



Perancangan Alat Monitoring Arus Listrik Terhadap Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Rendah

Stieven N. Rumokoy¹, Christopel H. Simanjuntak², Josephin Sundah³, Nalar Irawati Tandawuya⁴, Axel N. Jacobus⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

e-mail: ¹rumokoy@polimdo.ac.id, ²christopel.simanjuntak@polimdo.ac.id, ³josephinsundah2017@gmail.com,

⁴nalarelektro@gmail.com, ⁵jacobusaxel@gmail.com

Abstrak

Ketidakseimbangan beban pada jaringan tegangan rendah (JTR) mengakibatkan timbulnya rugi-rugi daya listrik. Hal ini sebisa mungkin dihindari agar pemanfaatan energy listrik dapat lebih efisien. Selain itu ketidak seimbangan beban mengakibatkan timbulnya arus listrik pada sisi netral trafo yang jika sistem pentanahannya tidak baik akan berdampak pada trafo tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat memonitoring besar ketidakseimbangan beban yang terjadi pada jaringan tegangan rendah. Metode yang dilakukan dimulai dengan studi literatur dan dilanjutkan dengan perancangan alat. Hasil yang diperoleh adalah suatu alat yang dapat memonitoring besar ketidakseimbangan beban dan memberi isyarat dengan meyalakan lampu indikator saat standar ketidakseimbangan beban melewati batas set minimum.

Kata kunci – JTR, Arduino, NodeMCU

Abstract

The imbalance load on the low voltage (LV) electrical system causes electrical power losses. This condition must be avoided so that the utilization of electrical energy can be more efficient. In addition, makes the flow of electric current on the neutral side of the transformer which if the grounding system is not good will have an impact on the transformer.

This study aims to build an equipment that can monitor the imbalance load that occurs in low voltage networks. The used method begins with a literature study and continues with the design of the equipment. The results obtained are an equipment that can monitor the imbalance load and a warning signal by the indicator lamp when the imbalance load standard exceeds the minimum set limit.

Keywords – Low Voltage Electrical System, Arduino, NodeMCU

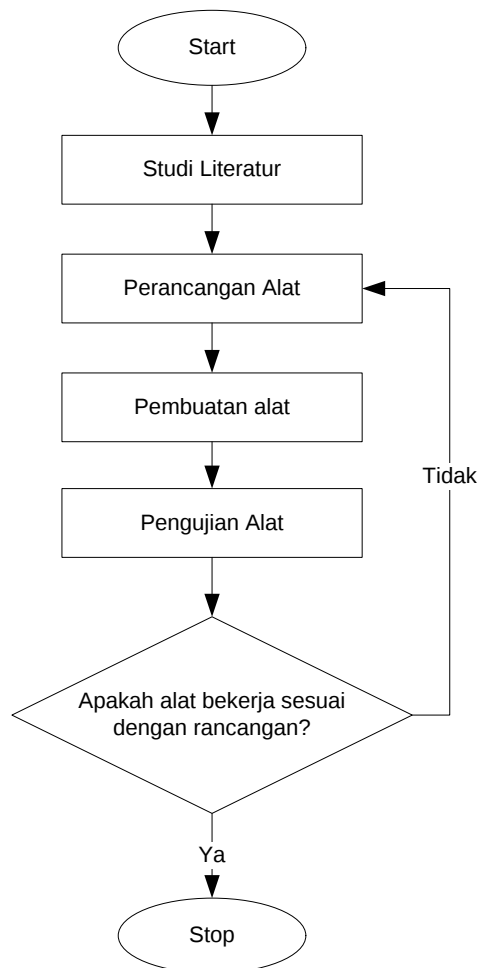
1. PENDAHULUAN

Penyeimbangan beban listrik merupakan salah satu upaya untuk mengefesiensikan pemanfaatan energy listrik[1][2][3][4]. Hal ini diupayakan agar arus listrik yang mengalir dapat semaksimal mungkin di serap oleh pelanggan. Dalam sistem penyaluran energy listrik pada umumnya, terjadi pembagian beban yang tidak merata antar setiap fasanya[5][6]. Hal ini terutama disebabkan karena pola penyambungan beban adalah pelanggan 1 fasa. Pelanggan yang dinamis menggunakan beban listrik mengakibatkan arus listrik mengalir dinamis disetiap fasanya. Hal lain yang menyebabkan perbedaan jumlah beban listrik disetiap fasa adalah pada proses sambung baru yang tidak dapat mengkondisikan beban tiap fasa pada gardu distribusi tersebut seimbang. Hal ini apabila tidak ditangani dengan benar akan menyebabkan pembebanan yang tidak seimbang pada transformator sehingga berdampak pada gangguan penyediaan tenaga listrik. Ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, fasa T) ini akan mempengaruhi berbagai hal, seperti: kinerja trafo, arus mengalir pada kawat netral, drop tegangan[7][8][4].

Instalasi jaringan tegangan rendah harus sedemikian rupa diatur agar rugi-rugi daya listrik dapat ditekan[9]. Dengan memonitoring kondisi beban tiap fasa yang mengalir sistem dapat dikaji kembali untuk pengaturan beban listrik tiap fasanya[10][11]. Salah satu solusi agar sistem dapat dimonitor adalah dengan membuat alat yang dapat menginformasikan kondisi ketidakseimbangan beban yang terjadi saat penyaluran energy listrik. Pada penelitian ini alat yang dibuat merupakan alat yang secara realtime dapat menunjukkan kondisi ketidakseimbangan beban pada aplikasi Jaringan Tegangan Rendah (JTR).

2. METODE PENELITIAN

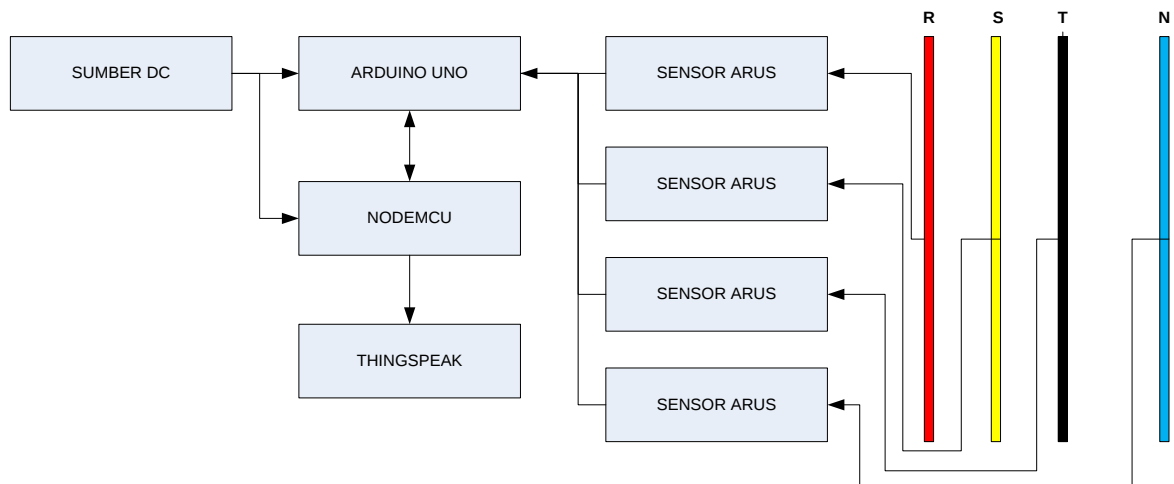
Pada perancangan alat yang akan dibuat metode yang dilakukan dimulai dengan studi literatur. Hal-hal teoritis yang berhubungan dengan rencana pembuatan alat dilakukan pada tahap ini. Langkah selanjutnya adalah proses perancangan alat. Alat yang dibuat akan dibangun sesuai dengan desain awal yang telah direncanakan. Selanjutnya adalah proses pengujian alat. Proses pengujian alat adalah tahap untuk melihat kerja alat yang telah dibuat. Tahap ini memastikan apakah alat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tahapan penelitian seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Flowchart Penelitian

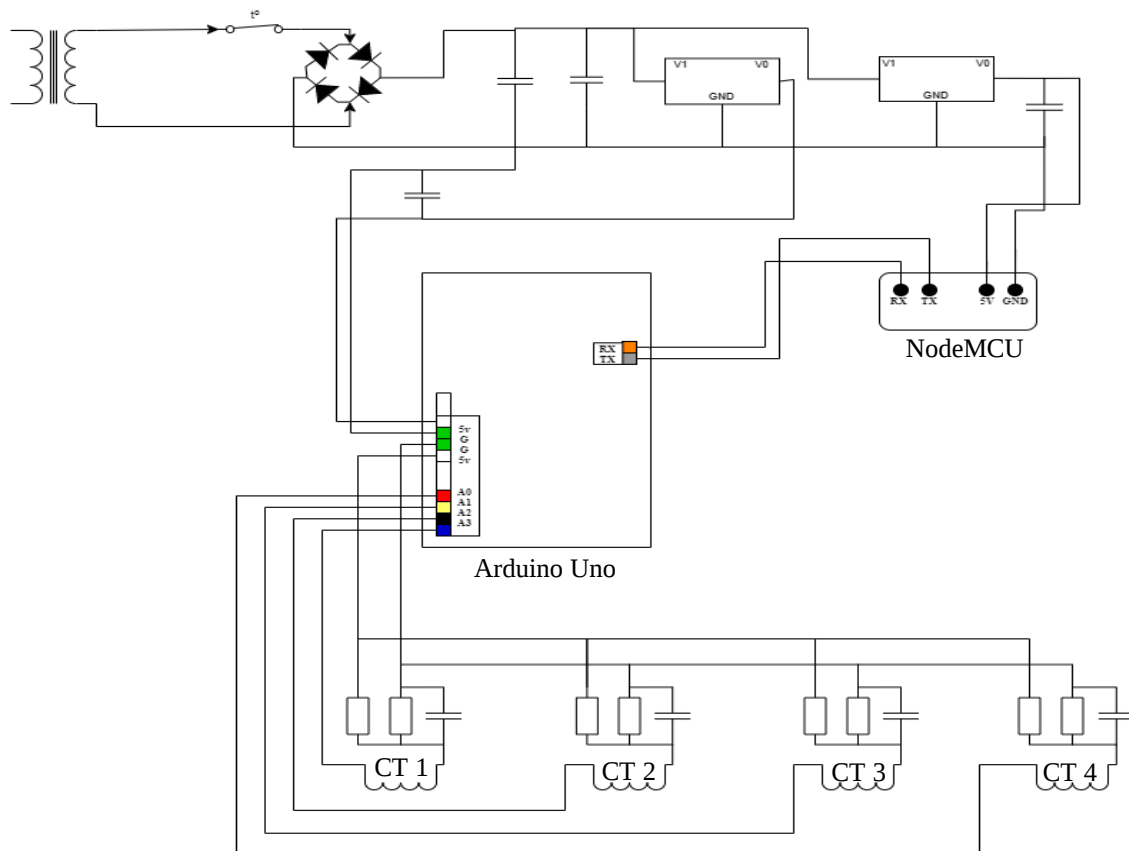
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara konsep, hubungan kerja alat yang dirancang pada penelitian dapat dilihat dari sistem dibawah ini:



Gambar 3.1. Hubungan kerja alat

Rangkaian elektronika alat monitoring arus listrik yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 3.2.

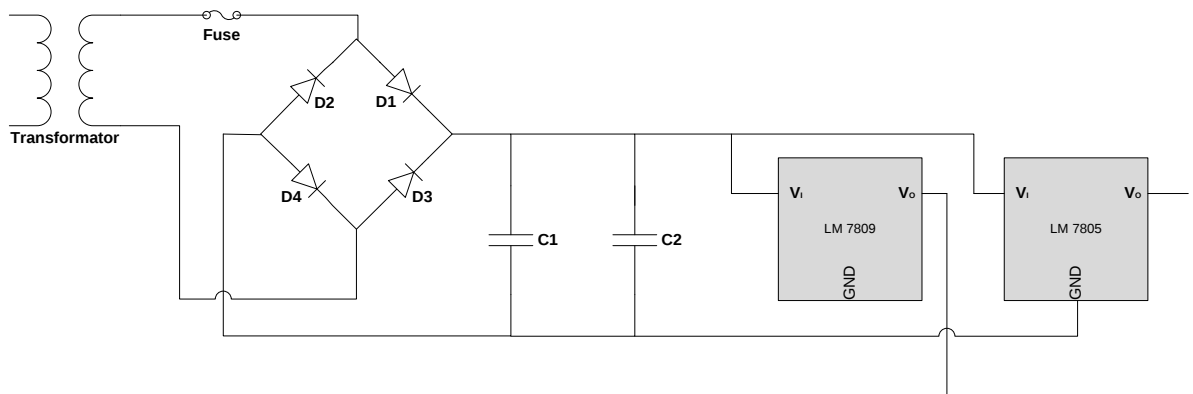


Gambar 3.2. Rangkaian elektronika alat monitoring arus listrik

Berdasarkan rancangan sistem alat monitoring arus, secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut:

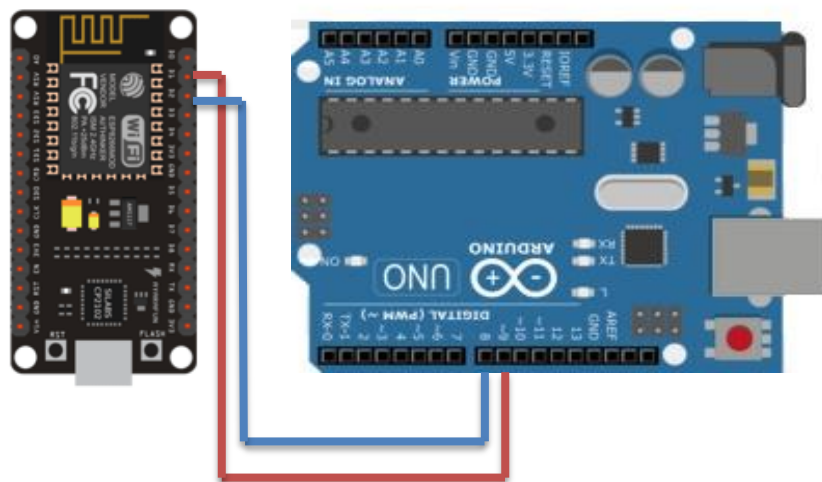
3.1. Sumber DC

Sumber DC merupakan bagian untuk memberikan daya listrik agar Arduino Uno dan ThingSpeak dapat beroperasi. Rangkaian catu daya ini akan mendapat tegangan AC yang berasal dari sumber tegangan sebesar 220 VAC yang kemudian akan masuk pada transformator step down pada sisi primer. Pada bagian sekunder transformator akan mengeluarkan tegangan yang lebih kecil yaitu 12VAC yang akan masuk pada rangkaian catu daya kemudian akan diserahkan menjadi tegangan DC. Berikut adalah rangkaian catu daya yang digunakan.



Gambar 3.3. Rangkaian Sumber DC

Rangkaian sumber DC ini merupakan rangkaian listrik yang sangat penting karena rangkaian ini sebagai sumber tegangan pada board Arduino Uno dan juga sumber tegangan untuk NodeMCU. Tegangan yang dibutuhkan untuk rangkaian NodeMCU 5VDC dan board Arduino Uno adalah 9VDC. Hal inilah mengapa dibutuhkan rangkaian penyearah gelombang penuh 12VAC menjadi 5VDC dan 9VDC. Untuk dapat memenuhi kebutuhan diatas maka diperluhkanlah rangkaian penyearah IC regulator LM7805 untuk 5VDC dan IC regulator LM7809 untuk 9VDC.



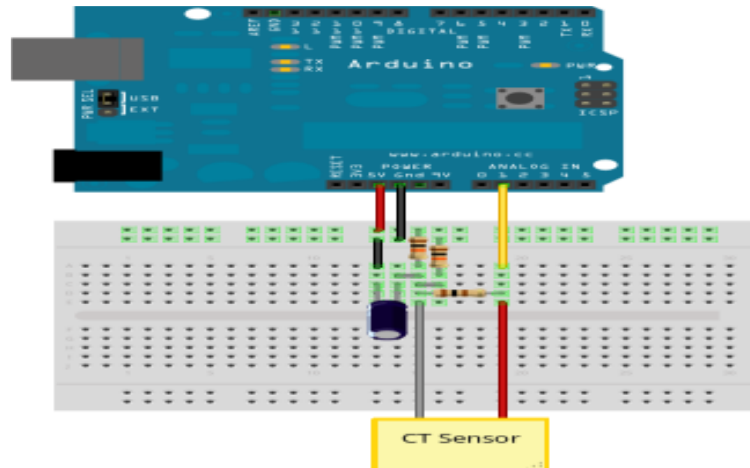
Gambar 3.4. Koneksi NodeMCU dan Arduino Uno

3.2. Koneksi NodeMCU dan Arduino Uno

Untuk menghubungkan NodeMCU dan Arduino Uno dapat dilihat seperti gambar 3.4.

3.3. Koneksi Arduino Uno dan Sensor Arus Listrik (CT)

Sensor arus listrik yang digunakan adalah SCT013. Untuk menghubungkan Arduino Uno dan Sensor Arus listrik dapat dilihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.5. Koneksi Arduino Uno dengan Sensor arus listrik

Berikut adalah program untuk hubungan Arduino Uno dengan Sensor Arus Listrik:

```
#include <Wire.h>
#include "EmonLib.h"
#include<SoftwareSerial.h>
#include<ArduinoJson.h>
int tegangan = 220.0;
Energy Monitor emon0;
Energy Monitor emon1;
Energy Monitor emon2;
Energy Monitor emon3;
//pin yang digunakan sensor SCT
int pin sct0 = A0;
int pin sct1 = A1;
int pin sct2 = A2;
int pin sct3 = A3;
void setup( )
{
  Serial.begin();
  arduino.begin();
  //calibCur Const= 60
  emon0.current(pin_sct0, 60);
  emon1.current(pin_sct1, 60);
```



```
    emon2.current(pin_sct2, 60);
    emon3.current(pin_sct3, 60);
}
void loop()
{
    float rumus_r;
    float rumus_h;
    float a;
    float b;
    float c;
    float a_min;
    float b_min;
    float c_min;
    float t_min;
    float Irms0 = emon0.;
    float Irms1 = emon1);
    float Irms2 = emon2.);
    float Irms3 = emon3);
    //menampilkan di serial monitor
    Serial.print("Arus 1 yang terbaca : ");
    Serial.println("Sensor 1 = "+String;
    Serial.println("ADC = "+String;
    Serial.println("=====");
    Serial.print("Arus 2 yang terbaca : ");
    Serial.println("Sensor 2 = "+String;
    Serial.println("ADC = "+String;
    Serial.println("=====");
    Serial.print("Arus 3 yang terbaca : ");
    Serial.println("Sensor 3 = "+String(Irms2,2));
    Serial.println("ADC = "+String(analogRead(A2)));
    Serial.println("=====");
    Serial.print("Arus 4 yang terbaca : ");
    Serial.println("Sensor 4 = "+String(Irms3,2));
    Serial.println("ADC = "+String(analogRead(A3)));
    Serial.println("=====");
    // Rumus
    rumus_r = (Irms0 + Irms1 + Irms2 + Irms3) / 4;
    a = Irms0/rumus_r;
    b = Irms1/rumus_r;
    c = Irms2/rumus_r;
    a_min = a - 1;
    b_min = b - 1;
    c_min = c - 1;
    t_min = abs(a_min) + abs(b_min) + abs(c_min);
```

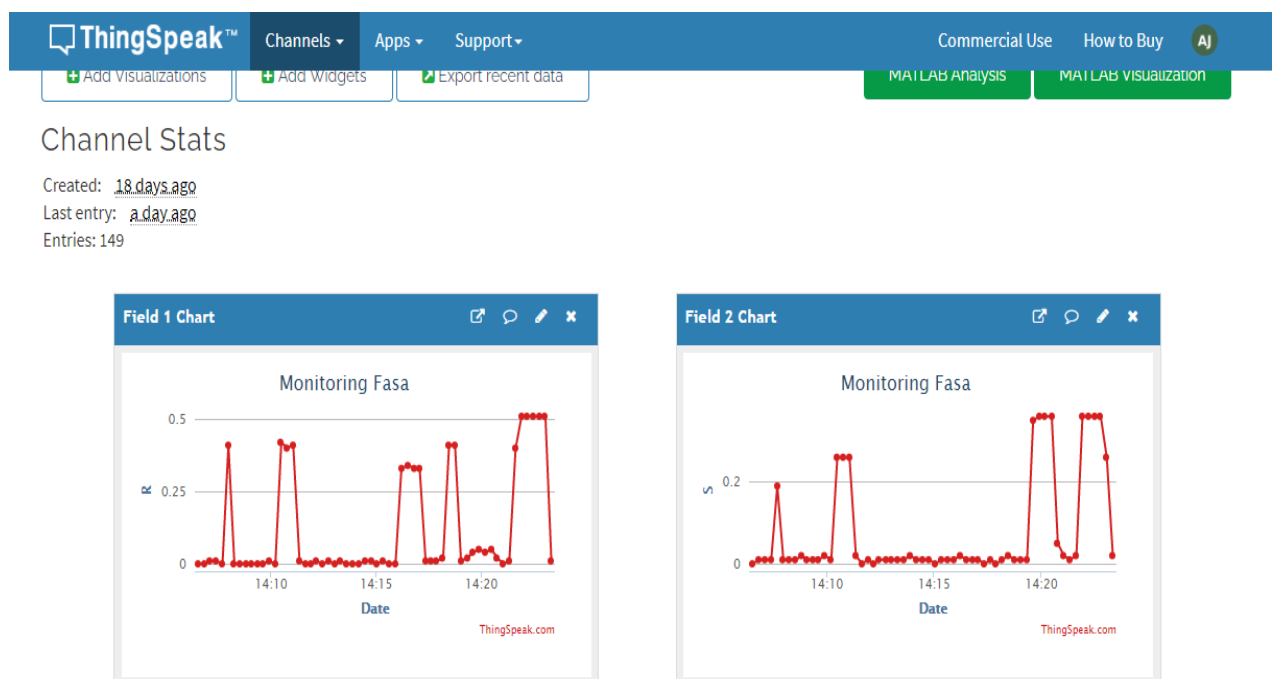
```
rumus_h = abs(t_min) / 3;  
int hasil = rumus_h * 100;  
Serial.println("Hasil = "+String(hasil)+"%");  
JsonObject& root = jsonBuffer.createObject();  
root["r"] = Irms0;  
root["s"] = Irms1;  
root["t"] = Irms2;  
root["n"] = Irms3;  
root["h"] = hasil;  
root.printTo(arduino);  
delay(1000);  
}
```

(in reference www.nyebarilmu.com)

3.4. Serial Monitoring ThingSpeak

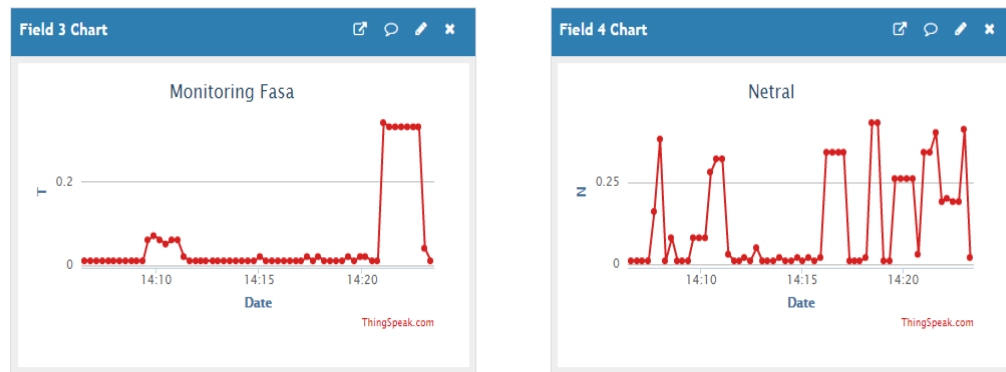
Tampilan yang akan dirancang pada serial monitor ThingSpeak adalah grafik nilai arus listrik dari setiap fasa dan netral. Tambahan tampilan yang dirancang adalah lampu indikator ketidakseimbangan beban dan presentase nilai ketidakseimbangan yang terjadi

Tampilan awal dan tempat untuk pembuatan channelnya dapat dilihat pada gambar 3.6.



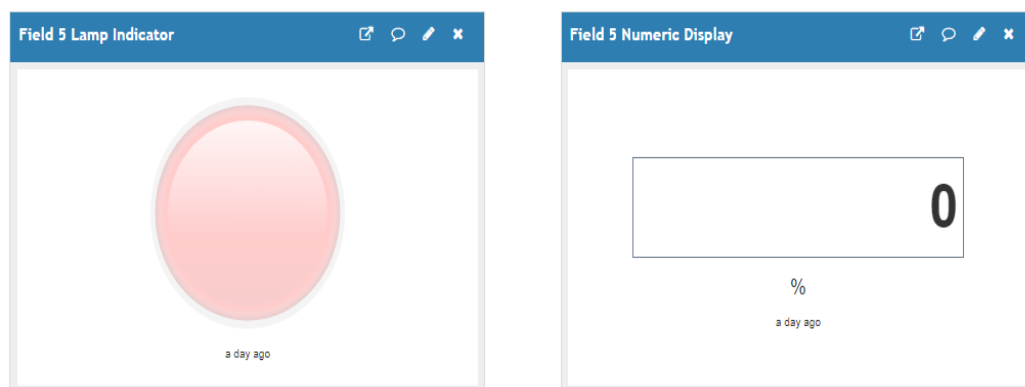
Gambar 3.6. Tampilan Serial Monitor ThingSpeak untuk fasa R dan S

Dari hasil rancangan sistem, grafik akan mengalami peningkatan atau penurunan sesuai dengan fariasi beban yang diukur, gambar 3.7. menunjukkan hasil tampilan arus listrik untuk fasa T dan N. Grafik akan mengalami peningkatan atau penurunan sesuai dengan fariasi beban yang diukur



Gambar 3.7. Serial Monitor ThingSpeak untuk fasa T dan N

Pada gambar 3.8. menunjukkan tampilan Serial Monitor ThingSpeak untuk lampu indikator dan presentase ketidak seimbangan beban. Lampu indikator akan menyala jika presentase ketidak seimbangan beban melebihi batas 20%.



Gambar 3.8. Tampilan Lampu Indikator dan presentasi ketidakseimbangan

Berikut adalah program untuk arduino dan nodemcu ke thingspeak

```
#ifndef ESP32
#include <WiFi.h>
#else
#include <ESP8266WiFi.h>
#endif
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial Database (D2, D1);
const char = "Listrik16";
const char = "zxcv0987";
String get_host key=Z7N2R8LKPTYPI11H";
```



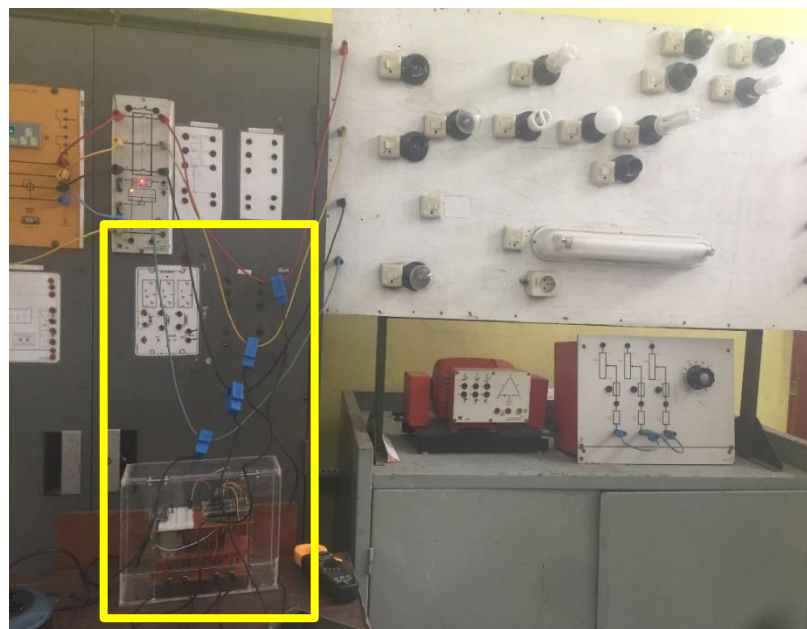
```
String str;
WiFiServer server(80);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Database.begin(9600);
  // Connect to Wi-Fi
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi..");
  }
  // Print ESP32 Local IP Address
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
void loop() {
  read_data();
}
void read_data() {
  const size_t capacity = JSON_OBJECT_SIZE(5) + 100;
  DynamicJsonBuffer jsonBuffer(capacity);
  JsonObject& root = jsonBuffer.parseObject(Database);
  if (root == JsonObject::invalid())
    return;
  root.prettyPrintTo(Serial);
  const float r
  const float s
  const float t
  const float n
  const int hasil
  str
=String("field=")+String(r)+String("&field=")+String(s)+String("&field=")+String(t)+String("&field=")+St
ring(n)+String("&field=")+String(hasil);
  //Serial.println(str);
  WiFiClient client = server.available();
  HTTPClient http;
  String url = get_host+"&"+str;
  http.begin(url);
  //GET method
  int httpCode = http.GET();
  String payload = http.getString();
  if(httpCode == 200) {
    Serial.print("Data Tersimpan ke Database - ");
    Serial.println(httpCode);
```

```
//Serial.println(payload);
Serial.println(url);
}
else {
  Serial.print("Terjadi Kesalahan - ");
  Serial.println(httpCode);
  Serial.println(payload);
}
http.end();
}
```

(in reference www.nyebarilmu.com)

3.5. Hasil Pengujian

Berikut adalah gambar proses pengujian alat yang dibuat.



Gambar 3.9. Pengujian alat

Tabel 3.1. Data hasil pengujian 1

Fasa	Beban (W)	Arus Listrik (A)		Error (%)
		Sensor SCT	Tang Ampere	
R	LP 100 W	0.34	0.33	0.02
S	LP 100 W	0.34	0.34	0
T	LP 100 W	0.35	0.37	0.05
N		0	0.03	0.03

Dari hasil pengujian 1 diperoleh presentase ketidakseimbangan beban sebesar 5% presentase tersebut tidak melebihi batas 20% sehingga lampu indikator pada serial monitor Thingspeak **tidak menyala**.



Untuk nilai presentase ketidak seimbangan beban dari tabel 3.1. maka dapat diperhitungkan seperti:

$$I_R = a.I \quad \text{maka :} \quad a = \frac{I_R}{I} = \frac{0,33}{0,35} = 0,94$$

$$I_S = b.I \quad \text{maka :} \quad b = \frac{I_S}{I} = \frac{0,34}{0,35} = 0,97$$

$$I_T = c.I \quad \text{maka :} \quad c = \frac{I_T}{I} = \frac{0,37}{0,35} = 1,05$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a,b dan c adalah 1. Sehingga rata-rata ketidakseimbangan beban dalam % adalah :

$$\begin{aligned} \text{Ketidakseimbangan (\%)} &= \frac{|a-1|+|b-1|+|c-1|}{3} \times 100 \% \\ &= \frac{|0,94-1|+|0,97-1|+|1,05-1|}{3} \times 100 \% \\ &= 5 \% \end{aligned}$$

Tabel 3.2. Data hasil pengujian 2

Fasa	Beban (W)	Arus Listrik (A)		Error (%)
		Sensor SCT	Tang Ampere	
R	LP100W+LJ18W+LP75W+LP25W+LP75W	1.13	0.98	0,13
S	LP75W+LN10W	0.39	0.35	0,10
T	LP 100 W	0.36	0.34	0,05
N		0	0.54	0,1

Dari hasil pengujian 2 diperoleh presentase ketidakseimbangan beban sebesar 50% presentase tersebut sudah melebihi batas 20% sehingga lampu indikator pada serial monitor Thingspeak **menyala**.

Untuk nilai presentase ketidak seimbangan beban dari tabel 3.2. maka dapat diperhitungkan seperti:

$$I_R = a.I \quad \text{maka :} \quad a = \frac{I_R}{I} = \frac{0,98}{0,6} = 1,63$$

$$I_S = b.I \quad \text{maka :} \quad b = \frac{I_S}{I} = \frac{0,35}{0,6} = 0,58$$

$$I_T = c.I \quad \text{maka :} \quad c = \frac{I_T}{I} = \frac{0,34}{0,6} = 0,56$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a,b dan c adalah 1. Sehingga rata-rata ketidakseimbangan beban dalam % adalah :

$$\begin{aligned} \text{Ketidakseimbangan (\%)} &= \frac{|a-1|+|b-1|+|c-1|}{3} \times 100 \% \\ &= \frac{|1,63-1|+|0,58-1|+|0,56-1|}{3} \times 100 \% \\ &= 50 \% \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Alat yang telah dibuat dapat menampilkan informasi arus listrik terhadap ketidakseimbangan beban pada jaringan tegangan rendah. Pada tampilan digital, lampu indikator akan menyala ketika ketidakseimbangan beban antar fasa lebih dari 20%..



5. SARAN

Sebagai saran untuk pengembangan penelitian ini adalah dapat dilanjutkan untuk pengembangan data base. Pembuatan data base bertujuan untuk perekaman data. Perekaman data yang diperoleh dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengambilan tindakan selanjutnya untuk meminimalisir ketidakseimbangan beban yang terjadi.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada institusi Politenik Negeri Manado yang telah mendukung dan memfasilitasi dalam proses pengerjaan alat ini. Penulis berterimakasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alimuddin dkk, "ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TRAFODISTRIBUSI UNTUK IDENTIFIKASI BEBAN LEBIH SERTA ESTIMASI JATUH TEGANGAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH," *3rd Natl. Conf. Ind. Electr. Electron. Proc.*, pp. 208–213, 2007.
- [2] Z. Sya'roni, "ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV DAN SOLUSINYA PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 173–180, 2019.
- [3] I. W. Y. Prasetya, "ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN DAN HARMONISA PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI MI 0096 PENYULANG ABIANBASE," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 1, pp. 109–115, 2020.
- [4] M. Dwiyanto and T. Sogen, "ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT PLN (PERSERO) AREA SORONG," *J. Electro Luceat*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [5] S. Hidayat, S. Legino, and N. F. Mulyanti, "PENYEIMBANGAN BEBAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH GARDU DISTRIBUSI CD 33 PENYULANG SAWAH DI PT PLN (PERSERO) AREA BINTARO," *J. Sutet Vol.*, vol. 8, no. 1, pp. 21–27, 2018.
- [6] H. Muchtar and Y. Sopian, "STUDI VERIFIKASI SISTEM KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH MENGGUNAKAN ALAT PHB – SR (PERALATAN HUBUNG BAGI SAMBUNGAN RUMAH) DI WILAYAH PLN AREA CEMPAKA PUTIH," *J. Elektum*, vol. 14, no. 1, pp. 1–8, 1979, doi: 10.24853/elektum.14.1.1-8.
- [7] A. D. Mulyadi, "PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA RUGI DAYA SALURAN NETRAL JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH," *Jurrri Tek. Energi*, vol. 1, no. 1, pp. 11–15, 2011.
- [8] J. S. Setiadji, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi," *J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 68–73, 2006.
- [9] Stieven N. Rumokoy, "Perancangan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Terpusat perspektif: Industri Kelapa Sawit," vol. 8, no. 1, pp. 18–27, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.36055/setrum.v8i1.4426>.
- [10] S. Mustafa, "Rancang bangun sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis smartphone," *J. MEDIA Elektr.*, vol. 17, no. 3, pp. 55–62, 2020.
- [11] R. Kurniawan, "PERANCANGAN ALAT MONITORING ARUS PADA CIRCUIT BREAKER DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR ACS712 DAN TAMPILAN LCD," *J. Inform. Manaj. dan Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 12–17, 2018.