay(500);
    }

    if(WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
      Serial.println("\nConnection Successfully");
      lcd.setCursor(0,3); lcd.print("  Wifi Terkoneksi  ");
      digitalWrite(LED, HIGH);
    } else {
      Serial.println("Failed to connect to WiFi");
      lcd.setCursor(0,3); lcd.print("Wifi Tidak Koneksi ");
      digitalWrite(LED, LOW);
    }
  }
```

```
void firebase_sendData() {
  INs=String(IN,2);
  IRs=String(IR,2); VRs=String(VR,0);
  ISs=String(IS,2); VSs=String(VS,0);
  ITs=String(IT,2); VTs=String(VT,0);

  json.set("/arus_N", INs);
  json.set("/arus_R", IRs);
  json.set("/teg_R",  VRs);
  json.set("/arus_S", ISs);
  json.set("/teg_S",  VSs);
  json.set("/arus_T", ITs);
  json.set("/teg_T",  VTs);
  json.set("/power",  PW);
  Firebase.updateNode(firebaseData,"/Sensor_Arus",json);
}

void keLCD() {
   if(IN!=INb) { INb=IN;
      lcd.setCursor(4,0); lcd.print("   ");
      lcd.setCursor(4,0);
      IN<10.0? lcd.print(IN):lcd.print(IN,1);
      lcd.setCursor(13,0);
      lcd.print(data.TXP==1? "TXP MIN":"TXP MAX"); }
   if(IR!=IRb) { IRb=IR;
      lcd.setCursor(4,1); lcd.print("   ");
      lcd.setCursor(4,1);
      IR<10.0? lcd.print(IR):lcd.print(IR,1); }
   if(VR!=VRb) { VRb=VR;
```

```
      IR<10.0? lcd.print(IR):lcd.print(IR,1); }
   if(VR!=VRb) { VRb=VR;
      lcd.setCursor(15,1); lcd.print("   ");
      VR<10.0? lcd.setCursor(17,1):lcd.setCursor(15,1);
      lcd.print(VR,0); }
   if(IS!=ISb) { ISb=IS;
      lcd.setCursor(4,2); lcd.print("   ");
      lcd.setCursor(4,2);
      IS<10.0? lcd.print(IS):lcd.print(IS,1); }
   if(VS!=VSb) { VSb=VS;
      lcd.setCursor(15,2); lcd.print("   ");
      VS<10.0? lcd.setCursor(17,2):lcd.setCursor(15,2);
      lcd.print(VS,0); }
   if(IT!=ITb) {
      ITb=IT;
      lcd.setCursor(4,3); lcd.print("   ");
      lcd.setCursor(4,3);
      IT<10.0? lcd.print(IT):lcd.print(IT,1); }
   if(VT!=VTb) {
      VTb=VT;
      lcd.setCursor(15,3); lcd.print("   ");
      VT<10.0? lcd.setCursor(17,3):lcd.setCursor(15,3);
      lcd.print(VT,0); }
}

void lcdReset() {
   hit=0;
   lcd.setCursor(0,0); lcd.print("IN:      A          ");
   lcd.setCursor(0,1); lcd.print("IR:      A VR:     V");
```

```
   lcd.setCursor(0,2); lcd.print("IS:      A VS:     V");
   lcd.setCursor(0,3); lcd.print("IT:      A VT:     V");
   lcd.backlight(); lcd.display();

   lcd.setCursor(4,0);
   IN<10.0? lcd.print(IN):lcd.print(IN,1);
   lcd.setCursor(13,0);
   lcd.print(data.TXP==1? "TXP MIN":"TXP MAX");
   lcd.setCursor(4,1);
   IR<10.0? lcd.print(IR):lcd.print(IR,1);
   VR<10.0? lcd.setCursor(17,1):lcd.setCursor(15,1);
   lcd.print(VR,0);
   lcd.setCursor(4,2);
   IS<10.0? lcd.print(IS):lcd.print(IS,1);
   VS<10.0? lcd.setCursor(17,2):lcd.setCursor(15,2);
   lcd.print(VS,0);
   lcd.setCursor(4,3);
   IT<10.0? lcd.print(IT):lcd.print(IT,1);
   VT<10.0? lcd.setCursor(17,3):lcd.setCursor(15,3);
   lcd.print(VT,0);
}

void takAdaData(){
     lcd.setCursor(0,0); lcd.print("                    ");
     lcd.setCursor(0,1); lcd.print("   Tidak Ada Data   ");
     lcd.setCursor(0,2); lcd.print(" Cek Modul Pengirim ");
     lcd.setCursor(0,3); lcd.print("                    ");
     Serial.println("Modul Pengirim tidak Aktif !");
}
```

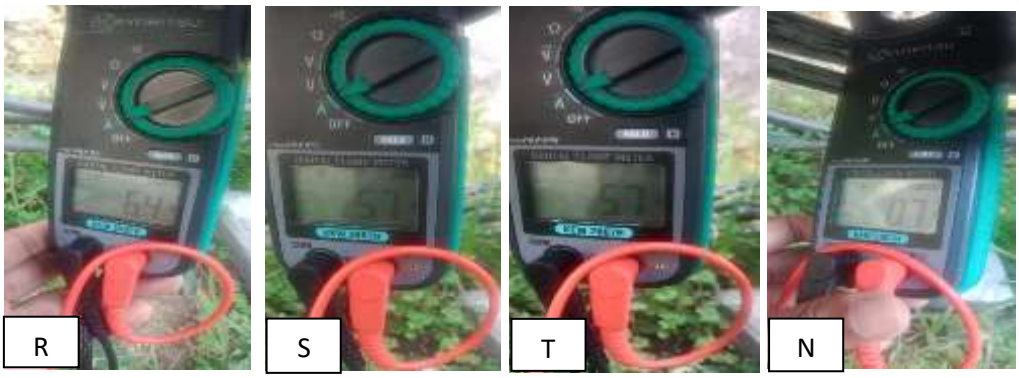
3. Pengujian Perangkat

a. Pengujian Sensor Arus *PZEM004T*

Pada pengujian sensor arus AC dan Tegangan dengan cara mengukur arus yang mengalir pada beban R,S,T,N serta tegangan pada Fasa R,S,T kemudian dibantu dengan alat ukur clam meter tahap ini untuk mengetahui apakah sensor arus yang digunakan dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 4.3 Pemasangan Sensor dan Tampilan Arus pada LCD



Gambar 4.4 Pengukuran Arus pada Gardu dengan Calm Meter

Pengujian dilakukan selama 1 Jam dimana setiap 10 menit diambil sampel hasil pengukuran arus atau beban pada gardu sebagai berikut :

Tabel 4.1 Pengujian Arus pada Sensor *PZEM004T*

NO	Waktu (Menit)	Calm Meter (A)				Sensor *PZEM004T* (A)				Perstase Error (%)			
		R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N
1	10	6,4	5,7	5,7	0,7	5,9	5,7	4,6	0,6	7,6	0	19,2	14,2
2	20	6,3	5,8	5,7	0,7	5,8	5,7	4,8	0,6	0,7	1,7	15	14
3	30	6,4	5,8	5,6	0,7	5,8	5,6	4,7	0,7	9,3	3	16	0
4	40	6,3	5,7	5,7	0,7	5,8	5,7	5,7	0,7	7,6	0	0	0
5	50	6,5	5,7	5,7	0,8	5,9	5,7	5,7	0,8	0	0	0	0
6	60	6,4	5,8	5,9	0,8	6,4	5,8	5,9	0,8	0	0	0	0
Rata-rata Error %										**4,2**	**0,7**	**8,3**	**4,7**

Berdasarkan tabel diatas, perhitungan persentase error dan presentase rata – rata error didapat pada persamaan berikut ini :

$$Error(\%)=\frac{(V\ Input-Voutput)}{V\ Input}\ x\ 100\% \quad \text{.....(1)}$$

$$Rata-rata\ Error(\%)=\frac{Jumlah\ Nilai\ Error}{Banyaknya\ Error\ yang\ Terjadi} \quad \text{.....(2)}$$

1. Pengambilan Data Menit Ke-10

- $Error\ Fasa\ R\ (\%)=\frac{(6,4-5,9)}{6,4}\ x\ 100\% = 7,6\ \%$
- $Error\ Fasa\ S(\%)=\frac{(5,7-5,7)}{5,7}\ x\ 100\% = 0\ \%$
- $Error\ Fasa\ T\ (\%)=\frac{(5,7-4,6)}{5,7}\ x\ 100\% = 19,2\ \%$
- $Error\ Netral\ (\%)=\frac{(0,7-0,6)}{0,7}\ x\ 100\% = 14,2\ \%$

2. Pengambilan Data Menit Ke-20

- *Error Fasa R (%)=*$\frac{(6,3-5,8)}{6,3}$ *x 100% = 0,7 %*
- *Error Fasa S(%)=*$\frac{(5,8-5,7)}{5,8}$ *x 100% = 1,72 %*
- *Error Fasa T (%)=*$\frac{(5,7-4,8)}{5,7}$ *x 100% = 15 %*
- *Error Netral (%)=*$\frac{(0,7-0,6)}{0,7}$ *x 100% = 14 %*

3. Pengambilan Data Menit Ke-30

- *Error Fasa R (%)=*$\frac{(6,4-5,8)}{6,4}$ *x 100% = 9,3 %*
- *Error Fasa S(%)=*$\frac{(5,8-5,6)}{5,8}$ *x 100% = 3, %*
- *Error Fasa T (%)=*$\frac{(5,6-4,7)}{5,6}$ *x 100% =16 %*
- *Error Netral (%)=*$\frac{(0,7-0,7)}{0,7}$ *x 100% = 0 %*

4. Pengambilan Data Menit Ke-40

- *Error Fasa R (%)=*$\frac{(6,3-5,8)}{6,3}$ *x 100% =7,6 %*
- *Error Fasa S(%)=*$\frac{(5,7-5,7)}{5,7}$ *x 100% = 0 %*
- *Error Fasa T (%)=*$\frac{(5,7-5,7)}{5,7}$ *x 100% = 0 %*
- *Error Netral (%)=*$\frac{(0,7-0,7)}{0,7}$ *x 100% =0 %*

5. Pengambilan Data Menit Ke-50

- *Error Fasa R (%)=*$\frac{(6,5-5,9)}{6,5}$ *x 100% =7,6 %*
- *Error Fasa S(%)=*$\frac{(5,7-5,7)}{5,7}$ *x 100% = 0 %*

- *Error Fasa T (%)*=$\frac{(5,7-5,7)}{5,7}$ *x 100% = 0 %*
- *Error Netral (%)*=$\frac{(0,8-0,8)}{0,8}$ *x 100% =0 %*

6. Pengambilan Data Menit Ke-60

- *Error Fasa R (%)*=$\frac{(6,4-6,4)}{6,4}$ *x 100% =0 %*
- *Error Fasa S(%)*=$\frac{(5,8-5,8)}{5,8}$ *x 100% = 0 %*
- *Error Fasa T (%)*=$\frac{(4,9-4,9)}{4,9}$ *x 100% = 0 %*
- *Error Netral (%)*=$\frac{(0,7-0,7)}{0,7}$ *x 100% =0 %*

Dari pengujian diatas didapatkan hasil error minimum yakni 0%, error maksimum sebesar 19,2% dan rata – rata error untuk Fasa R sebesar 4,2%, Fasa S sebesar 0,7%, Fasa T Sebesar 8,3%, dan Fasa N Sebesar 4,7%. Error relatif Kecil , salah satu faktornya adalah rasio arus pada sensor dan tampilan di LCD adalah pembulatan dua angka di belakang koma, sedangkan tampilan yang diclam meter tiga angka dibelakang koma. Dari kemampuan mengukur arus, sensor tersebut layak untuk di gunakan guna melakukan penelitian yang lebih lanjut.

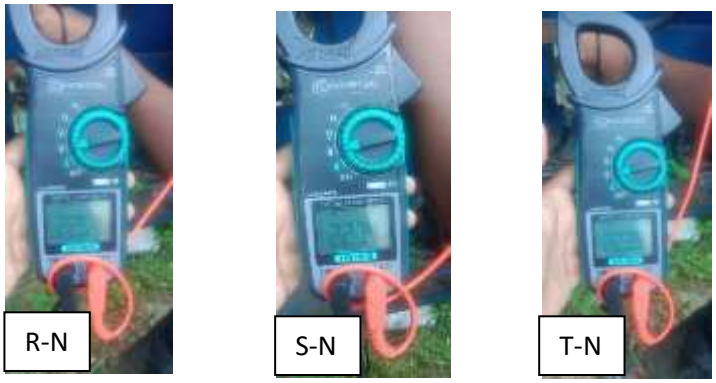
b. Pengujian Sensor Tegangan *PZEM004T*

Pada pengujian sensor Tegangan dengan cara mengukur tegangan yang pada fasa R,S,T,N serta tegangan pada Fasa R,S,T kemudian dibantu dengan alat ukur clam meter tahap ini untuk mengetahui apakah sensor arus yang digunakan dapat berfungsi

dengan baik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.5 Pemasangan Sensor dan Tampilan tegangan pada LCD



Gambar 4.6 Pengkuran tegangan pada Gardu menggunakan Calm Meter

Pengujian dilakukan selama 1 Jam dimana setiap 10 menit diambil sampel hasil pengukuran tegangan pada gardu sebagai berikut :

Tabel 4.2 Pengujian tegangan pada Sensor *PZEM004T*

NO	Waktu (Menit)	Calm Meter (V)			Sensor *PZEM004T* (V)			Persentase Error (%)		
		R-N	S-N	T-N	R-N	S-N	T-N	R-N	S-N	T-N
1	10	225	227	223	224	224	224	0,4	1,3	0,4
2	20	225	227	223	224	224	224	0,4	1,3	0,4
3	30	225	226	223	224	224	224	0,4	1,3	0,4
4	40	225	224	223	224	224	224	0,4	0	0,4
5	50	225	224	224	224	224	224	0,4	0	0
6	60	225	224	224	224	224	224	0,4	0	0
Rata-rata Error %								**0,4**	**0,6**	**0,2**

Berdasarkan tabel diatas, perhitungan persentase error dan presentase rata – rata error didapat pada persamaan berikut ini :

$$Error(\%)=\frac{(V\ Input-Voutput)}{V\ Input}\ x\ 100\% \quad \text{.....(1)}$$

$$Rata-rata\ Error(\%)=\frac{Jumlah\ Nilai\ Error}{Banyaknya\ Error\ yang\ Terjadi} \quad \text{.....(2)}$$

1. Pengambilan Data Menit Ke-10

- *Error Tegangan R-N (%)*$=\frac{(225-224)}{225}$ *x 100% =0,4%*
- *Error Tegangan S-N(%)*$=\frac{(227-224)}{227}$ *x 100% = 1,3 %*
- *Error Tegangan T (%)*$=\frac{(223-224)}{223}$ *x 100% = 0,4 %*

2. Pengambilan Data Menit Ke-20

   - *Error Tegangan R-N (%)=$\frac{(225-224)}{225}$ x 100% =0,4%*
   - *Error Tegangan S-N(%)=$\frac{(226-224)}{226}$ x 100% = 1,3 %*
   - *Error Tegangan T (%)=$\frac{(223-224)}{223}$ x 100% = 0,4 %*

3. Pengambilan Data Menit Ke-30

   - *Error Tegangan R-N (%)=$\frac{(225-224)}{225}$ x 100% =0,4%*
   - *Error Tegangan S-N(%)=$\frac{(224-224)}{224}$ x 100% = 1,3 %*
   - *Error Tegangan T (%)=$\frac{(223-224)}{223}$ x 100% = 0,4 %*

4. Pengambilan Data Menit Ke-40

   - *Error Tegangan R-N (%)=$\frac{(225-224)}{225}$ x 100% =0,4%*
   - *Error Tegangan S-N(%)=$\frac{(224-224)}{224}$ x 100% = 0 %*
   - *Error Tegangan T (%)=$\frac{(223-224)}{223}$ x 100% = 0,4 %*

5. Pengambilan Data Menit Ke-50

   - *Error Tegangan R-N (%)=$\frac{(225-224)}{225}$ x 100% =0,4%*
   - *Error Tegangan S-N(%)=$\frac{(224-224)}{224}$ x 100% = 0 %*
   - *Error Tegangan T (%)=$\frac{(224-224)}{224}$ x 100% = 0 %*

6. Pengambilan Data Menit Ke-60

   - *Error Tegangan R-N (%)=$\frac{(225-224)}{225}$ x 100% =0,4%*
   - *Error Tegangan S-N(%)=$\frac{(224-224)}{224}$ x 100% = 0 %*

- *Error Tegangan T (%)=*$\frac{(224-224)}{224}$ *x 100% = 0 %*

Dari pengujian diatas didapatkan hasil error minimum yakni 0,4%, error maksimum sebesar 1,3% dan rata – rata error untuk Tegangan R-N sebesar 0,4%, Untuk Tegangan S-N Sebesar 0,6%, dan untuk Tegangan T-N Sebesar 0,2%. Error relatif kecil , salah satu faktornya adalah rasio tegangan pada sensor dan tampilan di LCD adalah pembulatan dua angka di belakang koma, sedangkan tampilan yang diclam meter tiga angka dibelakang koma. Dari kemampuan mengukur arus, sensor tersebut layak untuk di gunakan guna melakukan penelitian yang lebih lanjut.

Dari hasil pengujian arus dan tegangan juga dapat didapatkan nilai daya yang terdapat pada pelanggan dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

P = V.I . Cos Phi

Tabel 4.9 Daya yang terpakai pada pelanggan pada setiap Fasa

ARUS (Ampere)			Tegangan (Volt)			Daya Aktif (Watt)		
R	S	T	R-N	S-N	T-N	R	S	T
6,4	5,8	5,9	224	224	224	1003,52	909,44	925,12

c. Pengujian NRF24L

Pada pengujian ini menggunakan 2 NRF24L sebagai *Tranceiver dan Receiver*, tujuan pengujian ini untuk mengetahui sejauh mana NRF24L bisa saling terkoneksi serta berapa lama waktu yang diperlukan. Pengujian dilakukan di Kantor PLN ULP Makale Jalan Ampera. No.48 Kecamatan Makale Kab Makale Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun fungsi dari pengujian LCD ini yaitu untuk mengetahui apakah LCD yang digunakan dapat berfungsi dengan baik.

Untuk pengujian ini dilakukan pada lima titik yang berbeda dimana masing-masing berjarak 30m, 50, 70m, 100m dan 150m serta kemudian TX Power atau kemampuan transfer perangkat digunakan dua macam yaitu Max dan Min dengan tujuan untuk menemukan perbedaan pembacaan ketika menggunakan TX Power yang berbeda pada jarak yang sama.



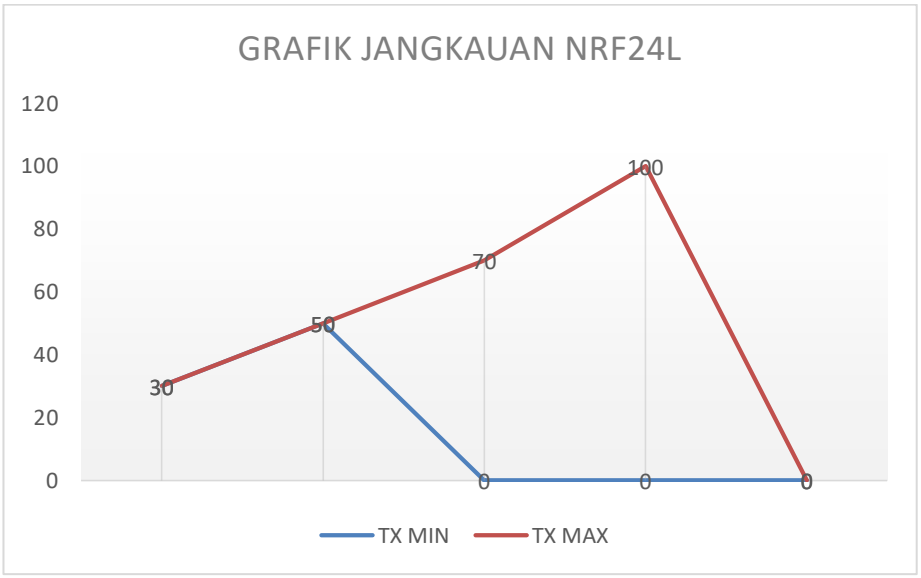
Gambar 4.7 Titik jarak penambilan data

Tabel 4.3 Pengujian Jangkauan NRF24L dengan Penghalang

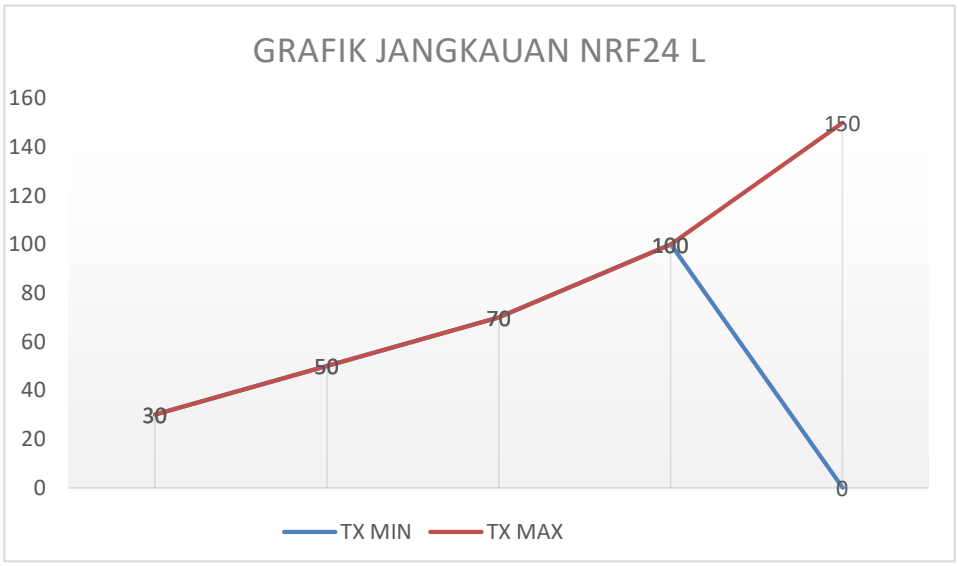
NO	Jarak (M)	Kondisi Penghalang	Jangkauan TX Power	
			MIN	MAX
1	30	Ada	Terbaca	Terbaca
2	50	Ada	Terbaca	Terbaca
3	70	Ada	Tidak	Terbaca
4	100	Ada	Tidak	Terbaca
5	150	Ada	Tidak	Tidak

Tabel 4.4 Pengujian Jangkauan NRF24L tanpa Penghalang

NO	Jarak (M)	Kondisi Penghalang	Jangkauan TX Power	
			MIN	MAX
1	30	Tidak Ada	Terbaca	Terbaca
2	50	Tidak Ada	Terbaca	Terbaca
3	70	Tidak Ada	Terbaca	Terbaca
4	100	Tidak Ada	Terbaca	Terbaca
5	150	Tidak Ada	Tidak	Terbaca



Grafik 4.1 Pengujian jangkauan NRF24L ada penghalang



Grafik 4.2 Pengujian jangkauan NRF24L tanpa penghalang

Pada Grafik 4.1 dan Grafik 4.2 dapat dilihat ternyata perbedaan yang cukupbesar dapat ditemukan yaitu pada jarak 30 sampai 50 meter dengan menggunakan TX Min dengan kondisi ada penghalang

NRF240L masih dapat mengirim dan menerima data tetapi lebih dari itu sudah tidak terbaca, kemudian saat posisi TX Max dengan kondisi ada penghalang perangkat masih bias membaca hingga jarak 100 meter, ini dikarenakan disekitar lokasi terdapat bangunan dan penghalang seingga pengiriman data tidak dapat maksimal.

Kemudian saat kondisi tanpa penghalang dan TX Min NRF240L hanya bisa membaca pada hingga jarak 50 m dan ketika TX Max NRF240L dapat membaca hingga 150 m.

d. Pengujian Aplikasi Fire Base

Pengujian Fire Base kali ini hanya untuk menguji pengoptimalan pengiriman data monitoring yang telah dibuat. Pertama masukkan IP addres wifi yang telah terhubung seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.8 Tampilan Fire Base

e. Pengujian Sistem Keseluruhan

a. Pengujian Sistem pada Kondisi Ada Penghalang (TX Min)

Pengujian ini dilaksanan pada pagi hari dimana data yang dikumpulkan berupa niai arus, tegangan serta jarak Transmitter dan Receiver sejauh 100m untuk mengirim dan menerima data serta posisi TX Min



Gambar 4.9 Pemasangan Sensor Arus



Gambar 5.0 Tampilan Nilai Arus dan Tegangan pada LCD

Tabel 4.5 Tabel penguian kondisi TX Min dan terdapat penghalang

WAKTU (MENIT)	POSISI TX	ARUS (A)				TEGANGAN (V)		
		R	S	T	N	R-N	S-N	T-N
10	MIN	0	0	0	0	0	0	0
20	MIN	0	0	0	0	0	0	0
30	MIN	0	0	0	0	0	0	0
40	MIN	0	0	0	0	0	0	0
50	MIN	0	0	0	0	0	0	0
60	MIN	0	0	0	0	0	0	0

Pada LCD tidak dapat ditampilkan dengan nilai arus dan tegangan begitu pula pada tampilan Fire base tidak dapat menampilkan nilai arus dan tegangan .

b. Pengujian Sistem pada Kondisi Ada Penghalang (TX Max)

Pengujian ini dilaksanan pada pagi hari dimana data yang dikumpulkan berupa niai arus, tegangan serta jarak Transmitter dan Receiver sejauh 100m untuk mengirim dan menerima data serta posisi TX Max



Gambar 5.1 Pemasangan Sensor Arus



Gambar 5.2 Tampilan Nilai Arus dan Tegangan pada LCD



Gambar 5.3 Tampilan Fire Base

Tabel 4.6 Tabel pengujian kondisi TX Max dan terdapat penghalang

WAKTU (MENIT)	POSISI TX	ARUS (A)				TEGANGAN (V)		
		R	S	T	N	R-N	S-N	T-N
10	MAX	0,10	0,03	0,08	0,09	189	189	190
20	MAX	0,10	0,04	0,09	0,09	189	189	190
30	MAX	0,11	0,05	0,09	0,09	190	189	190
40	MAX	0,12	0,05	0,10	0,09	189	189	190
50	MAX	0,12	0,05	0,10	0,08	189	189	190
60	MAX	0,12	0,04	0,09	0,09	189	189	190

Pada menit ke 60 monitor LCD menampilkan Nilai Arus fasa R 0,09 Ampere, Arus fasa S 0,4, Ampere, Arus fasa T 0,10 Ampere dan Arus pada Netral 0,09 Ampere serta tegangan pada R-N 189 Volt, tegangan pada S-N 189 Volt dan tegangan pada T-N 190Volt sesuai dengan nilai arus dan tegangan pada tampilan Fire base.

c. Pengujian Sistem pada Kondisi Tanpa Penghalang (Beban Puncak TX Min)

Pengujian ini dilaksanan pada malam hari dimana data yang dikumpulkan berupa niai arus, tegangan serta jarak Transmitter dan

Receiver sejauh 100m untuk mengirim dan menerima data serta posisi TX Min



Gambar 5.4 Pemasangan Sensor Arus



Gambar 5.5 Tampilan Nilai Arus dan Tegangan pada LCD



Gambar 5.6 Tampilan Fire Base

Tabel 4.7 Tabel penguian kondisi TX Min dan tidak terdapat penghalang

WAKTU (MENIT)	POSISI TX	ARUS (A)				TEGANGAN (V)		
		R	S	T	N	R-N	S-N	T-N
10	MIN	4,50	3,08	2,14	0,50	222	222	222
20	MIN	5,00	4,00	2,14	0,50	222	221	221
30	MIN	5,80	5,42	3,00	0,60	222	221	221
40	MIN	6,10	6,00	4,03	0,65	222	221	221
50	MIN	6,10	6,38	5,11	0,65	221	221	221
60	MIN	6,29	6,38	5,14	0,65	221	220	221

Pada LCD ditampilkan Nilai Arus fasa R 6,29 Ampere, Arus fasa S 6,38, Ampere, Arus fasa T 5,14 Ampere dan Arus pada Netral 0,65 Ampere serta tegangan pada R-N 220 Volt, tegangan pada S-N 220 Volt dan tegangan pada T-N 221 Volt sesuai dengan nilai arus dan tegangan pada tampilan Fire base .

d. Pengujian Sistem pada Kondis Tanpa Penghalang (Beban Puncak TX Max)

Pengujian ini dilaksanan pada pagi hari dimana data yang dikumpulkan berupa niai arus, tegangan serta jarak Transmitter dan Receiver sejauh 100m untuk mengirim dan menerima data serta posisi TX Max



Gambar 5.7 Pemasangan Sensor Arus



Gambar 5.8 Tampilan Nilai Arus dan Tegangan pada LCD



Gambar 5.9 Tampilan Fire Base

Tabel 4.8 Tabel pengujian kondisi TX Max dan tidak terdapat penghalang

WAKTU (MENIT)	POSISI TX	ARUS (A)				TEGANGAN (V)		
		R	S	T	N	R-N	S-N	T-N
10	MAX	6,24	6,48	5,09	0,60	220	220	221
20	MAX	6,30	6,50	5,12	0,60	220	220	221
30	MAX	6,31	6,52	5,22	0,63	220	220	221
40	MAX	6,50	6,54	5,23	0,63	220	220	221
50	MAX	6,56	6,62	5,35	0,63	220	220	221
60	MAX	6,56	6,63	5,37	0,64	220	220	221

Pada LCD ditampilkan Nilai Arus fasa R 6,56 Ampere, Arus fasa S 6,63, Ampere, Arus fasa T 5,37 Ampere dan Arus pada Netral 0,64 Ampere serta tegangan pada R-N 220 Volt, tegangan pada S-N 220 Volt dan tegangan pada T-N 221 Volt sesuai dengan nilai arus dan tegangan pada tampilan Fire base .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian alat sistem *monitoring* beban tiga fasa pada gardu distribusi berbasis IOT yang telah dirancang dapat diambil kesimpulan bahwasanya, sistem tersebut mampu memonitoring arus beban dan tegangan pada gardu distribusi. Alat dapat memonitoring dalam jarak cukup jauh, *Transmiter* dapat menigirim data menuju *Receiver* mulai dari jarak $\pm$ 50 m dengan hingga $\pm$ 100 m dengan posisi *TX Max* pada kondisi lingkungan padat dan penuh hambatan seperti bangunan dan lain-lain atau di pedesaan yang minim jaringan internet.

Pada kondisi terhubung antara transmitter ddan receiver, Nilai arus dan tegangan yang termonitor *pada LCD (Liquid Crystal Display)* telah sesuai dengan tampilan dashboard pada Fire namun kadang ketika wifi sedang terganggu maka akan reconnect sehinggal tampilan pada LCD akan hilang untuk sementara, berikut adalah hasil pengujian kesleuruhan:

Tabel. 4.8 Hasil Pengujian Keseluruhan

JARAK (M)	KONDISI PENGHALANG	POSISI TX NRF4201L	ARUS (Ampere)			
			R	S	T	N
100	ADA	MIN	0	0	0	0
100	ADA	MAX	0,12	0,04	0,09	0,09
100	TIDAK ADA	MIN	6,29	6,38	5,14	0,65
100	TIDAK ADA	MAX	6,56	6,63	5,37	0,64

Jadi alat yang telah dirancang mampu memonitoring arus dan tegangan pada gardu distribusi sehingga dapat mengoptimalkan pengukuran gardu serta pemasangan baru yang membutuhkan data akurat nilai beban gardu dan juga mempercepat kinerja petugas yantek untuk melakukan pencatatan beban trafo tiap triwulan.

B. Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya dalam tugas akhir ini antara lain yaitu apabila ingin jangkauan jarak dan waktu lebih luas lagi , dapat mengganti modul NRF420L *dengan LoRa* dan antena yang digunakan. Kemudian untuk penyempurnaan perangkat lunak agar media *interface* lebih nyaman lagi, kiranya dapat membuat tampilan yang lebih menarik serta menambah fitur *login user passwoard*, supaya keamanan data gardu lebih terjaga dan aman dari penyalahgunaan.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyistawa.N, Rivai.M, dan Suwito. 2017." Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Pembacaan Meteran Air". JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 2 (2017), 2337 3520 (2301-928X Print)

Damastuti, Natalia dan Syafi'I, Iman. 2016. "Sistem Otomasi Atap Bangunan Pada Gudang Pengeringan Jagung Berbasis Arduino Uno". Jurnal NARODROID, Vol. 2, No.1, ISSN: 2407-7712.

Darusman, A, D., Dahlan, M., Hilyana, F, S. 2018." Rancang Bangun Prototype Alat Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Arduino Uno". Jurnal SIMETRIS, Vol. 9 No.1, ISSN: 2252-4983

M. W. Nurhadi and P. Y. Widiantoro. 2010. "Jemuran Pakaian Otomatis dengan Menggunakan Sensor Cahaya (LDR) dan Sensor Hujan.

E. H. R. Guk-guk. 2015. "Jemuran Otomatis dengan Menggunakan Sensor LDR, Sensor Hujan dan Sensor Kelembaban," Politeknik Negeri Batam.

W. M. Jayafebra. 2018. "Smart Jemuran Atau Pelindung Otomatis pada Jemuran Berbasis Mikrokontroler Arduino," Universitas Islam Indonesia.

D. Siswanto and S. Winardi. 2018. "Jemuran Pakaian Otomatis Menggunakan Sensor Hujan," e-Jurnal Nar., vol. 1, no. 2,

Setyawan. 2018. "Prototype Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Menggunakan Sensor Getar dan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Sugiyono. 2011. "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan Kombinasi (*Mixed Methode),* Bandung: Alfabeta

R. Syam. 2013. Dasar Dasar Teknik Sensor (Untuk Beberapa Kasus Sederhana). Makassar: Fakultas Teknik Universitas 10 Hasanuddin,

R. L. Kahimpong, M. Umboh, and B. Maluegha, "Rancang Bangun Peggerak Alat Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis Arduino Uno ATMega328," J. Online Poros Tek. Mesin, vol. 6, no. 1, pp. 69–81.

Widianto, Eka Didik dkk. 2019. "*Simple NRF24L01 Protocol"* Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponogoro

Marpaung, Noveri Lysbetti dan Edy Ervianto. 2012. "Sistem Pemantauan Beban Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 dengan PC sebagai Tampilan" Pekanbaru: Universitas Riau