

# DETEKSI KETIDAKSEIMBANGAN TEGANGAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS SENSOR PZEM-004T TERNOTIFIKASI BUZZER

## VOLTAGE UNBALANCE DETECTION ON DISTRIBUTION TRANSFORMERS BASED ON BUZZER NOTIFICATION PZEM-004T SENSOR

Kartika<sup>a\*</sup>, Ridho Ariandi<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universitas Malikussaleh, Teknik Elektro, Kampus Bukit Indah, Lhokseumawe, Indonesia

e-mail: kartika@unimal.ac.id, ridho.170150067@mhs.unimal.ac.id, hmuharry1990@unimal.ac.id

### ABSTRACT

*The distribution transformer is part of the distribution system, the transformer that is closest to the customer, if there is a problem with this transformer, the customer will immediately feel it. designing a detection system that can record the value of electrical parameters so as to ensure the availability of electricity distribution, which can be used as data for periodic maintenance and service. Detect distribution transformers by detecting voltage and oil temperature imbalances in transformers. To get the voltage and current values using the PZEM-004T sensor and for the transformer oil temperature value with a temperature of DS18B20 which will be forwarded to the LCD screen via the Arduino Uno platform. For the average value of the voltage obtained is 65V. This tool successfully reads the output of current, voltage and transformer oil temperature well with an average error of 0.74% at the maximum current reading in phase T. The system can provide information if there is a voltage imbalance, for voltage imbalance the largest error percentage is obtained. in Phase R of 6.31%. The voltage imbalance should not be more than 5% so that the voltage value read in phase R exceeds the capacity of the voltage imbalance which causes a voltage imbalance disturbance in phase T and the display of the value read on the LCD will display the words "Not Normal Voltage" and is marked with a buzzer on.*

**Keywords : Buzzer, DS18B20, Distribution Transformers, PZEM-004T, Voltage Imbalance**

### I. PENDAHULUAN

Sistem distribusi tenaga listrik berperan untuk menyuplai energi listrik yang andal dan berkesinambungan dari sistem transmisi menuju ke beban atau konsumen dengan tegangan 20 kV ke jaringan distribusi dengan tegangan 380V/220 V, transformator distribusi ini disebut juga dengan transformator penurun tegangan. Transformator distribusi ini terhubung langsung ke konsumen. Jika terjadi kendala pada trafo ini, konsumen juga dapat berdampak langsung dari kendala tersebut. Dan juga trafo distribusi ini, paling sering terjadi kendala, karena yang paling dekat untuk merasakan perubahan beban yang terjadi ataupun ketidakseimbangan terhadap tegangan [1] [2].

Sistem 3 fasa dapat mengalami keseimbangan fasa apabila beban yang digunakan juga seimbang diantara ketiga fasa R-S-T. Namun pada praktiknya, keseimbangan dari ketiga fasa sangat sulit di capai karena beban listrik setiap rumah ataupun industri belum tentu indentik. Apabila terjadi ketidak seimbangan

fasa antara fasa R-S-T, maka besar arus listrik tiap fasa tidak sama, sehingga arus netral tidak lagi 0 A. semakin besar ketidak seimbangan fasa, maka arus netral akan semakin besar[3][4][5].

Perawatan yang sesuai penting dilaksanakan pada transformator guna menjamin keandalan serta ketersediaan dari sistem distribusi tenaga listrik secara keseluruhan. Tetapi, proses ini memerlukan waktu. Salah satu upaya yang bisa dilaksanakan dengan merancang sistem monitoring yang bisa memantau kondisi dari transformator distribusi. Pada saat tertentu dengan posisi transformator yang susah dijangkau hingga proses monitoring buat perawatan menjadi tersendat serta memerlukan *effort* lebih. Sehingga butuh membuat sistem monitoring yang lebih efektif lagi efisien supaya mendapatkan ketersediaan informasi maupun data yang bermutu serta lengkap yang bisa mendukung pengambilan keputusan berhubungan dengan trafo[6][7][8].

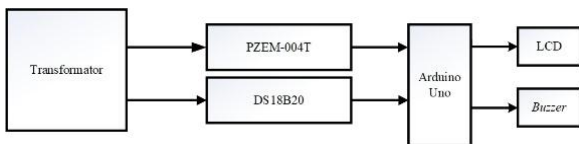
Monitoring listrik 3 fase ini dilakukan untuk mengetahui kondisi tegangan arus listrik 3 fase yang menuju ke beban apakah seimbang atau tidak. Metode yang pernah dilakukan untuk monitoring keseimbangan fase 3 dengan cara manual menggunakan alat Tang Ampere. Dari metode tersebut masih dapat dikembangkan agar bisa dilakukan lebih efisien dan mengurangi kecelakaan kerja dilapangan[9].

Teknologi saat ini mempunyai peranan yang besar dalam kegiatan manusia serta turut andil dalam menunjang kegiatan personal salah satunya sistem informasi. Teknologi yang menggunakan objek semacam fitur, sensor atau fitur lain guna saling terhubung serta menggapai tujuan tertentu[10]. Teknologi ini bisa dimanfaatkan buat memperoleh informasi. Informasi yang diperoleh setelah itu bisa diolah jadi suatu data yang bisa dimanfaatkan agar berguna melalui sistem informasi yang dapat dimanfaatkan untuk mengimplementasikan monitoring kondisi transformator serta kebutuhan untuk melakukan pendeteksian gangguan lebih awal pada transformator[10].

Oleh karena itu, diusulkan dalam penelitian ini untuk membuat sistem pengawasan yang dilengkapi dengan buzzer untuk pemberi sinyal terjadi kendala di trafo distribusi.

## II. METODE

### A. Perancangan Sistem



Gambar 1. Blok diagram alat monitoring transformator distribusi

Dilihat dari Gambar 1, semua sensor mengukur pada bagian output transformator. Ada satu buah sensor DS18B20 akan mendeteksi suhu minyak pada transformator. Tiga buah sensor PZEM-004T akan mendeteksi tegangan dan arus pada transformator. Arduino Uno merupakan Platform yang bertugas mengendalikan dari sensor yang digunakan untuk mendeteksi gangguan transformator serta mengolah data dan akan diteruskan ke LCD I<sup>2</sup>C . LCD I<sup>2</sup>C sebagai pemberi informasi terhadap hasil pendeteksi gangguan suhu dan tegangan yang terdeteksi pada transformator. *Buzzer* sebagai indikator bilamana terjadi gangguan pada fasa transformator.

Sistem yang dibuat berdasarkan standar IEEE 1980, dimana standar yang dibutuhkan transformator distribusi sesuai dengan Tabel 1 simbol N merepresentasikan kondisi normal,

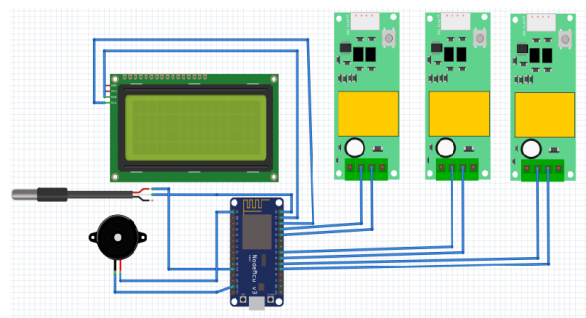
simbol A merupakan kondisi *Anomaly* dan simbol D merupakan representasi *Danger*[11].

Tabel 1. Standar Pengukuran Institute Of Electrical And Electric Engineers, 1980[11]

Parameter	N	A	D	Rekomendasi		
				N	A	D
Temperature (°C)	≤65	>65 <85	>85	-	Cek Minyak Trafo	Total inspection
Load Demand (%)	≤80	>80 <90	>90	-	Tidak boleh tambah beban	Uprating trafo
Unbalanced Load (%)	≤10	>10 <20	>20	-	Cek Grounding	Penyeimbangan beban
Unbalanced Voltage (%)	≤2,5	>2,5 <5	<5	-	Cek Grounding	Penyeimbangan beban
Regulasi Tegangan	≥-5	<-5 >-10	>-10	-	Naikkan Tap Trafo	Total inspection
Sumber (%)						
Black Out		Black Out				Total Inspection sesuai Instruksi Kerja Pemeliharaan Gardu Distribusi

### B. Perancangan Elektronik

Perancangan alat yang tersusun dari 3 buah sensor PZEM-004T untuk mendeteksi tegangan dan arus pada tiap-tiap fasa. 1 buah sensor suhu DS18B20 untuk membaca dari suhu minyak trafo. 1 buah LCD I<sup>2</sup>C untuk menunjukkan hasil pembacaan tiap-tiap sensor. 1 buah Platform Arduino Uno sebagai pengendali utama dan tempat memroses data serta 1 buah *buzzer* sebagai indikator ataupun penanda. Untuk rangkaian bisa dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



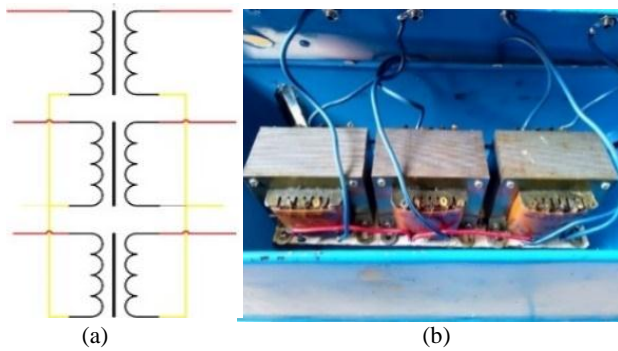
Gambar 2. Rangkaian elektronik

Cara kerja dari alat pendeteksi gangguan pada transformator terdapat gangguan tegangan dan suhu. Anomali tegangan pada transformator yaitu ketidakseimbangan tegangan dan kenaikan suhu pada minyak transformator. Pada transformator

dipasang sensor suhu DS18B20 dan PZEM-004T yang berguna untuk membaca nilai tegangan arus dan suhu yang melebihi batas nominal pada trafo. Untuk rentang tegangan yang bisa dideteksi sensor PZEM-004T mulai dari 80V sampai dengan 260V. Rentang arus mulai dari 0A sampai dengan 100A.

Saat sensor membaca nilai tegangan, arus dan suhu yang nilai hasil dari *ouput* transformator nilai tegangan, suhu dan arus telah terbaca maka arduino uno sebagai pengendali yang akan diteruskan hasil pembacaan serta layar LCD untuk menunjukkan jika suhu dan gangguan tegangan dipakai *buzzer* sebagai indikator untuk penanda kegagalan transformator.

Pada percobaan ini rangkaian transformator tiga phasa disusun dari tiga buah transformator satu phasa yang dihubungkan secara bintang. Dan tegangannya diturunkan dari 220 V ke 65 V. Tiga buah transformator ini diletakkan ke dalam wadah alumnium yang akan diisi dengan minyak transformator terlihat pada Gambar 3 dibawah ini.

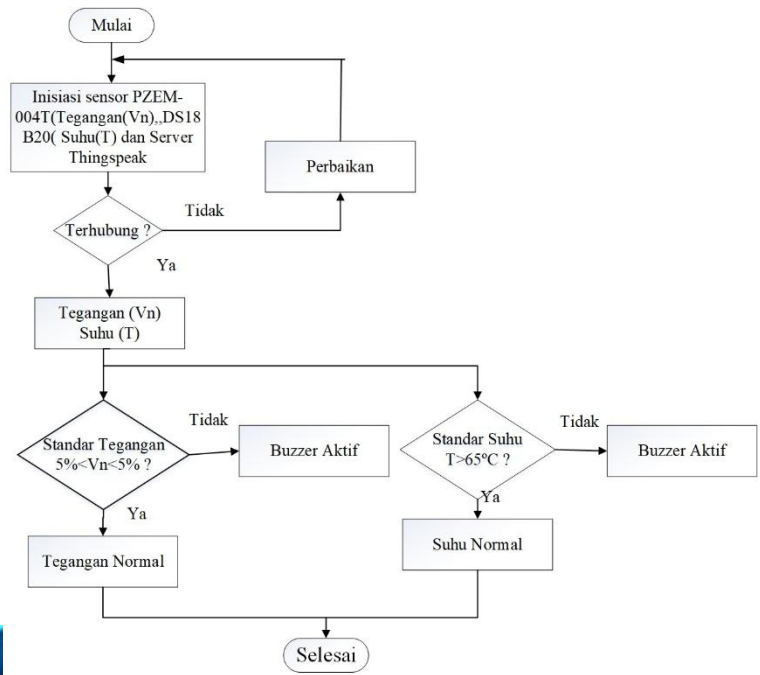


Gambar 3. a. Rangkaian Transformator dan b. Transformator

### C. Perancangan Software

Dari rancangan *software* yang dapat dilihat di Gambar 4 pada sistem, Arduino Uno menginisialisasi sensor PZEM-004T dan DS18B20. Apabila sensor tidak bekerja maka akan tampil pada LCD I<sup>2</sup>C “Sensor Tidak Bekerja”. Arduino Uno akan mengolah nilai tegangan dan arus dari *output* transformator distribusi yang berasal dari pembacaan sensor PZEM-004T. Sementara untuk nilai suhu minyak transformator yang diambil dari hasil pembacaan sensor DS18B20. Setelah sensor bekerja akan tampil nilai tegangan, arus, dan suhu pada LCD I<sup>2</sup>C. Nilai yang diterima Arduino Uno akan ditinjau kesesuaian dengan strandar yang telah ditentukan. Untuk nilai tegangan, tegangan bekerja diantara 2,5% dari tegangan normal. Sedangkan nilai suhu yang diperbolehkan bekerja dibawah 65 °C. Apabila keadaan tegangan dan suhu tidak normal, maka akan tampil pada LCD I<sup>2</sup>C “Tegangan Tidak Normal”, sedangkan untuk

suhu akan ditampilkan “Suhu Tidak Normal” dan *Buzzer* akan aktif atau menyala.



Gambar 4. Flowchart

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Perancangan Elektronik

Hasil rancangan elektronik yang telah dibuat sesuai dengan desain rancangan sistem monitoring yang terdiri dari beberapa komponen. Komponen yang digunakan yaitu 3 buah sensor PZEM-004T beserta CT, sensor DS18B20, Arduino Uno, LCD I<sup>2</sup>C, *Buzzer* dan *power supply*. Hasil rancangan elektronik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian komponen

### B. Pengujian Sensor PZEM-004T

#### 1) Pengujian Tegangan

Pengukuran tegangan R, S dan T pada pengaturan akurasi tegangan dengan multimeter dan Arduino IDE. Setelah diperoleh hasil hendak dilaksanakan perbandingan serta perhitung agar

mengetahui ketepatan sensor PZEM-004T. Pengujian nilai tegangan dengan multimeter dengan menghubungkan V (volt) pada alat ukur ke Sumber fasa pada transformator dan (Com) ke 0/netral transformator. Untuk pengujian nilai tegangan ini dilakukan di masing-masing fasa R, S, T. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4 di tiap-tiap fasa.

Tabel 2. Hasil Tegangan Sensor Pzem-004t Pada Fasa R

No.	Alat Ukur (V)	Sensor PZEM-004T (V)	%Error
1	80,1	80,4	0,3
2	80	80	0
3	80,2	80,4	0,2
Rata-rata	80,1	80,2	0,1

Tabel 3. Hasil Tegangan Sensor Pzem-004t Pada Fasa S

No.	Alat Ukur (V)	Sensor PZEM-004T (V)	%Error
1	80	80	0
2	80,1	80,4	0,3
3	80,2	80,4	0,2
Rata-rata	80,1	80,2	0,1

Tabel 4. Hasil Tegangan Sensor Pzem-004t Pada Fasa T

No.	Alat Ukur (V)	Sensor PZEM-004T (V)	%Error
1	80	80	0
2	80	80	0
3	80	80	0
Rata-rata	80	80	0

Hasil pembacaan sensor PZEM-004T untuk tegangan nilai rata-rata error sebesar 0,1% pada fasa R, 0,1% pada fasa S dan 0% pada fasa T. Hasil yang didapat dikategorikan bagus karena persentase error masih dibawah 1%.

2) *Pengujian Arus*

Pengujian nilai arus dengan menggunakan alat ukur tang ampere dengan menghubungkan tang ampere pada kabel yang tersambung dari transformator menuju ke beban. Berdasarkan data yang diperoleh maka dilakukan perbandingan dan perhitungan untuk mengetahui keakuratan sensor PZEM-004T. Untuk pengujian nilai tegangan ini dilakukan pada tiap-tiap fasa R, S, T. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7 di tiap-tiap fasa.

Hasil pembacaan sensor PZEM-004T untuk tegangan nilai rata-rata error sebesar 0,72% pada fasa R, 0% pada fasa S dan 0,74% pada fasa T. Hasil yang didapat dikategorikan bagus karena persentase error masih dibawah 1%.

Tabel 5. Hasil Arus Sensor Pzem-004t Pada Fasa R

No.	Alat Ukur (A)	Sensor PZEM-004T (A)	Beban (Ω)	%Error
1	1,21	1,21	183	0,00
2	0,98	0,97	224	1,02
3	0,72	0,71	308	1,39
Rata-rata				0,72

Tabel 6. Hasil Arus Sensor Pzem-004t Pada Fasa S

No.	Alat Ukur (A)	Sensor PZEM-004T (A)	Beban (Ω)	%Error
1	1,21	1,21	183	0,00
2	0,98	0,98	224	0,00
3	0,71	0,71	308	0,00
Rata-rata				0,00

Tabel 7. Hasil Arus Sensor Pzem-004t Pada Fasa T

No.	Alat Ukur (A)	Sensor PZEM-004T (A)	Beban (Ω)	%Error
1	1,2	1,21	183	0,83
2	0,98	0,98	224	0,00
3	0,72	0,71	308	1,39
Rata-rata				0,74

**C. Pengujian Sensor DS18B20**

Pada pengujian DS18B20 ini dilakukan pengkalibrasian dengan menggunakan TDS Meter, hasil pengujian sensor DS18B20 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pembacaan Sensor Ds18b20

No.	Alat Ukur (°C)	Sensor DS18B20 (°C)	% Error
1	46,3	46,19	0,24
2	44,1	44,22	0,27
3	42,5	42,15	0,82
Rata-rata			0,44

Hasil yang diperoleh suhu pada alat ukur sebesar 46,3°C sedangkan pada sensor DS18B20 sebesar 46,19°C dengan rata-rata error tertinggi sebesar 0,82%.

**D. Pengujian Buzzer**

Pengujian *buzzer* bertujuan untuk melihat fungsional sistem bekerja atau tidak apabila terjadi gangguan terhadap tegangan dan suhu. Skenario gangguan yang akan dihadapi oleh sistem yaitu tegangan rendah, tegangan lebih dan suhu lebih seperti terlihat pada Tabel 1. Apabila tegangan dan suhu tidak pada keadaan normal maka *buzzer* akan aktif terlihat pada Tabel 9.

Hasil yang diperoleh dari pengujian *buzzer* untuk tegangan sebesar 68,51V dengan suhu yang diperoleh sebesar 76,82°C. Dilihat dari hasil yang didapat kondisi *buzzer* aktif dikarenakan batas tegangan disetting sebesar 5% dari tegangan normal yaitu 65V, dan untuk suhu tidak lebih dari

65°C. Akibatnya *buzzer* akan aktif sebagai pertanda bahwa tegangan dan suhu sudah melebihi batas yang ditentukan.

Tabel 9. Hasil Pengujian Buzzer Terhadap Tegangan Dan Suhu

Pengujian	Variabel	Nilai	Kondisi Buzzer
1	Tegangan (V)	68,51	Aktif
		66,23	Tidak Aktif
		64,78	Tidak Aktif
		62,56	Aktif
		60,92	Aktif
2	Suhu (°C)	76,82	Aktif
		74,51	Aktif
		61,25	Tidak Aktif
		50,15	Tidak Aktif
		48,72	Tidak Aktif

### E. Pengujian Keseluruhan

Pengujian untuk gangguan ketidakseimbangan tegangan dan ketidakseimbangan beban dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Hasil Pengujian Ketidakseimbangan Tegangan

Phasa R	Phasa S	Phasa T	Kondisi Buzzer
67,2	65	69,1	Aktif
68,8	66,1	67,2	Aktif
61,72	65,9	68,6	Aktif
65,7	61,63	67,1	Aktif
66,5	68,71	61,7	Aktif

Berdasarkan Tabel 10 didapati bahwasannya pada pengujian ketidakseimbangan tegangan pada transformator dilakukan tanpa menggunakan beban. Pada phasa R terbaca nilai tegangan sebesar 67,20V, phasa S sebesar 65,00V dan phasa T sebesar 69,10V. Untuk nilai rata-rata tegangan yang diperoleh adalah 65V. Terlihat pada pengujian pertama persentase *Error* paling besar terjadi pada phasa T sebesar 6,31%. Pada ketidakseimbangan tegangan tidak boleh lebih dari 5% sehingga nilai tegangan yang terbaca pada phasa R melebihi dari kapasitas ketidakseimbangan tegangan yang menyebabkan terjadinya gangguan ketidakseimbangan tegangan pada phasa T dan tampilan nilai yang terbaca pada LCD akan tampak tulisan “Tegangan Tidak Normal” serta ditandai dengan hidupnya *buzzer*.

Berdasarkan Tabel 11 didapati bahwasannya Sensor PZEM-004T dan Sensor DS18B20 berhasil membaca parameter tegangan, arus dan suhu. Untuk nilai tegangan pada transformator yang terbaca mulai dari 63,8V sampai dengan 67,2V. Pada pengujian ini nilai beban yang diberi pada setiap phasa berbeda. Terlihat pada pengujian pertama dengan pemberian beban pada setiap phasa bernilai 460,313, dan 186 berpengaruh pada meningkatnya nilai suhu minyak trafo yang bernilai sebesar 25,1°C. Dan

pada pengujian ke-5 lebih meningkat nilai suhunya menjadi 30,1°C. Rata-rata yang diperoleh sebesar 28,22°C. Pengukuran suhu minyak trafo dilakukan per 30 menit pada setiap pengujian.

Tabel 11. Hasil Pengujian Ketidakseimbangan Beban

Phasa R			Phasa S			Phasa T			Suhu Minyak (°C)
R (Ω)	V (V)	I (A)	R (Ω)	V (V)	I (A)	R (Ω)	V (V)	I (A)	
460	64,5	0,14	313	64,8	0,22	186	63,8	0,35	25,10
236	65,8	0,28	158	65,5	0,42	186	64,5	0,36	27,30
186	66,1	0,35	158	66,5	0,42	313	65,6	0,21	28,80
158	67,2	0,42	313	65	0,21	186	64,1	0,36	29,80
313	66,5	0,21	460	66,2	0,14	158	65,1	0,42	30,10

### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan sistem monitoring transformator distribusi yang telah dibuat, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu alat ini berhasil membaca keluaran dari arus, tegangan dan suhu minyak trafo dengan baik dengan rata-rata error paling besar 0,74% pada pembacaan arus di phasa T. Sistem dapat memberikan informasi jika terjadinya ketidakseimbangan tegangan, untuk ketidakseimbangan tegangan diperoleh persentase *error* paling besar pada Phasa R sebesar 6,31%. Pada ketidakseimbangan tegangan tidak boleh lebih dari 5% sehingga nilai tegangan yang terbaca pada phasa R melebihi dari kapasitas ketidakseimbangan tegangan yang menyebabkan terjadinya gangguan ketidakseimbangan tegangan pada phasa T dan tampilan nilai yang terbaca pada LCD akan tampak tulisan “Tegangan Tidak Normal” serta ditandai dengan hidupnya *buzzer*.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Elektro Universitas Malikussaleh.

### REFERENCES

- [1] A. Fitriandi, E. Komalasari Dan H. Gusmedi, “Rancang Bangun Alat Monitoring Arus Dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler Dengan Sms Gateway,” *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, Vol. 10, Pp. 88-98, 2016.
- [2] K. Munir dan M. , “Sistem Monitoring Transformator Distribusi Berbasis XBEE Pro,” *Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, pp. 29-37, 2018.

- [3] M. P. Febryanti Teurupun, S. I. Haryudo, W. Aribowo dan M. Wirdyartono, "Perancangan Sistem Pengatur Daya Cadangan Pada Instalasi Listrik Tenaga Berbasis PLC Omron CP1E," *Jurnal Teknik Elektro*, pp. 671-680, 2021.
- [4] N. Soedjarwanto Dan G. F. Nama, "Monitoring Arus, Tegangan Dan Daya Pada Transformator Distribusi 20 KV Menggunakan Teknologi Internet Of Things," *Jurnal EECCIS*, Vol. 13, No. 3, Pp. 128-133, 2019.
- [5] R. Hidayat, I. M. A. Nrartha Dan I. B. F. Citarsa, "Rancang Bangun Smart Kwh Meter 3 Fase Dengan Komunikasi Sms Gateway," *Dielektrika*, Vol. 7, No. 2, Pp. 140-148, 2020.
- [6] R. M. M. Wilutomo Dan T. Yuwono, "Rancang Bangun Memonitor Arus Dan Tegangan Serta Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Web Berbasis Arduino Due," *GEMA TEKNOLOGI*, Vol. 19, No. 3, Pp. 19-23, 2017.
- [7] PT. PLN (Buku Pedoman pemeliharaan Transformator Tenaga), Jakarta: PT. PLN (Persero), 2014.
- [8] R. A. Sandi, T. dan A. Zain, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Transformator Daya Secara Wireless Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, pp. 296-304, 2020.
- [9] A. OO dan O. TT, "Design and Implementation of Arduino Microcontroller Based Automatic Lighting Control with I2C LCD Display," *Journal of Electrical & Electronic Systems*, pp. 1-5, 2018.
- [10] P. Harahap, F. I. Pasaribu dan M. Adam, "Prototype Measuring Device for Electric Load in Households Using the Pzem-004T Sensor," *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx)Journal*, pp. 347-361, 2020.
- [11] B. E. Prasetyo, W. . H. N. Putra, D. Syauqy, A. Bhawiyuga, S. S. Wibowo, F. Ronilaya, I. Siradjuddin dan S. Adhisuwignjo, "Sistem Monitoring Trafo Distribusi PT. PLN (Persero) Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, pp. 205-210, 2018.