

## SISTIM DETEKSI DINI KETIDAK SEIMBANGAN BEBAN TIGA PHASA BEBASIS ARDUINO PADA PANEL HUBUNG TEGANGAN RENDAH

SYARIFUDDIN NOJENG<sup>1</sup>, ARIF JAYA<sup>2</sup>, RENY MURNIATI<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia,

<sup>3</sup>Fakultas Teknik Universitas Sawerigading Makassar

Email:<sup>1</sup>syarifuddinnojeng@umi.ac.id,<sup>2</sup>arifjaya@umi.ac.id,

<sup>3</sup>renymurniati50@gmail.com

### ABSTRAK

Dalam penelitian ini, sistim yang dikembangkan berbasis Teknologi *Internet of Things (IoT)* yang dibangun terdiri atas: perangkat *embedded system* yang berfungsi untuk melakukan pengukuran dan pengiriman data, perangkat lunak *Web Service* yang berfungsi untuk menerima data dari sensor system dan perangkat lunak berbasis Arduino menggunakan platform aplikasi *Blynk Cloud* dalam penyajian data dan pengelolaan data untuk melalui perangkat display perangkat android. Sistim ini dibangun untuk memberikan fungsi peringatan dini terhadap anomali parameter trafo seperti *overload, overvoltage dan unbalance load*. Berdasarkan pengujian, waktu yang di butuhkan untuk mengirim dan menerima notifikasi di smartphone user melalui aplikasi blynk berkisar pada 3-4 detik. Dengan menetapkan batas toleransi tertentu sebagai batas ambang ketidakseimbangan, maka pada saat beban sangat tidak seimbang dimana arus netral hampir sama atau lebih besar dari arus fasa maka pada lampu indikator lokal akan menyala dan pada sistim android akan memberikan indikator *unbalance load*.

**Kata kunci:** sistem distribusi, Tegangan Rendah, real time, deteksi dini, monitoring, IoT, losses

### I. PENDAHULUAN

Industri penyedia energi listrik merupakan sektor yang amat penting dalam mendukung ekonomi negara. Hampir semua perusahaan listrik dunia termasuk PLN sebagai sebuah pengelola tenaga listrik di Indonesia memiliki sistim manajemen dalam menjaga kualitas dan kuantitas pasokan khususnya terkait dengan *Power Quality* yang sesuai standar. Dalam sistim *power grid* modern, konsumen pada jaringan distribusi sangat *concern* terhadap masalah kualitas daya (PQ). Bahkan, mereka siap membayar harga yang lebih tinggi untuk pasokan daya yang andal dan berkualitas baik. Disisi lain, beberapa operator utilitas hanya fokus pada sisi menjaga keandalan saja, namun mengabaikan kualitas tegangan dan arus pasokan (Mayurkumar Rajkumar Balwani, 2021). Selain itu, kerugian menjadi indikator penting dari ekonomi tingkat

efisiensi dan manajemen pasokan daya listrik. Untuk meningkatkan metode perhitungan kerugian pada saluran, maka perhitungan real-time sebagai metode untuk yang diterapkan dalam menghitung kehilangan saluran distribusi yang diakibatkan ketidakseimbangan dinamis tiga fasa (WEI Meifang, 2019). berdasarkan hal di atas algoritma, sistem perangkat keras yang memiliki berfungsi untuk mengidentifikasi fase yang tidak seimbang dan dapat menghitung kerugian baris on line. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas daya listrik adalah dengan memperbaiki ketidak seimbangan beban pada sistim tiga phasa, guna meningkatkan kualitas layanan serta keandalan (Igor Naumov, et al., 2021).

Panel Hubung Bagi (PHB) TR pada jaringan distribusi merupakan komponen utama dalam penyaluran daya listrik dari gardu yang perlu dimonitor pembebanannya. Sebagai salah satu aset yang penting dalam sistim distribusi daya, maka diperlukan upaya untuk menjaga kondisi ubnormal trafo menggunakan sistim manajemen operasi trafo distribusi. Manajemen trafo yang efektif memiliki tujuan untuk memperoleh kondisi yang optimal keseimbangan beban dengan ekonomi misalnya, biaya operasi dan biaya loses. Kondisi operasi pada trafo seperti overload, over voltage dan unbalnaced load menimbulkan dampak yang signifikan dalam perawatan dan efisiensi dalam industri penyediaan listrik. Kondisi ubnormal yang terjadi pada trafo dapat dicegah melalui real time monitoring sehingga ada upaya perawatan berkala pada waktu-waktu tertentu. Pembebanan tidak seimbang terutama di wilayah tertentu yang sulit dipantau setiap saat adalah salah faktor yang mempengaruhi turunnya efisiensi trafo. Oleh karena itu, penting untuk monitoring sehingga dapat dilakukan perawatan yang tepat pada trafo yang mensupai sistim tiga phasa guna menjamin keandalan dan ketersediaan pasokan tenaga listrik secara keseluruhan (Alfonso de Pablo,2011).

Metode *Condition-Monitoring* (CM) telah diterapkan dalam masalah monitoring kondisi operasi trafo dengan cara mendeteksi penyebab kegagalan. Pendekatan sistem ini mampu menekan biaya perawatan serta dapat menjaga kehandalan dan ketersediaan layanan dengan (Abu-Elanien& Salama, 2010). Saat ini teknologi informasi memiliki peranan yang besar dalam aktivitas manusia. Cara lain telah diusulkan penggunaan

GSM (Global System for Mobile communication) melalui SMS, dengan analisis data yang relevan, dapat diperoleh pantauan secara otomatis suhu transformator melalui sistem pemantauan jarak jauh ( Xiao-hui Cheng; Yang Wang, 2012). Status sistem monitor jarak jauh diperkenalkan dengan komposisi serta prinsip penerapan sistem IoT (Qin shou). Berdasarkan hal tersebut, diperkenalkan pula fungsi dan karakteristik serta masing-masing modul perangkat lunak dan desain basis data. Sistem meningkatkan kinerja dan stabilitas pasokan daya dan mengurangi waktu pemadaman listrik, dapat meramalkan kemungkinan kesalahan melalui analisis data Penerapan teknologi Intertent of Things (IoT) mulai dimanfaatkan untuk mengimplementasikan monitoring kondisi trafo secara real time. Sistem IoT sendiri adalah sebuah sistem telekomunikasi dengan media nirkabel yang terdiri dari beberapa perangkat yang bergerak, sensor atau perangkat lainnya yang saling berkomunikasi dan mencapai tujuan tertentu (Atzori, et al., 2010). Teknologi ini dimanfaatkan untuk mendapatkan data dan berkomunikasi dengan perangkat lain melalui jaringan internet (wifi). Data yang berasal dari sensor selanjutnya diproses kemudian dapat menjadi sebuah informasi yang berguna untuk pengambil keputusan. Selanjutnya dikembangkan sistem *online monitoring* dan *early warning system* (EWS) untuk melakukan pendeteksian kegagalan lebih awal pada trafo selanjutnya data dikirimkan secara periodik dari tiap trafo dan dianalisis lebih lanjut dalam pengambilan keputusan pada proses manajemen trafo (Budi Eko Prasetyo, 2020). Penerapan teknologi Internet of Things dapat secara efektif meningkatkan kecerdasan dan jaringan sistem pemantauan komputer.

Sementara pada penelitian diusulkan oleh Abadi,2022 adalah metode baru untuk menaksir nilai rugi-rugi tembaga dengan menggunakan sistem fuzzy yaitu metode Takagi-Sugeno-Kang (TSK) orde satu yang dikombinasikan dengan *Singular Value Decomposition* (SVD).

Tingkat ketidakseimbangan arus fasa yang cukup tinggi dan menyebabkan ketidakseimbangan tegangan sistem catu daya tiga fasa yang signifikan. Perhitungan indikator menampilkan karakteristik ketidakseimbangan tegangan yang didasarkan pada pengukuran yang diolah menggunakan program komputer (naumov, 2021).

Usulan lain yang telah dilakukan melalui pengembangan mobile embedded system, untuk memantau dan merekam parameter transformator distribusi seperti arus, suhu, level minyak, getaran dan kelembaban trafo. Unit terminal jarak jauh dipasang di lokasi trafo distribusi dan parameter di atas diproses dan direkam menggunakan konverter analog ke digital (ADC) 8-saluran dari sistem tertanam dalam memori sistem (panherkar, 2017). Jika terjadi ketidaknormalan, sistem mengirimkan pesan peringatan ke ponsel serta unit pemantauan yang berisi informasi tentang ketidaknormalan dan beberapa instruksi yang telah ditentukan sebelumnya yang diprogram dalam mikrokontroler (Rohit R. Pawar). Dalam usulan (Marina Artiyasa, 2020), mengembangkan smart home dengan menggunakan flatform Blynk pada sistim ANDROID untuk mengendalikan module arduino, dimana aplikasi ini memiliki fitur yang memudahkan user memakainya

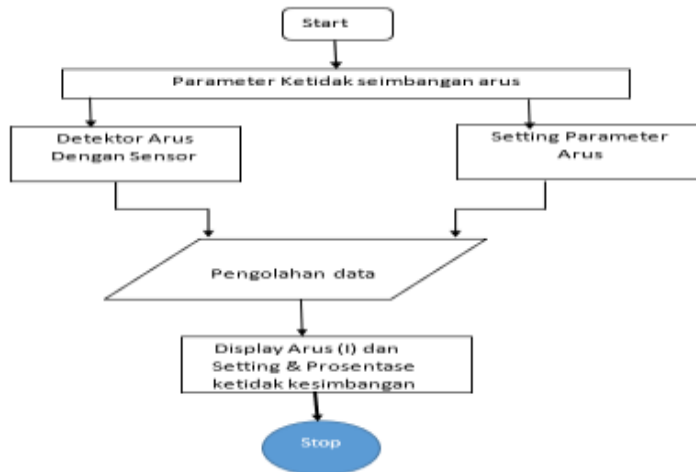
Pada usulan ini memperkenalkan teknologi dasar dari teknologi Internet of Things untuk dan menganalisis poin-poin utama dari teknologi pemantauan komputer berbasis Internet of Things pada tahap ini dan kemudian mengambil sistem pemantauan komputer sebagai objek penelitian, dan selanjutnya menganalisis pemantauan komputer sistem berdasarkan teknologi Internet of Things untuk membantu personel terkait menerapkan teknologi IoT dengan lebih baik ke sistem pemantauan komputer [ (zhao, 2022).

Dari penelusan pustaka, telah banyak penelitian yang dilakukan untuk memonitor kondisi pemebebanan tiga fasa pada sistim distribusi namun belum memberikan sebuah peringatan dini guna mengurangi loses pada sistim. Dalam penelitian ini akan memonitor dan memberikan peringatan dini melalui indikator alarm kondisi pembebanan arus netral pada sistim 3 fasa untuk kedepannya dapat mengurangi dampak ekonomis secara real time pada sistim distribusi berbasis IoT.

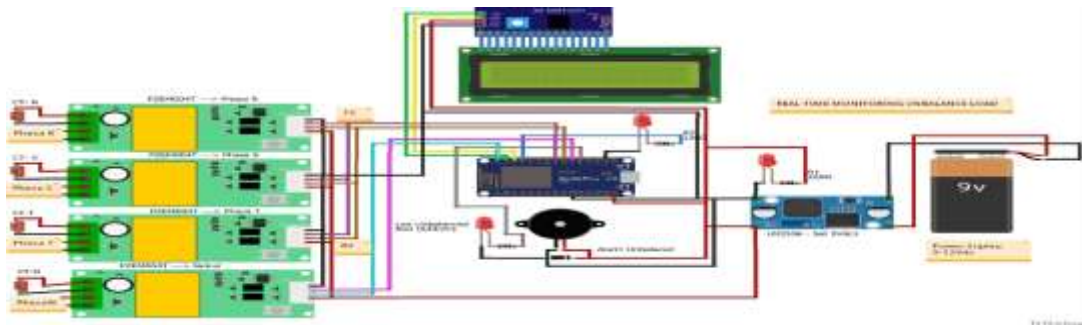
## **II.METODE PENELITIAN**

Sistim IoT yang dibangun pada penelitian ini terdiri atas *embedded system* yang berfungsi untuk melakukan pengukuran parameter trafo seperti tegangan, arus dan ketidak seimbangan serta melakukan perhitungan untuk kerugian daya akibat arus netral.

Karena lifetime trafo distribusi perlu dimonitor secara real time merupakan denyut jantung utama dalam menjaga layanan kepada pelanggan. Hal ini tentunya juga mempengaruhi pendapatan perusahaan penyedia energi listrik.



Gambar 1. Flowchart Penelitian



Gambar 2. Blok Diagram Monitoring Real Time Ketidak-seimbangan Arus berbasis Arduino

Daftar Komponen:

1. IoT Micro-controller : ESP8266 -Node MCU V3
2. LCD 20x4 (I2C)
3. Sensor Arus : PZEM-004T / 100A
4. Converter Tegangan LM-2596
5. Buzzer (indicator remote)
6. Led (indikator local unbalance load)
7. Power supply 9 V DC.
8. Resistor
9. Komponen PHB TR

Pada gambar 1. merupakan diagram rangkaian monitoring dan deteksi dini berbasis android yang memperlihatkan proses sebelum melakukan kendali pada alat monitoring. Pertama – tama sensor akan bekerja mengambil data yang dibutuhkan lalu diteruskan ke RS485 yang berfungsi sebagai alat komunikasi/pengirim data ke mikrokontroler ESP32. Selanjutnya perangkat ESP32 ini berfungsi sebagai pengolah data serta berperan penting dalam proses pengiriman data ke database. Jadi hal pertama yang penting bagi ESP32 yaitu dapat terkoneksi ke wifi atau internet agar dapat mengirim data yang telah didapat pada sensor ke database, jika belum terhubung maka lakukan sinkronisasi antar muka sampai dapat terkoneksi. User membuka website yang telah dibuat untuk mengirimkan perintah agar dapat melihat data -data yang telah terdapat pada database.

Dan pada sisi hardware agar dapat melihat informasi yang telah didapatkan dari sensor PZEM-004T yang telah diolah di ESP32, dapat dilihat pada LCD dengan ukuran 20x4. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan selanjutnya kita menganalisa apakah data yang didapatkan sudah benar.

Disamping pengukuran menggunakan sensor, node master akan melakukan perhitungan terhadap beberapa parameter yang nantinya akan dikirim kepada server, yaitu:

a. *Load Demand*

Merupakan penghitungan pembebanan pada trafo yang berasal dari parameter tiga fasa arus (I) .

b. *Unbalanced Current* Merupakan penghitungan parameter ketidak seimbangan arus (I) pada ketiga fasa.

c. *Losses*

#### **IV.HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil uji coba sistem pada pengukuran kedua trafo tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Aplikasi *Blynk Cloud* berbasis Arduino menampilkan data yang diperoleh dari sensor dalam bentuk grafik. Tampilan grafik pada display android dapat digunakan sebagai informasi trending arus tiap fasa pada sebuah trafo dan mendapatkan profil



pembebanan maksimal atau minimal dalam rentang waktu tertentu.

#### 4.1. Hasil Pengujian Berbeban ( Tidak Seimbang)

##### 1. Hasil Pengujian Arus

Tabel 1. Hasil Pengujian Arus

Data Beban	Hasil Pengukuran	Hasil Pengujian alat		Ket.
		Dengan pengukuran langsung (Lokal)	Dengan sistim WiFi Monitoring (Remote)	
Phasa R=25 Watt	0,1 Amp	0,11	0,11 Amp	Tolerasi dibawah 5%
Phasa S=20 Watt	0,09 Amp	0,10	0,09 Amp	Tolerasi dibawah 5%
Phasa T=15 Watt	0,07 Amp	0,08	0,08 Amp	Tolerasi dibawah 5%
Phasa Netral	0,02 Amp	0,03 Amp	0,03 Amp	Masih dibawah batas toleransi setting ketidak seimbangan beban

#### 4.2 Hasil Pengujian Berbeban ( Tidak Seimbang)

##### 1. Hasil Pengujian Arus

Tabel 2. Hasil Pengujian Arus

Data Beban	Hasil Pengukuran	Hasil Pengujian alat		Ket.
		Dengan pengukuran langsung (Lokal)	Dengan sistim Arduino (Remote)	
Phasa R=25 Watt	0,1 Amp	0,11	0,11 Amp	Tolerasi dibawah 5%
Phasa S=20 Watt	0,09 Amp	0,10	0,09 Amp	Tolerasi dibawah 5%
Phasa T=10 Watt	0,03 Amp	0,03	0,03 Amp	Tolerasi dibawah 5%
Phasa Netral	0,08 Amp	0,06 Amp	0,06 Amp	Melewati batas setting ketidakseimbangan

Tabel 3. Unjuk Kerja Sistim Peringatan Dini

Data Ketidak Seimbagan beban	Hasil Pengukuran	Hasil Pengujian alat		Kondisi Peringatan Dini	
		Dengan pengukuran langsung (Lokal)	Dengan sistim Arduino (Remote)	Indokator local (LED)	Informasi notification
% ketidak seimbangan	Pengukuran arus dengan persamaan				
0	0	0	0	Off	Hijau
5 %	5 %	5,2 %	5,2 %	On	Merah
10%	10%	10,6%	10,6%	On	Merah
20%	20%	20,3 %	20,3 %	on	Merah

#### 4.3 Pembahasan:

Berdasarkan hasil uji coba sensor arus dengan menggunakan smartphone,

didapatkan hasil yang cukup memuaskan pada pengukuran ketidakseimbangan arus pada tiap fasa pada PHB TR. Unjuk kerja dari arduino untuk memonitor ketidakseimbangan arus beban menunjukkan hasil yang cukup memuaskan karena toleransi nilai antara hasil pengukuran langsung dengan monitorong secara real time melalui website menghasilkan nilai yang relatif sama. Besar arus netral semakin besar apabila ketidakseimbangan beban juga semakin besar sehingga meningkatkan kerugian daya pada saluran. Aplikasi Blynk ini memerlukan perangkat internet (modem, wifi dan ketersediaan akses internet untuk dapat mengirimkan notifikasi jika ketidakseimbangan yang terdeteksi oleh sensor arus dengan sebuah sinyal atau alarm. Berdasarkan pengujian, waktu yang di butuhkan untuk mengirim dan menerima notifikasi di smartphone user melalui aplikasi blynk berkisar pada 3-4 detik. Hal ini sangat tergantung pada masing masing provider penyedia layanan internet. Dengan menetapkan batas toleransi 5 %, maka pada saat beban sanat tidak seimbang dimana arus netral lebih besar dari arus fasa maka pada lampu indikator lokal akan menyala dan pada sistim android akan memberikan indikator unbalance load (warna merah). Batas toleransis ini dapat dibuat sesuai kondisi masing masing pneyedia daya guna mencegah oeprasi ketidak seimbngan trafo distribusi dan mengurangi losses pada penghantar netral.

#### **IV. KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

Unjuk kerja dari arduino untuk memonitor ketidakseimbangan arus beban menunjukkan hasil yang cukup memuaskan karena toleransi nilai antara hasil pengukuran langsung dengan monitorong secara real time melalui website menghasilkan nilai yang relatif sama. Selain itu, Ssemakin besar ketidakseimbangan beban juga semakin besar sehingga meningkatkan kerugian daya pada saluran. Dengan menetapkan batas toleransi 5 %, maka pada saat beban sanat tidak seimbang dimana arus netral lebih besar dari arus fasa maka pada lampu indikator lokal akan menyala dan pada sistim android akan memberikan indikator unbalance load (warna merah). Batas toleransi ini dapat dibuat sesuai kondisi masing masing pneyedia daya guna



mencegah operasi ketidak seimbangan trafo distribusi dan mengurangi losses pada penghantar netral.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abu-elanien, a. E. & Salama, m. M., 2010. Asset Management Techniques For Transformers. *Electric power systems research*, 80(4), pp. 456-464.
- Artiyasa, Marina et.al, Aplikasi Smart Home Node MCU IOT untuk Blynk, Atzori, l., Iera, a. & Morabito, G., 2010. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*. Vol. 7, No. 1, September 2020: Hal 1- 7
- The Internet of Things: A survey. *Computer networks*, 54(15), pp. 2787- 2805.
- Eko Budi Satriyo et.al, 2019. Sistem Monitoring Trafo Distribusi PT. PLN(Persero) Berbasis IoT, *Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, Vol. 7, No. 1, Februari 2020, hlm. 205-210.
- Bartlett, S., 2002. Asset Management in a de-regulated environment. Paris, on behalf of the CIGRE Joint Task Force 23.18 and Australian.
- German, M. O. et al., 2014. Power asset management: Methods and experiences in Colombian power system. s.l., *Transmission & Distribution Conference and Exposition-Latin America (PES T&D- LA)*.
- Igor Naumov et.al, 2021, Analysis of unbalanced load low-voltage electrical networks operating modes, *E3S Web of Conferences* 295, 02005 (2021).
- Institute Of Electrical And Electronics Engineers, 1980. *IEEE Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications: IEEE Std 446-1980 (revision of IEEE Std 446-1974)*. s.l.:Institute of Electrical and Electronics Engineers, distributed, 1980.
- Kadir, A., 2014. *Pengenalan Sistem Informasi*. Edisi Revisi ed. s.l.:Penerbit Andi.
- Khuntia, s. R., Rueda, j. L., Bouwman, s. & Meijden, v. D., 2015. Classification, domains and risk assessment in asset management: A literature study. s.l., *Power Engineering Conference (UPEC)*, 2015 50th International Universities.