

# **MONITORING ONLINE ARUS BOCOR KABEL POWER TRAFU TENAGA BERBASIS MIKROKONTROLLER WEMOS-D1 DENGAN DATABASE VIA THINGSPEAK UNTUK MENGOPTIMALKAN INSPEKSI LEVEL-2 DI GARDU INDUK PLN**

**<sup>1</sup>Bambang Adi <sup>2</sup>Ahmad Hariyanto**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

e-mail: [bambang.adim@gmail.com](mailto:bambang.adim@gmail.com), [hary.ahmed@gmail.com](mailto:hary.ahmed@gmail.com)

## **Abstrak**

Hal yang mengakibatkan salah satunya pemadaman di beberapa tempat adalah gangguan pada sistem pasokan listrik. Untuk pencegahannya, maka diciptakanlah suatu alat untuk *monitoring* arus bocor pada kabel *power trafo* tenaga secara *online*. Alat ini bekerja dengan menggunakan *input sensor* arus *PZEM-004T* sebagai pendeteksi arus nya dan *input* jaringan *internet* untuk menampilkan nilai data arus ke *Thingspeak* dan *BLYNK*, *WEMOS-D1* sebagai *mikrokontroller* nya untuk memproses informasi arus dari *sensor* arus, hasilnya berupa *parameter* arus pada kabel *power* yang tertampil di *thingspeak* secara *online* atau *web* dan notifikasi nilai arus dengan bentuk warna di gauge didalam *Thingspeak* tersebut. Ketika *Thingspeak* tidak bisa di akses, masih ada *BLYNK* dan *LCD* sebagai *monitor* cadangan. Untuk *BLYNK* tertampil nilai arus dan notifikasi berupa golongan nilai arus di *wiget terminal*. Selain *wiget* tersebut, tersedia *wiget notifikasi smartphone* untuk memberitahu bahwa alat mati, juga notifikasi ketika arus mencapai nilai golongan “*OVER CURRENT*”. *Wiget* yang lain yaitu *wiget notifikasi email* yang hanya tersedia *notifikasi* arus mencapai nilai golongan “*OVER CURRENT*” saja. Untuk *LCD*, menampilkan nilai arus bocor dan notifikasi nilai di setiap golongannya. Hasil dari tiga percobaan pengukuran bahwa setiap komponen berada pada tegangan dan arus sesuai spesifikasinya, respon *input* jaringan *internet* tergantung dari konektifitasnya. Untuk *BLYNK* rata-rata respon waktu sekitar 2 detik setiap menampilkan nilai arus, sedangkan untuk *Thingspeak* rata-rata responnya 17 detik. Alat ini lebih unggul daripada *tang ampere* merk sanwa karena mampu menampilkan nilai arus mencapai dua angka dibelakang koma.

**Kata Kunci:** *Kabel power, Monitoring, Sensor arus, Thingspeak, Wemos D1*

## **PENDAHULUAN**

Pada umumnya, penyaluran energi listrik di *transformator* daya *stepdown* dari tegangan 150kV ke tegangan 20kV didalam kapasitas besar menggunakan saluran kabel tegangan menengah untuk media penyalurannya. Untuk itu, faktor utama dalam penunjang penggunaan kabel *power* yaitu pada karakteristik *isolasi* nya. Namun, kendala yang sering terjadi dalam penggunaan kabel *power trafo* ialah ke gagalannya dalam *isolasi* nya. Hal itu lah yang mengakibatkan kebocoran arus di bagian kabel *power trafo* 20kV nya. Karena hal tersebutlah di gardu

induk PLN tepatnya di UPT (Unit Pelayanan *Transmisi*) Durikosambi ULTG Cikupa dilakukanlah inspeksi setiap bulan.

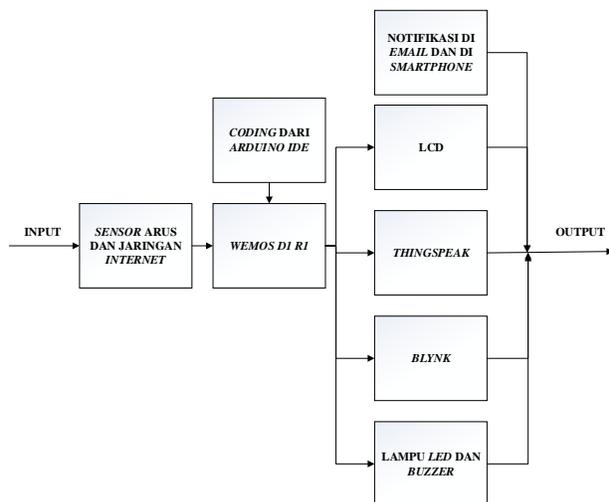
Dengan adanya dampak yang besar dari kebocoran arus seperti yang dijelaskan diatas dan dengan dua jurnal tersebut, maka penulis membuat pengembangan alat untuk tugas akhir yang berjudul “*MONITORING ONLINE ARUS BOCOR KABEL POWER TRAFU TENAGA BERBASIS MIKROKONTROLLER WEMOS-D1 DENGAN DATABASE VIA THINGSPEAK UNTUK MENGOPTIMALKAN INSPEKSI LEVEL-2 DI GARDU INDUK PLN*”. Alat

ini dirancang untuk mencegah terjadinya kebocoran arus secara dini. Sehingga bukan hanya dampak yang kecil, namun dengan alat ini di upayakan tidak ada lagi dampak kebocoran di karenakan kebocoran dapat di cegah. Alat ini bekerja dengan cara mendeteksi kabel *power* di trafo 20kV dengan memakai *input sensor* arus dan *input jaringan internet*. data dari *sensor* arus tersebut akan di olah oleh *WEMOS-D1* dimana pengolahan tersebut di bantu dengan *coding* di *Arduino IDE*. Hasil olahan *WEMOS-D1* berupa *parameter* nilai arus pada kabel *power* yang tertampil di *thingspeak* secara *online* atau *web* dan notifikasi nilai arus dengan bentuk warna di *gauge* didalam *Thingspeak* tersebut. Dampak *positif* nya adalah kebocoran arus tidak lagi terjadi dikarenakan dapat dideteksi secara dini dengan dilihat gejala arus nya lewat alat tersebut. Sehingga dapat dilakukan tindakan untuk mencegah terjadinya kebocoran arus pada kabel *power trafo* 20 kV.

Sesuai dengan *blok diagram* di atas, bahwa sistem kerja alat ini yaitu ketika *sensor* arus di beri tegangan, dimana *sensor* arus sudah terkoneksi dengan kabel *power* trafo 20kV, maka *sensor* arus tersebut akan membaca arus yang yang mengalir pada kabel *power trafo* 20kV. Kemudian informasi tersebut akan dikirim ke *WEMOS-D1* untuk di proses dengan bantuan *coding Arduino IDE*. Hasil nya berupa *database* arus yang ada pada kabel *power trafo* 20kV di *website* yang bernama *Thingspeak* dan dapat dilihat melalui *smartphone* lewat aplikasi *BLYNK* sebagai *monitoring* cadangan, namun harus terkoneksi dulu dengan *input jaringan internet*. Maka sekarang pengguna dapat *memonitor* arus pada kabel *power trafo* 20 kV didalam *Thingspeak* dan di aplikasi *BLYNK*. Selain itu, data arus juga tertampil di LCD sebagai *monitoring* cadangan juga ketika *Thingspeak* dan aplikasi *BLYNK* tidak bekerja karena *error*. Selain *output* untuk *monitoring*, hasil data dari *WEMOS-D1* di kirim ke *output* tambahan berupa *indikator* lampu LED dan *buzzer* yang mewakili nilai arus di setiap golongannya, seperti “NO CURRENT”, “LOW CURRENT”, “STEADY CURRENT”, “ OVER CURRENT” yang tertampil di LCD, aplikasi *BLYNK* dan warna golongan di aplikasi *Thingspeak*. Selain itu, hasil dari *WEMOS-D1* dikirim juga ke *output* tambahan yang lain berupa notifikasi yang tertampil pada *smartphone* ketika alat mati juga ketika arus berada pada golongan “OVER CURRENT”. Untuk notifikasi pesan email hanya menampilkan peringatan ketika nilai arus pada golongan “OVER CURRENT”.

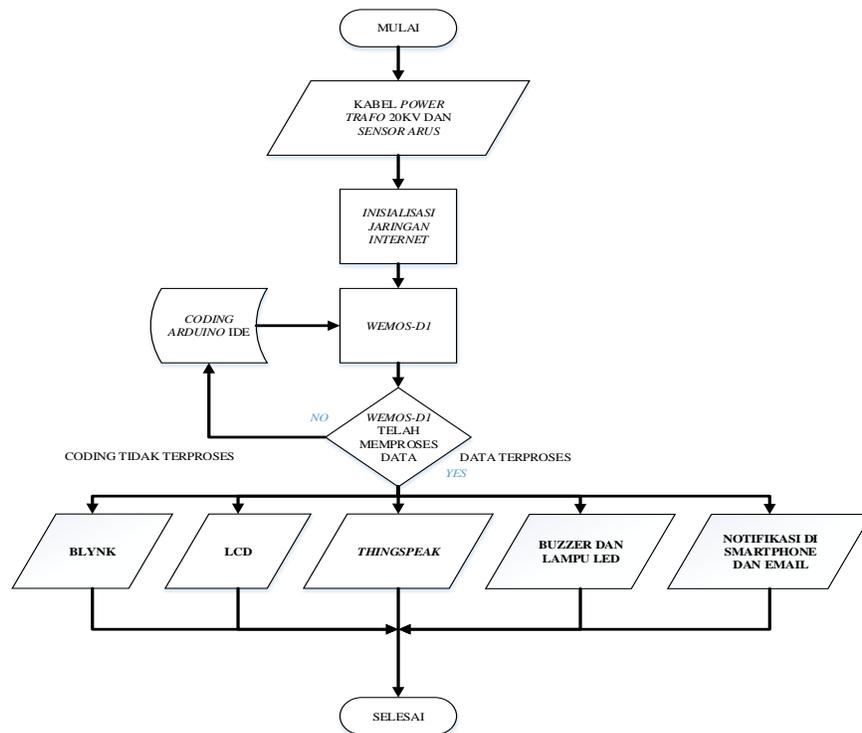
## METODE PENELITIAN

### BLOK DIAGRAM



Gambar 1. Blok Diagram

### FLOWCHART

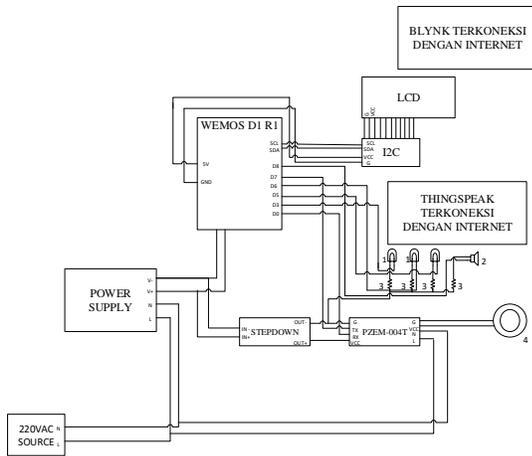


Gambar 2 *Flowchart* sistem kerja alat

Sesuai dengan *flowchart* sistem kerja alat di atas, bahwa alat ini bekerja ketika kabel *power trafo* 20kV yang telah mengalirkan arus, diukur dengan sensor arus untuk mendeteksi nilai arus nya. Setelah itu, informasi tersebut di kirim ke *WEMOS-D1* untuk di proses dengan bantuan *coding* di *Arduino IDE* dengan terkoneksi oleh jaringan *internet*. Jika *WEMOS-D1* tidak dapat memproses data, maka pastikan lagi *coding Arduino IDE* nya. Apabila *WEMOS-D1* dapat memproses data, maka hasilnya berupa nilai arus yang tertampil sebuah *database* dengan tampilan *widget gauge* yang didalamnya terdapat nilai arus dan golongan arus dengan perbedaan warna di setiap nilai golongannya dengan waktu yang *real time* di dalam *website* yang bernama *Thingspeak*. Selain itu, hasil *database* nilai arus dapat dilihat melalui *smartphone* lewat aplikasi *BLYNK* sebagai *monitoring* cadangan. Data arus juga tertampil di *LCD* sebagai *monitoring* cadangan yang lain ketika

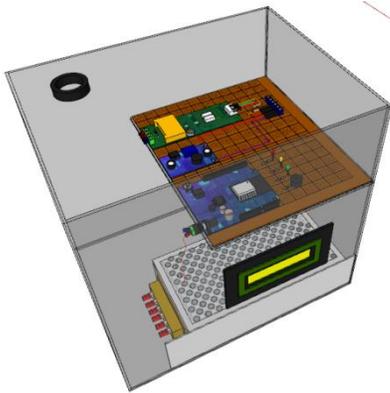
*Thingspeak* dan aplikasi *BLYNK* tidak bekerja karena *error*. Selain *output* untuk *monitoring*, hasil data dari *WEMOS-D1* di kirim ke *output* tambahan berupa *indikator* lampu *LED* dan *buzzer* yang mewakili nilai arus di setiap golongannya, seperti “*NO CURRENT*”, “*LOW CURRENT*”, “*STEADY CURRENT*”, “*OVER CURRENT*” yang tertampil di *LCD*, aplikasi *BLYNK* dan warna golongan di aplikasi *Thingspeak*. Selain itu, hasil dari *WEMOS-D1* dikirim juga ke *output* tambahan yang lain berupa *notifikasi* yang tertampil pada *smartphone* ketika alat mati juga ketika arus berada pada golongan “*OVER CURRENT*”. Untuk *notifikasi* pesan email hanya menampilkan peringatan ketika nilai arus pada golongan “*OVER CURRENT*”.

### ***Wiring Diagram***



Gambar 3 *Wiring Diagram*  
 Sumber: Dokumen pribadi, tahun 2021

**Design Hardware**



Gambar 4 Design Hardware

**Design Software**

Didalam penelitian ini, design software dibag menjadi 5 bagian agar lebih mudah

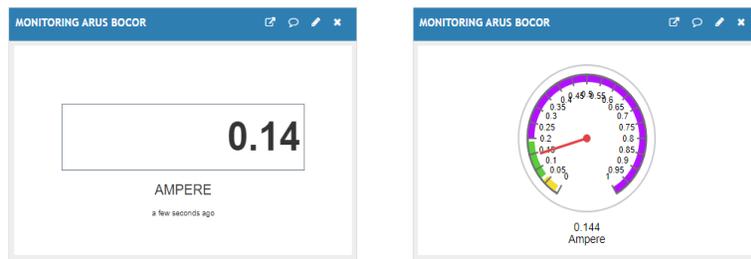
dalam penjelasannya. Di antara lain sebagai berikut:

**1. Coding di Arduino IDE**

Software *Arduino IDE* di penelitian ini berfungsi untuk pembuatan *coding* dengan Bahasa C++ guna mampu *menghasilkan* data nilai arus yang akurat pada tampilan di *Thingspeak*, aplikasi *BLYNK* dan *LCD* dengan di deteksi oleh *sensor arus*.

**2. Tampilan di Thingspeak**

Media *Thingspeak* menyediakan tampilan *output* berupa *database* secara *real time* dengan sistem monitoring jarak jauh atau tanpa melihat batasan jarak. Tampilannya berupa *grafik*, *numerik* dan *gauge* nilai arus bocor pada kabel *power*. Tampilan di *widget gauge* tertampil warna-warna yang mengindikasikan nilai arus di setiap golongannya. Golongan nilai arus berupa “*NO CURRENT*” dengan indikasi di *gauge* berwarna merah, “*LOW CURRENT*” dengan indikasi di *gauge* berwarna kuning, “*STEADY CURRENT*” dengan indikasi di *gauge* berwarna hijau, “*OVER CURRENT*” dengan indikasi di *gauge* berwarna ungu. Cara membaca *gauge* meilihat dari jarum *gauge* berada di posisi nilai berapa dan golongan warna apa. Sehingga dengan demikian nilai dan golongan notifikasinya dapat diketahui.



Gambar 6. Tampilan *Thingspeak*

### 3. Tampilan di LCD

LCD menyediakan tampilan *output* berupa *database* secara *real time* dengan sistem monitoring arus bocor. Tampilannya berupa nilai arus bocor pada kabel *power* dan notifikasi golongan nilai arus bocor nya. Golongan nilai arus bocor tersebut berupa “NO CURRENT”, “LOW CURRENT”, “STEADY CURRENT” “OVER CURRENT”.

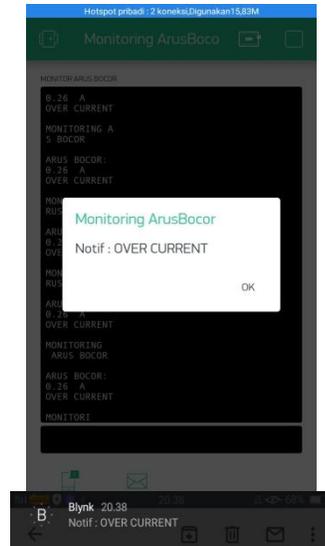
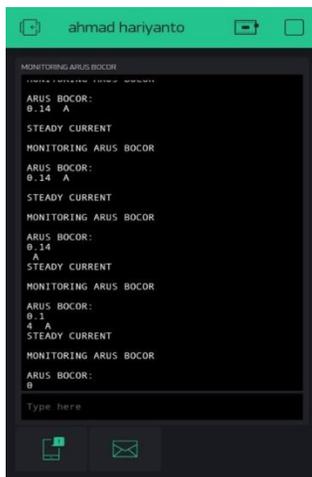


Gambar 7 Tampilan LCD

Sumber: Dokumen pribadi, tahun 2021

### 4. Tampilan di BLYNK

Aplikasi *BLYNK* menyediakan tampilan *output* berupa *database* secara *real time* dengan sistem monitoring jarak jauh atau tanpa melihat batasan jarak. Tampilannya berupa nilai arus bocor pada kabel *power* dan notifikasi golongan nilai arus bocor nya. Golongan nilai arus bocor tersebut berupa “NO CURRENT”, “LOW CURRENT”, “STEADY CURRENT” “OVER CURRENT”. Selain itu, tertampil *widget* untuk notifikasi yang dikirim ke *smartphone* dan ke *email* ketika “OVER CURRENT”.



{Pengukuran Arus Bocor}

Kotak Masuk

Blynk 20:37 kepada saya

Dari Blynk • dispatcher@blynk.io  
Kepada a.hariyanto9009053p3b@gmail.com  
Tanggal 21 Sep 2021 20:37  
Enkripsi standar (TLS).  
[Lihat detail keamanan](#)

{OVER CURRENT di Gardu Induk Rajeg}

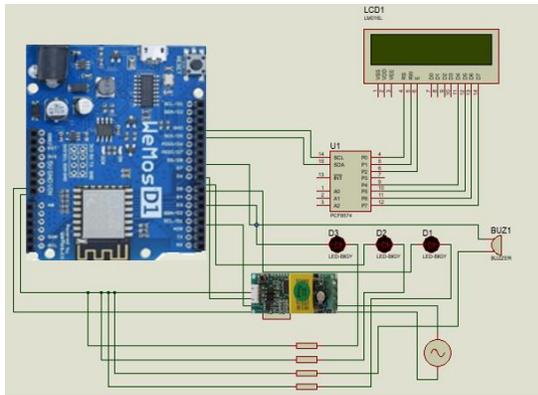
Blynk 20:37 kepada saya

Dari Blynk • dispatcher@blynk.io  
Kepada a.hariyanto9009053p3b@gmail.com  
Tanggal 21 Sep 2021 20:37  
Enkripsi standar (TLS).  
[Lihat detail keamanan](#)

Gambar 8 Tampilan di BLYNK

### 5. Design software di proteus

*Proteus* di penelitian ini mempunyai fungsi untuk merancang dan menguji alat yang akan dibuat sebelum menerapkan secara nyata guna diharapkan terhindar dari kesalahan pembuatan atau pembelian komponen komponen yang tidak diperlukan sehingga mengakibatkan kerugian dalam segi biayanya.



Gambar 9 Design Software di Proteus  
Sumber: Dokumen pribadi, tahun 2021

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian yang telah dilakukan, didapatkan sebuah hasil berupa alat “MONITORING ONLINE ARUS BOCOR KABEL POWER TRAFU TENAGA BERBASIS MIKROKONTROLLER WEMOS-D1 DENGAN DATABASE VIA THINGSPEAK UNTUK MENOPTIMALKAN INSPEKSI LEVEL-2 DI GARDU INDUK PLN”. Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran arus, dan tegangan setiap komponen. Selain itu, tertalampir tabel hasil pengukuran respon nilai arus yang tertampil pada LCD, BLYNK, dan Thingspeak.

Tabel 3 Hasil pengukuran setiap komponen

HASIL PENGUKURAN SETIAP KOMPONEN			
NO	NAMA KOMPONEN	TEGANGAN	ARUS
1	WEMOS D1	11.42 VDC	0.02 A
2	STEPDOWN IN	11.42 VDC	0.02 A
	STEPDOWN OUT	4.98 VDC	0.03 A
3	BUZZER	2.06 VDC	0.03 A
4	LAMPU LED	1.98 VDC	0.03 A
5	PZEM-004T	4.98 VDC	0.03 A
6	LCD AND I2C	5.03 VDC	0.02 A
7	POWER SUPPLY	11.42 VDC	0.02 A

Hasil pengukuran yang berada pada tabel 3 didapat dari pengukuran nilai tegangan dan nilai arus menggunakan media AVO

meter. Pengukuran setiap komponen tersebut bertujuan guna mengetahui bahwa komponen-komponen yang digunakan untuk membangun suatu alat monitoring arus bocor ini sesuai dengan spesifikasinya. Dikarenakan Wemos-D1 dan stepdown IN baik tegangan dan arusnya di suplai langsung dari power supply, maka nilainya akan sama. Sama halnya nilai tegangan dan nilai arus pada sensor PZEM-004T yang mempunyai nilai yang sama dengan stepdown OUT dikarenakan suplai tegangan dan arusnya langsung dari stepdown OUT tersebut.

Tabel 4 Pengukuran respon koneksi input jaringan internet ke alat

PENGUKURAN RESPON KONEKSI INPUT JARINGAN INTERNET KE ALAT			
NO	JARAK	BLYNK	THINGSPEAK
1	0.5 meter	2 detik	17 detik
2	1 meter	0.8 detik	15.8 detik
3	2 meter	3 detik	18 detik
4	5 meter	1 detik	16 detik
5	10 meter	2 detik	17 detik
6	20 meter	3 detik	18 detik
7	60 meter	2.2 detik	17.2 detik
8	1 kilo meter	1.4 detik	16.4 detik
9	2 kilo meter	1 detik	16 detik
10	3 kilo meter	3 detik	18 detik
11	5 kilo meter	2 detik	17 detik

Dengan bukti pengukuran tabel 4, bahwa input jaringan internet tidak dipengaruhi oleh jarak, namun dipengaruhi oleh kestabilan koneksinya. Untuk aplikasi BLYNK rata-rata responnya berada pada waktu 2 detik setiap menampilkan nilai arus yang sebenarnya. Sedangkan untuk Thingspeak rata-rata responnya 17 detik dikarenakan interval pada widget di Thingspeak sendiri yang mampu mengukur minimal pada nilai di kurun waktu 15 detik kemudian.

Tabel 5 Pengukuran perbandingan nilai arus yang di ukur dengan alat dan Tang ampere

PENGUKURAN PERBANDINGAN NILAI ARUS YANG DI UKUR DENGAN ALAT DAN TANG AMPERE			
NO	NAMA BEBAN	ALAT	TANG AMPERE
1	Fan motor DC	0.14 A	0.1 A
2	Lampu LED	0.12 A	0.1 A
3	Kipas angin ukuran sedang level 1	0.15 A	0.1 A
4	Kipas angin ukuran sedang level 2	0.16 A	0.1 A
5	Kipas angin ukuran sedang level 3	0.17 A	0.1 A
6	Kipas angin ukuran besar level 1	0.24 A	0.2 A
7	Kipas angin ukuran besar level 2	0.25 A	0.2 A
8	Kipas angin ukuran besar level 3	0.26 A	0.2 A
9	Magicom posisi warn	0.32 A	0.3 A
10	Magicom posisi cooking	1.83 A	1.8 A

Pada tabel 5 terlihat keunggulan penggunaan alat daripada tang ampere di segi pengukurannya, alat monitoring arus tersebut lebih detail karena menampilkan nilai arus hingga dua angka dibelakang koma, sedangkan tang ampere hanya dapat menghitung nilai arus sampai 1 angka dibelakang koma.

### Pembahasan

Dari pembahasan perbagian sistem, dibuatlah sebuah rangkuman keseluruhan pembahasan. Yaitu keetika arus listrik rumahan mengalir menuju ke power supply, maka akan dirubah arusnya dari arus AC menjadi arus DC. Di power supply ini, arus input yang mengalir ke power supply di jumper dengan kabel power bertegangan 220VAC. Kabel power tersebut di sambungkan ke lampu arus AC atau ke perangkat elektronik lainnya. Kabel power tersebutlah yang akan di monitor nilai arusnya dengan menggunakan sensor arus PZEM004T. Kabel power ini lah yang menggantikan kabel power trafo bertegangan 20kV. Penggantian kabel tersebut di pembuatan alat ini guna untuk menghindari terjadinya kecelakaan yang berakibat fatal.

Selain itu, kegunaan power supply bertujuan untuk menghidupkan sistem alat yang menggunakan arus DC seperti sensor arus AC PZEM-004T, WEMOS-D1, Stepdown module, I2C module, dan LCD.

Setelah data di dapat oleh sensor arus AC PZEM-004T yang berupa nilai arus, maka data tersebut dikirim ke WEMOS-D1 untuk di olah dengan bantuan coding dari Arduino IDE. Selain sensor PZEM-004T, terdapat input tambahan berupa jaringan internet, guna membantu pengiriman data ke outputnya seperti monitor di aplikasi BLYNK dan webbase di Thingspeak. Hasilnya berupa parameter arus pada kabel power yang tertampil di Thingspeak secara online atau web dan notifikasi nilai arus dengan bentuk warna di gauge didalam Thingspeak tersebut. Ketika Thingspeak tidak bisa di akses, masih ada BLYNK dan LCD sebagai monitor cadangan. Untuk BLYNK tertampil nilai arus dan notifikasi berupa golongan nilai arus di widget terminal. Selain widget tersebut, tersedia widget notifikasi smartphone untuk memberitahu bahwa alat mati, juga notifikasi ketika arus mencapai nilai golongan "OVER CURRENT". Widget yang lain yaitu widget notifikasi email yang hanya tersedia notifikasi arus mencapai nilai golongan "OVER CURRENT" saja. Untuk LCD, menampilkan nilai arus bocor dan notifikasi nilai di setiap golongannya. Hasil dari tiga percobaan pengukuran bahwa setiap komponen berada pada tegangan dan arus sesuai spesifikasinya, respon input jaringan internet tergantung dari konektifitasnya, dan alat ini lebih unggul daripada tang ampere merk sanwa karena mampu menampilkan nilai arus mencapai dua angka dibelakang koma.

### KESIMPULAN DAN SARAN

## Kesimpulan

1. Gabungan sensor *PZEM004T* dengan jaringan *internet* akan menghasilkan sebuah alat *monitoring online* arus bocor pada kabel *power trafo* 20 kV yang dapat mengoptimalkan inspeksi *LEVEL- 2* di gardu induk PLN dengan hasil tiga percobaan pengukuran bahwa setiap komponen berada pada tegangan dan arus sesuai spesifikasinya, respon *input* jaringan *internet* tergantung dari konektivitasnya, dan alat ini lebih unggul daripada *tang ampere* merk *sanwa* karena mampu menampilkan nilai arus mencapai dua angka dibelakang koma seperti pengukuran Fan motor DC yang di ukur dengan tang ampere mendapatkan nilai 0.1 A, sedangkan dengan alat monitoring arus bocor mendapatkan nilai arus 0.14 A.
2. Dengan alat tersebut pengguna dapat secara optimal melakukan inspeksi level-2 di gardu induk PLN dan terhindar dari kondisi pemadaman di beberapa tempat yang di akibatkan salah satunya kebocoran arus pada kabel *power*.

## Saran

Dari pembuatan alat *Monitoring Online Arus Bocor Kabel Power Trafo Tenaga Berbasis Microcontroller WEMOS-D1 Dengan Database Via Thingspeak* Untuk Mengoptimalkan Inspeksi *Level-2* di Gardu Induk PLN didapatlah beberapa saran, yaitu :

1. Apabila ada yang ingin mengembangkan alat ini, maka tambahkan komponen webcam di alat tersebut, sehingga dapat mengetahui secara *real* kondisi secara fisik kabel *power trafo* yang di ukur.
2. Apabila ada yang ingin mengembangkan alat ini, maka diharapkan untuk menambahkan komponen berupa sensor lain seperti

sensor pendeteksi kelembapan diruangan yang dapat mempengaruhi kondisi secara fisik kabel *power trafo* tersebut.

3. Jika ingin dikembangkan alat ini, maka bias ditambahkan untuk *sensor partial discharge*, *sensor* *lecutan corona* atau *sensor noise detector*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akprind, T., & Ji, Y. (2021). *Pelatihan Penyambungan Kabel Tegangan Menengah 20 KV*. 2(1), 8–14.
- Anwar, S., Artono, T., & Fadli, A. (2019). *Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T*. 3(1), 272–276.
- Evanly Nurlana, M., & Murnomo, A. (2019). *Pembuatan Power Supply Dengan Tegangan Keluaran Variable Menggunakan Keypad Berbasis Arduino Uno*. *Edu Elekrika*, 8(2), 1–35.
- Hamdani, R., Puspita, I. H., & Wildan, B. D. R. (2019). *PEMBUATAN SISTEM PENGAMANAN KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID)*. 8(2).
- Ilmiah, P. (2017). *PURWARUPA SISTEM MENYALAKAN DAN MEMATIKAN LAMPU RUANGAN BERBASIS ANDROID DENGAN WEMOS DI MINI*.
- Kusuma, A. S. S. A., Studi, P., Elektro, T., Moh, J., & Ii, K. (2018). *PENDETEKSIAN DINI TERHADAP ARUS BOCOR KABEL TANAH TEGANGAN MENENGAH PADA*

*TRANSFORMATOR 150 / 20kV. XX(2).*

Lianda, J. (2020). *Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum*. 5(1), 32–41.  
<https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i1.31249>

Manajemen, J., Teknik, D. A. N., Ultrasonik, S., & Arduino, B. (2019). *Jurnal manajemen dan teknik informatika*. 03(01).

Pangestu, A. D., Ardianto, F., Alfaresi, B., Elektro, J. T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., ... Palembang, U. M. (2019). *SISTEM MONITORING BEBAN LISTRIK BERBASIS ARDUINO NODEMCU ESP8266*. 4(1), 187–197.

Rahmadayanti, F. (2016). Aplikasi Android Lampu Led Berbasis Arduino. *Jurnal Ilmiah Betrik*, 7(03), 114–127.  
<https://doi.org/10.36050/betrik.v7i03.82>

Sandra, R., Simbar, V., & Syahrin, A. (2017). *PROTOTYPE SISTEM MONITORING TEMPERATUR MENGGUNAKAN ARDUINO UNO R3 DENGAN KOMUNIKASI WIRELESS*. 8(1), 80–86.

Siburian, J., Jurusan, D., Elektro, T., & Darma, U. (2019). *Karakteristik transformator*. VIII(21), 21–28.

Widodo, A. E., Hidayat, A. S., & Wati, F. F. (2020). *Detektor Kebocoran Listrik Rumah Berbasis Arduino*. 8(2), 40–49.