

Rancang Bangun Sistem Monitoring Transformator Daya Secara Wireless Berbasis Mikrokontroler

Reza Aprita Sandi¹ Turahyo² AbdulZain³

^{1,2,3} Program studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Bontang
Jl. Ir. H. Juanda No. 73 Tanjung Laut, Bontang 75321 Kalimantan Timur Indonesia
e-mail: kerautab.sandi@gmail.com

Abstrak— Di dunia industri penggunaan transformator sebagai pengubah tegangan maupun proteksi sudah sangat banyak. Dalam pengaplikasiannya banyak terjadi kerusakan pada belitan transformator yang terjadi karena kondisi isolasi belitan yang buruk dan beban berlebih. Sehingga pengawasan kinerja transformator menjadi sangat penting. Proses monitoring secara manual dilakukan dengan membaca metering yang terpasang pada transformator. Sedangkan pada transformator tanpa metering proses monitoring dilakukan dengan mengukur secara langsung setiap parameter menggunakan peralatan ukur yang dibutuhkan. Untuk mempermudah proses monitoring tersebut perlu dibuat suatu sistem yang dapat mengukur parameter-parameter transformator secara langsung dan dari jarak jauh. Sistem monitoring transformator secara *wireless* menggunakan sensor tegangan, arus, dan juga temperatur yang digunakan untuk mendeteksi kondisi temperatur dari belitan transformator. Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan alat monitoring temperatur memiliki angka simpangan (*error*) sebesar 1.59%, tegangan 0.14%, arus 13.7%. dan daya transformator 4.4%. Pada perancangan ditambahkan perangkat proteksi transformator dengan sebuah fan pendingin yang bekerja ketika temperatur belitan melebihi 40°C dan notifikasi alarm bahaya pada saat temperatur melebihi 70°C. Hasil pengukuran parameter, dan status fan pendingin transformator dapat dibaca pada *smartphone* melalui koneksi *wireless bluetooth* hingga jangkauan maksimal 25 meter.
Kata kunci: Monitoring, transformator, *wireless*, temperatur, mikrokontroler.

1. Pendahuluan

Pada dunia kelistrikan penggunaan transformator atau lebih umum dikenal dengan sebutan trafo sangat banyak dijumpai. Baik dalam kelistrikan dunia industri maupun komersil atau rumahan. Pada dasarnya kebutuhan suplai tegangan listrik sangat variatif sehingga memaksa pengguna listrik untuk dapat menyesuaikan akan hal tersebut. Disinilah peran transformator sebagai pengubah nilai tegangan baik dari tegangan tinggi ke rendah, tegangan rendah ke tinggi, maupun sebagai trafo isolasi yaitu tegangan primer dan sekunder sama.

Transformator dapat beroperasi secara terus menerus pada arus beban nominalnya. Apabila beban yang dilayani lebih besar dari 100%, maka akan terjadi pembebanan lebih. Hal ini dapat menimbulkan pemanasan yang berlebih. Kondisi ini mungkin tidak akan menimbulkan kerusakan, tetapi apabila berlangsung secara terus menerus akan memperpendek umur isolasi [1]. Pada transformator distribusi atau power ditambahkan pendingin yang berfungsi sebagai peralatan pengamanan ketika transformator dibebani secara maksimal.

Selain panas yang ditimbulkan dari arus yang mengalir, parameter lain dari transformator yang perlu untuk dimonitor adalah tegangan, arus, dan daya yang disalurkan. Metode monitoring yang umum dilakukan adalah secara manual melihat dan mencatat nilai yang terbaca pada metering yang sudah terpasang di tubuh transformator. Metering tersebut antara lain metering tegangan, arus, daya, dan temperatur belitan. Pada transformator besar juga dilengkapi dengan temperatur dan level meter oli pendingin. Sedangkan pada transformator kecil yang tidak dilengkapi dengan metering maka monitoring dilakukan dengan melakukan pengukuran menggunakan alat multimeter dan thermometer gun. Pada situasi tertentu dengan posisi transformator yang sulit dijangkau maka proses monitoring menjadi terganggu dan membutuhkan upaya lebih. Sehingga perlu dibuat sistem monitoring yang lebih efisien dan efektif. Pada penelitian sebelumnya oleh Bryan Rahardy (2012) telah dibuat alat monitoring untuk transformator namun belum bisa menampilkan data pengukuran dari jarak jauh atau secara *wireless* [2].

Pada tugas akhir ini, peneliti membuat rancangan sistem monitoring transformator dengan kapasitas 100VA ratio 240-120/240V secara *wireless*. Kelebihan dari sistem yang dikembangkan ini adalah pengguna bisa mengamati nilai dari parameter temperatur, tegangan, arus, daya dan status fan dari transformator dari jarak jauh dan tanpa kabel. Hal tersebut menjadi nilai lebih karena proses monitoring dapat dilakukan dengan lebih mudah.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Monitoring

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 39 Tahun 2006, disebutkan bahwa monitoring merupakan suatu kegiatan mengamati secara seksama suatu keadaan atau kondisi, dengan tujuan agar semua data masukan atau informasi yang diperoleh dari hasil pengamatan tersebut dapat menjadi landasan dalam mengambil keputusan tindakan selanjutnya yang diperlukan [3]. Monitoring umumnya dilakukan secara rutin guna mendapatkan perubahan dari data per setiap rentang waktu yang telah ditentukan seperti tahunan, bulanan atau harian[9]. Pada proses monitoring yang lebih detil pengambilan data bisa sangat dekat rentang waktunya seperti per menit ataupun per detik.

2.2. Tranformator

Transformator adalah suatu peralatan listrik elektromagnetik statis yang berfungsi untuk memindahkan / mengubah energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu. Transformator menggunakan prinsip hukum induksi Faraday dan hukum Lorentz dalam menyalurkan daya, dimana apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak balik, maka akan mengalir arus dalam kumparan primer menimbulkan perubahan fluks magnetik dalam inti besi [4]. Bagian utama tranformator antara lain adalah inti besi, belitan, *Bushing*, Tangki dan radiator. Sedangkan untuk jenis transformator antara lain adalah Transformator step up, Transformator step down, dan Transformator Isolasi.



Gambar 1. Benstuk fisik transformator

Pada saat transformator diberi beban maka arus akan mengalir pada belitan transformator. Arus tersebut mengalir pada konduktor berupa tembaga. Pada saat arus mengalir tersebut maka akan muncul rugi-rugi pada tembaga atau belitan transformator yang nilai perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$P_{cu} = I^2 \cdot R$$

Keterangan :

P_{cu} : Rugi-rugi pada tembaga

I : Arus

R : Hambatan

Dengan perhitungan diatas maka pada saat arus yang mengalir semakin besar maka rugi-rugi juga semakin besar. Rugi-rugi tembaga tersebut terkonversi menjadi panas pada belitan transformator. Sehingga pada posisi beban tinggi atau dengan arus beban yang tinggi transformator harus di monitor karena kenaikan temperatur pada belitan yang juga akan naik perlahan. Kenaikan tersebut dapat mempengaruhi kondisi isolasi dari belitan transformator. Selain itu perhitungan beban juga harus disesuaikan dengan kapasitas transformator. Penggunaan beban melebihi kapasitas transformator dapat mempengaruhi kondisi isolasi belita karena panas yang berlebih. Untuk menentukan kapasitas transformator maka rumus perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$P = S \cdot \cos \varphi$$

Keterangan :

P : Daya aktif

S : Daya semu

$\cos \varphi$: Faktor daya

Pada nameplate transformator umumnya kapasitas disebutkan pada satuan VA (volt ampere) atau KVA

(kilo volt ampere) yang berarti kapasitas tersebut adalah dalam bentuk daya semu. Sedangkan penggunaan beban biasanya adalah satuan W (Watt) atau KW (kilo watt). Sehingga perlu dikakukan kalkulasi sehingga pembebanan dilakukan dengan benar. Untuk $\cos \phi$ atau faktor daya pada jaringan listrik nasional standarnya adalah 0.8 [5].

2.3. *Wireless*

Jaringan *wireless* adalah teknologi komunikasi yang menggunakan gelombang radio yang berjalan dalam ruang hampa (tanpa media)[10]. Pada saat ini peran *wireless* adalah menggantikan komunikasi yang awalnya menggunakan teknologi kabel. Karena kelebihanannya *wireless* menjadi teknologi baru yang terus dikembangkan. Saat ini terdapat beberapa cara yaitu melalui gelombang radio (Radio Frequency), sinar inframerah (Infrared), *bluetooth*, gelombang mikro (Microwave), dan gelombang cahaya (Lightwave Transmission). Jaringan *wireless* memiliki keunggulan dan kelemahan dibandingkan dengan jaringan kabel. Keunggulan jaringan *wireless* yaitu mobilitas, mudah proses instalasinya, fleksibilitas tempat, efisiensi biaya, jangkauan luas. [6]

2.4. Mikrokontroler Arduino

Arduino merupakan sebuah platform elektronik yang berifat terbuka atau sering dikenal dengan open source. Platform tersebut dipergunakan untuk desain elektronik baik sisi software maupun hardware. Kelebihan dari Arduino salah satunya adalah mudah digunakan pada berbagai sistem operasi, bahasa pemrograman yang dipakai mudah dipelajari, koneksi software dan hardware yang sederhana, terkini dan terus dikembangkan. Salah satu bentuk dari hardware Arduino adalah Arduino Uno. Pada Arduino sudah dilengkapi dengan mikropresesor AT Mega 328 dan port input dan output. Sedangkan software yang digunakan untuk mendesain sistem adalah Arduino IDE. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah java.atau C yang dikembangkan.

2.5. Sensor Temperatur DS18B20

DS18B20 adalah sensor temperatur digital yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler lewat antarmuka 1-Wire. Sensor ini dikemas secara 16 khusus sehingga kedap air, cocok digunakan sebagai sensor di luar ruangan / pada lingkungan dengan tingkat kelembaban tinggi. Dengan kabel sepanjang 1 meter, penempatan komponen sensor elektronika ini dapat diatur secara fleksibel.

2.6. Sensor Energi PZEM004T

PZEM-004T adalah hardware yang berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif, dan konsumsi daya (W/h). Modul ini juga melayani semua persyaratan dasar pengukuran PZEM-004T ini sebagai papan terpisah. Dimensi fisik papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul PZEM-004T dibundel dengan kumparan transformator arus berdiameter 33mm. Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu pengkabelan terminal masukan tegangan dan arus, serta pengkabelan komunikasi serial. Komunikasi Serial Modul ini dilengkapi dengan antarmuka komunikasi data serial TTL melalui port serial yang dapat dibaca dan mengatur parameter yang relevan, tetapi jika ingin menggunakan perangkat dengan USB atau RS232 (seperti komputer) untuk berkomunikasi, maka Anda harus dilengkapi dengan papan perangkat keras adaptor TTL yang berbeda (kebutuhan komunikasi USB dengan pelat adaptor TTL ke USB). Pada Gambar 7 ditunjukkan bentuk dari sensor PZEM004T. [7]



Gambar 1. Sensor PZEM004T

2.7. Modul *Bluetooth* HC05

Bluetooth merupakan protokol komunikasi *wireless* yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti pada, laptop, handphone, dan peralatan lainnya. Salah satu peralatan atau modul *Bluetooth* yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. Modul *Bluetooth* HC-05 merupakan modul *Bluetooth* yang bias menjadi slave ataupun master, hal ini dibuktikan dengan bias memberikan notifikasi untuk melakukan pairing ke perangkat lain, maupun perangkat lain tersebut yang melakukan pairing ke module *Bluetooth* HC-05. Untuk mengeset perangkat *Bluetooth* dibutuhkan perintah-

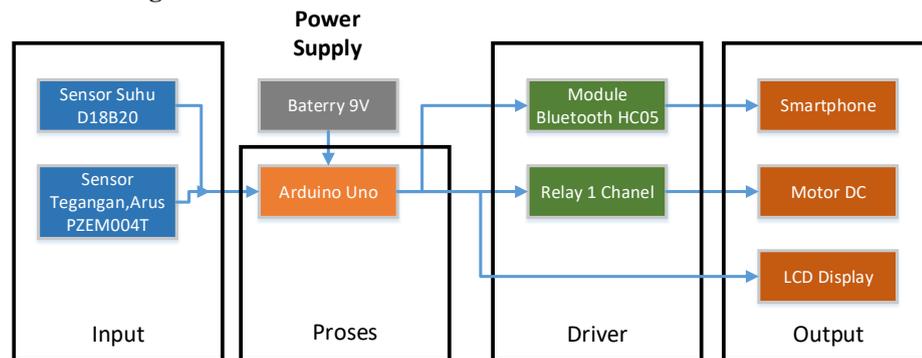
perintah AT Command yang mana perintah AT Command tersebut akan di respon oleh perangkat *Bluetooth* jika modul *Bluetooth* tidak dalam keadaan terkoneksi dengan perangkat lain. Pada Gambar 11 berikut adalah gambar modul HC-05 beserta keterangan pin outnya.[8]

3. Metode Penelitian

3.1. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penyusunan laporan metode yang dilakukan dalam pengumpulan data dengan beberapa cara yaitu Observasi, melakukan kajian pustaka, pengumpulan alat dan bahan, perancangan, pengujian, pengambilan data, dan ditutup dengan hasil beserta kesimpulan.

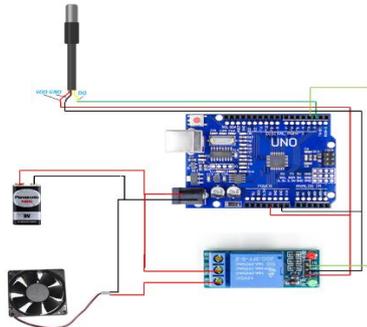
3.2. Blok dan Skema Diagram



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Monitoring Tranformator

Berdasarkan blok diagram diatas, terdapat beberapa perangkat yang dibagi menjadi 5 blok sistem, yaitu power supply yang berisikan catu daya baterai 9V, input atau sensor-sensor, proses yang berfungsi sebagai pengolah data, driver dan output.

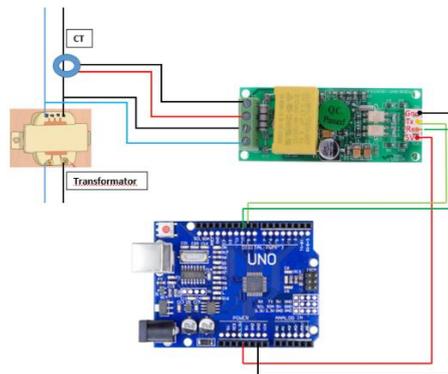
3.3. Rangkaian Sensor Temperatur dan pengontrol Fan



Gambar 3. Koneksi pengkabelan sensor temperatur dan fan

Gambar 3 menunjukkan Sensor temperatur DS18B20 merupakan sensor yang mendeteksi temperatur suatu perangkat. Pada bagian ini sensor diletakan dan terikat pada bagian belitan trafo. Hal tersebut bertujuan agar nilai titik yang dibaca berada tepat pada bagian dimana transformator dialiri arus dan timbul panas. Sensor tersebut kemudian dihubungkan pada mikrokontroler Arduino untuk diambil dan diproses nilai bacaannya. Setelah diolah pada mikrokontroler kemudian data tersebut ditampilkan pada layar LCD 2X16. Selain ditampilkan nilai bacaan tersebut digunakan untuk kontrol otomatis fan pendingin. Pada penelitian ini setpoint yang digunakan adalah 40°C untuk menjaga agar transformator bekerja pada batas aman. Sehingga apabila bacaan sensor temperatur melebihi dari 40°C maka fan akan otomatis berputar untuk mendinginkan transformator. Sedangkan untuk kondisi temperatur maksimum ditambahkan notifikasi alarm pada *smartphone* yang akan aktif pada saat temperatur menyentuh 70 °C.

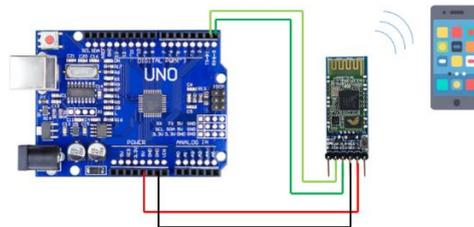
3.4. Rangkaian Sensor Energi



Gambar 4. Koneksi pengkabelan sensor energi

Pada Gambar 4 ditunjukkan sensor energi yang mencakup parameter tegangan, arus, dan daya dengan tipe PZEM004T terhubung dengan mikrokontroler Arduino. Sama seperti sensor temperatur data dari bacaan sensor kemudian diolah pada Arduino untuk selanjutnya ditampilkan pada layar display LCD dan dikirim melalui koneksi *Bluetooth* untuk dapat dibaca pada *smartphone*.

3.5. Rangkaian Modul *Bluetooth*

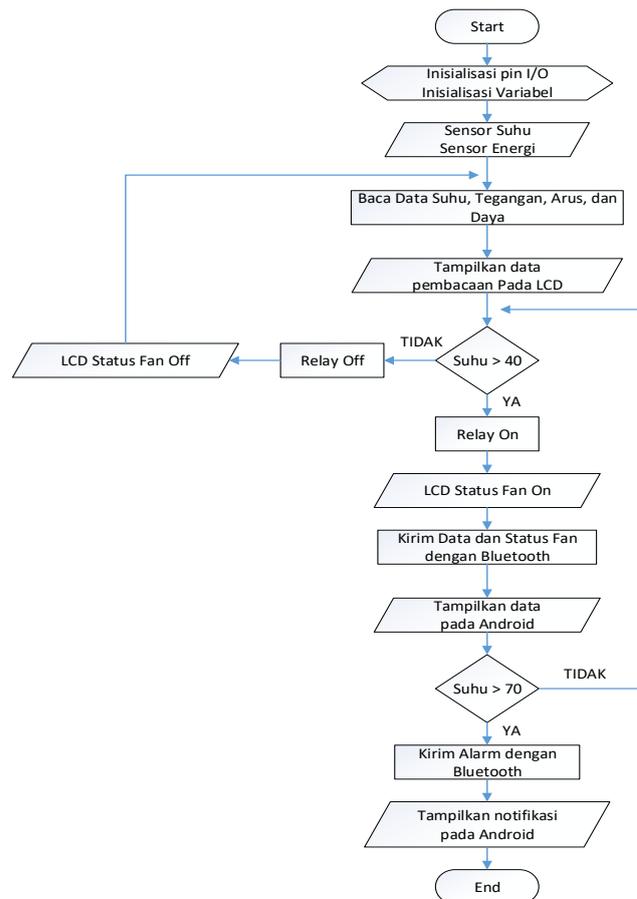


Gambar 5. Koneksi pengkabelan *Bluetooth*

Gambar 5 menunjukkan rangkaian dari sistem *wireless* monitoring transformator. Data dari sensor yang sudah diterima oleh mikrokontroler kemudian di kirim melalui *Bluetooth* dengan menggunakan module HC05. Module tersebut berfungsi memancarkan sinyal *Bluetooth* dan mengirim data menuju *smartphone*. Data tersebut kemudian diterima oleh *smartphone* dan ditampilkan pada sebuah aplikasi mandiri yang telah dibuat.

3.6. Perancangan perangkat Lunak

Perangkat lunak (software) yang digunakan pada alat ini dibuat dengan menggunakan Bahasa C pada aplikasi Arduino UNO IDE. Untuk mempermudah dalam membuat perangkat lunak maka dibuat sebuah desain flowchart atau diagram alir seperti gambar dibawah.



Gambar 6. Flowchart Sistem

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang telah dibuat berupa hardware dan software yang saling terhubung sehingga sistem dapat berjalan sesuai dengan perancangan. Bentuk dari hardware dan software ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Hardware dan Software alat

4.2 Pengujian Alat

Pengujian sistem monitoring transformator dilakukan dengan cara memberikan pembebanan pada transformator. Pembebanan yang akan dilakukan adalah linear dari nilai terkecil yaitu 11Watt. Nilai 11Watt dipilih karena paling mendekati nilai 10 Watt sehingga kenaikan beban bisa dinaikan mendekati per 10 Watt. Melalui pembebanan seperti pada Tabel 1 kemudian pengujian sensor dilakukan dan diamati perubahannya. Durasi masing-masing pembebanan adalah 10 menit. Sehingga total durasi pengujian adalah 80 menit.

Tabel 1. Hasil pembebanan transformator

No.	Watt	Konfigurasi Lampu LED	% Beban
1	0 Watt	-	0
2	11 Watt	1 LED 11W	13.75
3	22 Watt	2 LED 11W	27.5
4	33 Watt	3 LED 11W	41.25
5	40 Watt	1 LED 40W	50
6	51 Watt	1 LED 40W dan 1 LED 11W	63.75
7	62 Watt	1 LED 40W dan 2 LED 11W	77.5
8	73 Watt	1 LED 40W dan 3 LED 11W	91.25
9	80 Watt	2 LED 40W	100

4.2.1 Pengujian Sensor Temperatur DS18B20

Pengujian rangkaian sensor temperatur DS18B20 menggunakan cara mengukur temperatur belitan transformator. Tujuan dari pengujian sensor ini adalah untuk mendapatkan data dan mengetahui apakah sensor DS18B20 ini baik untuk digunakan. Prosedur pengujiannya adalah dengan mengamati kinerja sensor DS18B20 dalam mengukur temperatur yang dibandingkan dengan Thermometer digital yang ada di pasaran. Hasil dari pengujian yang dilakukan dalam waktu 80 menit dengan interval waktu 10 menit dengan temperatur ruang rata-rata 28°C.

Tabel 2. Hasil pengujian Sensor DS18B20

Pengujian Ke-	Beban Transformator	Sensor DS18B20 (a^1)	Termometer Digital (a)	Error Mutlak (E)	% Error
1	0 Watt	27	28.3	1.3	4.59
2	11 Watt	30	30.4	0.4	1.32
3	22 Watt	33	32.1	0.9	2.80
4	33 Watt	35	35.2	0.2	0.57
5	40 Watt	37	36.4	0.6	1.65
6	51 Watt	39	39.2	0.2	0.51
7	62 Watt	41	40.8	0.2	0.49
8	73 Watt	44	44.5	0.5	1.12
9	80 Watt	45	45.6	0.6	1.32
Rata-rata presentase error					1.59

4.2.2 Pengujian Sensor Energi PZEM004T

Pengujian rangkaian sensor energi PZEM004T meliputi tegangan, arus dan daya pada transformator. Tujuan dari pengujian sensor ini adalah untuk mendapatkan data pengukuran tegangan sekunder transformator, arus dan daya serta mengetahui kinerja sensor PZEM004T ini baik. Sama seperti pengujian sensor temperatur pada prosedur pengujian sensor energi adalah dengan mengamati pembacaan sensor PZEM004T dalam mengukur tegangan dan arus yang dibandingkan dengan Multimeter Fluke 375.

Tabel 3. Hasil pengujian Sensor PZEM004T

Pengujian Ke-	Beban Transformator	Sensor Tegangan PZEM004T (a^1)	Multi meter (a)	Error Mutlak (E)	% Error	Sensor Arus PZEM004T (a^1)	Multi meter (a)	Error Mutlak (E)	% Error
1	0 Watt	224V	223.7	0.3	0.13	0 A	0 A	0	0.00
2	11 Watt	223V	222.8	0.2	0.09	0.04 A	0.0 A	0.04	0.00
3	22 Watt	222V	222.5	0.5	0.22	0.10 A	0.2 A	0.1	50.00
4	33 Watt	221V	220.7	0.3	0.14	0.15 A	0.2 A	0.05	25.00
5	40 Watt	220V	220.1	0.1	0.05	0.17 A	0.2 A	0.03	15.00
6	51 Watt	218V	218.2	0.2	0.09	0.22 A	0.2 A	0.02	10.00
7	62 Watt	216V	216.2	0.2	0.09	0.27 A	0.3 A	0.03	10.00

8	73 Watt	214V	214.4	0.4	0.19	0.31 A	0.3 A	0.01	3.33
9	80 Watt	213V	213.7	0.7	0.33	0.33 A	0.3 A	0.03	10.00
Rata-rata presentase error					0.14				13.7

Tabel 4. Hasil pengujian Sensor PZEM004T

Pengujian Ke-	Beban Transformator (a)	Sensor Daya PZEM004T (a')	Error Mutlak (E)	% Error
1	0 Watt	0 Watt	0	0
2	11 Watt	11 Watt	0	0
3	22 Watt	22 Watt	0	0
4	33 Watt	33 Watt	0	0
5	40 Watt	37 Watt	3	7.5
6	51 Watt	48 Watt	3	5.88
7	62 Watt	57 Watt	5	8.06
8	73 Watt	67 Watt	6	8.21
9	80 Watt	72 Watt	8	10
Rata-rata presentase error				4.4

4.2.3 Pengujian Koneksi Bluetooth

Pengujian koneksi dilakukan dengan cara menyambungkan koneksi antara Arduino dengan *Smartphone* Android. Kemudian diuji dari jarak dekat hingga jarak maksimal koneksi terputus. Pada Tabel 5 ditunjukkan hasil pengujian jangkauan dari Sistem Monitoring Transformator menggunakan Module *Bluetooth* HC05.

Tabel 5. Hasil pengujian jangkauan Bluetooth

Pengujian Ke -	Jarak	Kenektivitas Pada Aplikasi	Keterangan
1	3 meter	Connected	Baik
2	6 meter	Connected	Baik
3	9 meter	Connected	Baik
4	12 meter	Connected	Baik
5	15 meter	Connected	Baik
6	18 meter	Connected	Baik
7	21 meter	Connected	Baik
8	24 meter	Connected	Baik
9	27 meter	Not Connected	Koneksi Buruk
10	30 meter	Not Connected	Koneksi Buruk
11	33 meter	Not Connected	Koneksi Buruk

5. Kesimpulan

Berdasar hasil analisis, perancangan dan implementasi yang telah dilakukan, serta berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut.

1. Proses monitoring transformator daya secara *wireless* menggunakan *smartphone* Android berfungsi dengan baik dengan jarak jangkauan antara transformator dan *smartphone* maksimal 25 meter.
2. Pembacaan temperatur transformator dengan menggunakan Sensor DS18B20 memiliki akurasi yang baik dengan tingkat presentase error sebesar 1,59%.
3. Penggunaan Sensor PZEM004T sangat baik untuk pembacaan tegangan dengan tingkat presentase error 0,14%. Sedangkan untuk pembacaan arus listrik mempunyai tingkat presentase error cukup tinggi yaitu 13,7% dikarenakan alat ukur pembanding tidak presisi pada nilai bacaan yang rendah.
4. Pembacaan daya dengan sensor PZEM004T bekerja dengan baik pada saat 30% pembebanan transformator. Sedangkan pada kenaikan beban per 10% nilai akurasinya turun dengan presentase error rata-rata sebesar 4,4%.
5. Sistem pendinginan transformator dengan menggunakan fan motor berfungsi secara baik pada saat nilai temperatur transformator melebihi 40°C dan alarm notifikasi bekerja dengan baik pada saat temperatur melebihi 70°C.

Daftar Pustaka

- [1] Kartika, Misriana. 2018. Sistem Monitoring Transformator Distribusi Berbasis XBee Pro. JURNAL LITEK : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika, Vol.15, No.2, September 2018, pp. 29~37 pISSN: 1693-8097; eISSN: 2549-8762.
- [2] Bryan Rahardy. 2012. Monitoring Kondisi Transformator Saya Secara Online Berbasis Analisis Data Suhu, Tegangan, dan Arus pada Transformator Distribusi. Jurnal Teknik Pomits Vol 1, No 1, (2012) 1-6.
- [3] Abdul Zain. 2017. Studi Sistem Informasi Monitoring Pembelian Material (Studi Kasus: K5-Project IKPT Toyo). Journal INTEK. April 2017, Volume 4 (1): 27-33
- [4] Komala Sari. 2019. Monitoring Transformator Distribusi Bebas Internet Of Things. Fakultas Teknik, Universitas Lampung. 188761358 . Digilib unila.ac.id/id/eprint/56972.
- [5] Sujito. 2009. Perhitungan Life Time Transformator Jaringan Distribusi 20 Kv di APJ Malang. TEKNO, Vol: 11, Maret 2009, ISSN : 1693-8739
- [6] M. Ficky Duskarnaen, Febri Nurfalih. 2017. Analisis, Perancangan, Dan Implementasi Jaringan Wireless Point To Point Antara Kampus A Dan Kampus B Universitas Negeri Jakarta. Jurnal pinter vol 1. No.2 desember 2017
- [7] Fatoni Nur Habibi. 2017. Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. Vol.01 No.01, ISSN: 2581-0049.
- [8] H. Wibisono. 2015. Rancang Bangun Sistem Komunikasi Dta Game Controller Menggunakan Bluetooth Pada Robot Humanoid Soccer. The 3rd Indonesian Symposium on Robot Soccer Competition 2015 – June 11th, 2015.
- [9] D. Satria, S. Yana, E. Yusibani, S. Syahreza, and Zulfan, “Implementation of the SMS gateway in the flood early warning information system for village warning and community information,” *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 8, no. 6, 2019.
- [10] D. Satria, Zulfan, Munawir, and T. Hidayat, “Implementation of wireless sensor network (WSN) on garbage transport warning information system using GSM module,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1175, no. 1.