Jurnal Ilmiah Teknik Elektro
Vol. 03. No.1 , Hal 23-31, Oktober 2021
e-ISSN 2746-1750

Rancang Bangun Sistem Monitoring Multi Nodes Arus danTegangan Menggunakan Trasceiver LoRa SX1278 Secara Real Time

Hamimi[1], Muhammad Jamaludin[2],Tommy Kurniawan[3]
[1,2,3] Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Lampung
Jl. H.ZA. Pagar Alam No.14, Bandar Lampung, Lampung 35142
e-mail: Hamimi67@gmail.com

ABSTRACT

Electrical quantities tend to fluctuate due to changes in load or abnormal conditions. Fluctuations in electrical quantities that exceed standard tolerance limits can affect performance and cause damage to electrical equipment if not detected and controlled immediately. The purpose of this study is to analyze the process of monitoring multiNodes current and voltage using the LoRa SX1278 Ra-02 transceiver module in real time to simplify the monitoring process in order to reduce the risk of being exposed to electricity when monitoring.This study discusses sending and receiving data using LoRa SX1278 transceiver in real time. This research was conducted at the Electrical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Lampung using the literature study method, namely by searching and studying teaching materials, the internet, and also from the results of other research.
The result of this research is a microcontroller-based current and voltage monitoring tool using a wireless network system so that it can carry out the current and voltage monitoring process remotely and can be monitored from a safer and more comfortable place so as to reduce the risk of accidents at work.

Keywords: Monitoring, Multi Nodes, Current and Voltage, Real Time

.

1. PENDAHULUAN

Salah satu bentuk energi yang banyak digunakan saat ini adalah energi listrik, seperti pada kegiatan industri, perkantoran, pendidikan, kegiatan rumah tangga, dan lain sebagainya. Kualitas energi listrik menjadi sangat penting untuk diketahui. Besaran listrik seperti tegangan, arus, daya, faktor daya dan frekuensi merupakan parameter-parameter yang berkaitan dengan kualitas sistem tenaga listrik.

Besaran listrik cendrung berfluktuasi akibat dari perubahan beban maupun keadaan abnormal. Fluktuasi besaran listrik yang melebihi batas toleransi standar dapat mempengaruhi kinerja dan menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik jika tidak segera dideteksi dan dikendalikan. Oleh karenanya penting untuk mengetahui kondisi tersebut guna melakukan berbagai tindakan yang mungkin dilakukan untuk mempermudah dalam proses monitoring arus dan tegangan dan mengurangi resiko terkena aliran listrik ketika saat monitoring. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pengukuran arus dan tegangan listrik menggunakan sistem *monitoringmulti Nodes* dengan menggunakan prinsip jaringan sensor nirkabel.

Teknologi jaringan berbasis nirkabel terus dikembangkan, bahkan di berbagai bidang industri dan rumah tangga telah menggunakannya. Kemudian jaringan nirkabel tersebut dikembangkan menjadi Jaringan Sensor Nirkabel (JSN). Teknologi ini menggabungkan *Embedded System* (sistem tertanam) dan seperangkat *Node Sensor* untuk melakukan proses monitoring Pembacaan sensor, transfer data dan menyajikan informasi ke pengguna melalui komunikasi secara nirkabel. Sebuah JSN minimal terdiri dari dua buah *Node* yang berperan sebgai *Node client* sebagai pengirim data ke *Node server* maupun sebaliknya (A. Lutfi, S. Raden, 2012).

Pembangunan suatu sistem JSN diperlukan perangkat yang dapat menerima dan mengirimkan data secara akurat dan dapat dioperasikan pada berbagai kondisi lingkungan. Modul *transceiver* merupakan media trasmisi secara nirkabel yang umum digunakan untuk transfer data secara nirkabe. Pertimbangan yang harus diperhatikan dalam memilih modul *transceiver* adalah seberapa banyak dan seberapa sering data dikirimkan (F. Burhan, dkk, 2016).

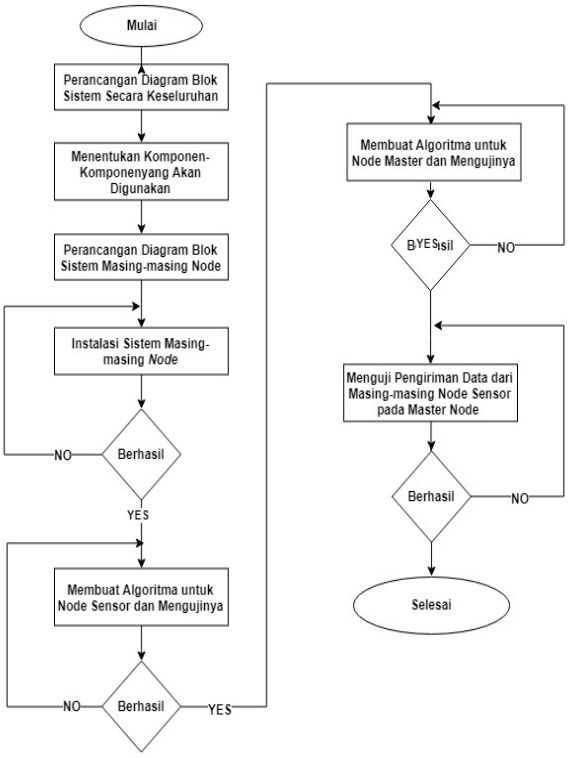
Pada penelitian ini digunakan tiga *Node* yang menggunakan modul *transceiver LoRa SX1278* yang merupakan modul *tranceiver* dengan frekuensi kerja 433 *MHz*, di mana dua buah *Node* dihubungkan dengan sebuah *Node Master*. Masing-masing *Node Sensor* dapat melakukan Pembacaan nilai arus dan tegangan untuk *monitoring* kondisi *real* dari sebuah sistem tenaga listrik, kemudian data dari Pembacaan sensor dikirimkan pada *Node Master*. Sementara itu pada *Node Master* data yang telah diterima ditampilkan

pada sebuah *LCD* dan dikirimkan pada sebuah PC untuk ditampilkan pada *serial monitor*.

2. Metodelogi

2.1 Metode Penelitian

Berikut dijelaskan mengenai sistem perancangan dari alat yang akan digunakan



Gambar.1 Diagram alir penelitian

2.2. Peralatan yang Digunakan

Beberapa peralatan yang akan digunakan dalam pengerjaan penelitian:

1. Laptop Fujitsu LH532, Core I3, Ram 4 GB
2. Modul Arduino UNO R3
3. Modul Arduino Mega 2560
4. *Transceiver* 433 GHz model LoRa SX1278
5. Sensor arus dan tegangan
6. Modul *RTC* (*Real Time Clock*)
7. Multimeter Digital
8. Kabel dan komponen elektronik
9. Software Arduino IDE 1.8.8

2.3. Implementasi Perancangan *Node* Sensor

Tahapan awal dalam pengerjaan penelitian ini adalah implementasi perancagan sistem *Node sensor* dengan melakukan perakitan komponen *Node sensor* sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. *Node sensor* terdiri dari sensor tegangan *AC* ZMPT101B dan YDHC103-030 sebagai komponen masukan, Atmega328 pada modul Arduino UNO sebagai pusat kontroler, Modul LoRa-RA02 433 MHz sebagai komunikasi pengiriman data pada *Node master*, dan terakhir adalah *LCD display* OLED 0,96 inchi untuk menampilkan informasi Pembacaan sensor arus dan tegangan *AC*. serta dikirimkan ke pada port serial agar dapat di baca pada komputer. Hasil implementai perancagan sistem *Node* sensor dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 2. Implementasi 2 Buah *Node sensor*

2.4. Implementasi Perancagan Sistem *Node* Maste

Tahapan selanjutnya dalam penelitian ini adalah implementasi perancangan sistem *Node master,* dengan melakukan perakitan komponen *Node master* sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. *Node master* terdiri dari *RTC* sebagai masukan, Atmega 2560 sebagai pusat kontroler, Modul LoRa-RA02 433 MHz sebagai komunikasi penerimaan data dari masing masing *Node sensor*, data *RTC* dan data yang diterima dari masing masing *Node* sensor di tampilkan pada *LCDdisplay* 20x4 untuk serta dikirimkan ke pada port serial agar dapat di baca pada komputer.



Gambar 3. Implementasi *Node master*



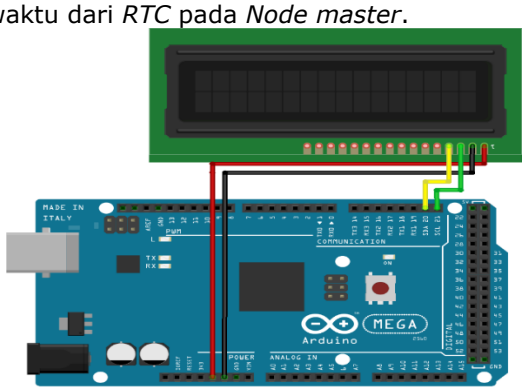
Gambar 4. *Wiring* implementasi *Node master*

2.5. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melakukan uji Pembacaan sensor pada masing masing *Node Sensor* dan membandingkan nilainya dengan multimeter KYORITSU tipe KEW 1021R. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian komunikasi antar perangkat *Node Sensor* dan *Node Master* untuk menguji keberhasilan pengiriman data dengan melakukan variasi jarak pengiriman antar *Node*. Sistem dikatakan berhasil jika masing-masing *Node Sensor* dapat mengirimkan data hasil Pembacaan sensor arus dan tegangan pada *Node Master,* pada *Node Master* sendiri dapat menerima data secara keseluruhan dari masing-masing *Node Sensor* kemudian menampilkanya pada sebuah *LCD* 20x4 dan mengirimkan datanya pada PC untuk ditampilkan pada Serial Monitor.

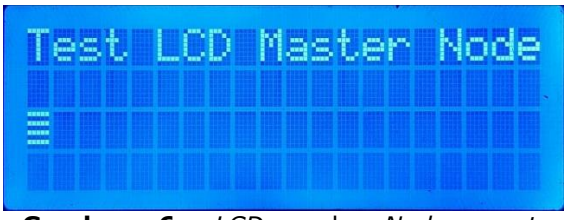
2.6. Pengujian *LCD* (*Liquid Crystal Display*) 20x4

Pada penelitian ini menggunakan *LCD* (*Liquid Crystal Display*) 20x4 yang membutuhkan *supply* 5 Volt *DC* dan difungsikan untuk menampilkan data pada *Node master* yang dikirim dari masing-masing *Node* Sensor dan waktu dari *RTC* pada *Node master*.



Gambar 5. *Wiring* Pengujian *LCD* pada *Node master*

Setelah dirangkai dan dipastikan wiringnya sesuai untuk memastikan bahwa *LCD* yang digunakan dalam penelitian tidak bermasalah makan akan dilakukan pengujian menggunakan *code program* Serial *Display* yang ada pada *library* I2C *LCD* pada *software* Arduino IDE yang diupload pada masing-masing *Node* Sensor. Kemudian untuk mengetahui *LCD* dapat menampilkan data dengan baik pada masing-masing *Node* digunakan *Serial Input* pada *Serial Monitor* Arduino IDE pada Laptop.

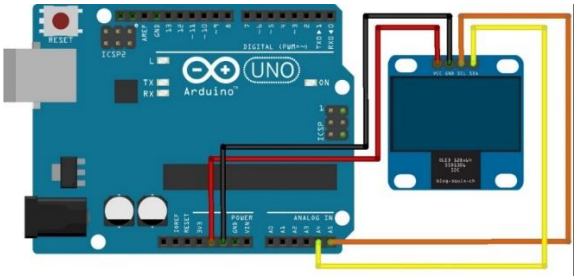


Gambar 6. *LCD* pada *Node master* menampilkan data dari *Serial Input*

Dari pengujian yang telah dilakukan pada masing masing *Node* diperoleh hasil paada gambar 6, yang mana *LCD* dapat menampilkan data yang dikirimkan dari laptop kemudian di baca oleh port Serial pada masing masing *Node* Master. Sehingga dapat disimbulkan bahwa *LCD* dalam kedaan baik dan dapat digunakan untuk menampilkan data dari mikrokontroler.

2.7. Pengujian OLED *Display* 0,96"

Pada penelitian ini menggunakan OLED *Display* 0,96" yang membutuhkan *supply* 3-5 Volt *DC* dan difungsikan untuk menampilkan data pada masing-masing *Node sensor.*



Gambar 7. *Wiring* pada Arduino UNO OLED *Display* 0,96"

Setelah dirangkai dan dipastikan wiringnya sesuai untuk memastikan bahwa OLED *Display* 0,96" yang digunakan dalam penelitian tidak bermasalah makan akan dilakukan pengujian menggunakan *code program test* oled dengan *library* SSD1306 OLED pada *software* Arduino IDE yang di*upload* pada masing-masing *Node* Sensor:



Gambar 8. Tampilan pengujian test Oled *Node* 1

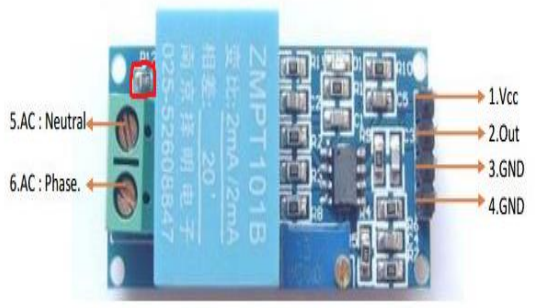


Gambar 9. Tapilan pengujian test Oled *Node* 2

Dari pengujian yang telah dilakukan pada masing masing *Node* dengan kode program. Diperoleh hasi pada gambar yang mana Oled *Display* dapat menampilkan data sesuai dengan code program yang telah diapload pada masing-masing. Sehingga dapat disimbulkan bahwa Oled *Display* dalam kedaan baik dan dapat digunakan untuk menampilkan data dari mikrokontroler.

2.8. Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

Rangkaian sensor tegangan digunakan untuk mengetahui besarnya tegangan yang mengalir pada jaringan instalasi listrik yang digunakan atau pada jaringan PLN. Pengukuran tegangan pada sistem yang dibuat menggunakan Modul sensor ZMPT101B. Adapun gambar sensor tegangan yang digunakan seperti gambar 4.6 berikut ini:

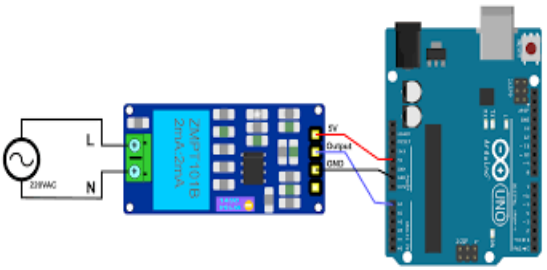


Gambar 10. Sensor Tegangan ZMPT101B

Adapun spesifikasi dari sensor tersebut adalah:

1. Sensor tegangan 110 - 250V *AC* sistem *active* Transformer
2. Ukuran papan PCB : 50x19mm
3. Nilai Input Current : 2mA
4. Kisaran linear : 0 ~ 1000V
5. Isolasi tegangan : 4000V
6. Suhu operasi : -40 C + 70 C
7. linearitas : ≤0.2% (20% dot ~ 120% dot)
8. enkapsulasi : Epoxy

Untuk mengetahui sensor dapat membaca nilai tegangan sesuai dengan Pembacaan alat ukur perlu dilakukan pengujian. Berikut ini merupakan rangkaian dasar sensor tegangan ZMPT101B dengan modul arduino:



Gambar 11. Rangkaian dasar pengujian sensor ZMPT101B

Pengujian sensor dilakukan dengan mengukur variable tegangan *AC* 0-300 Volt *AC* dari generator menggunakan Voltmeter *AC* Multitester KYORITSU tipe KEW 1021R dengan kelipatan ± 30 Volt dan melakukan pengukuran dan pengamatan pada *Node* 1 dan *Node* 2.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Sensor Tegangan Pada *Node* 1

Berikut ini merupakan hasil pengukuran dan pengamatan yang dilakukan:

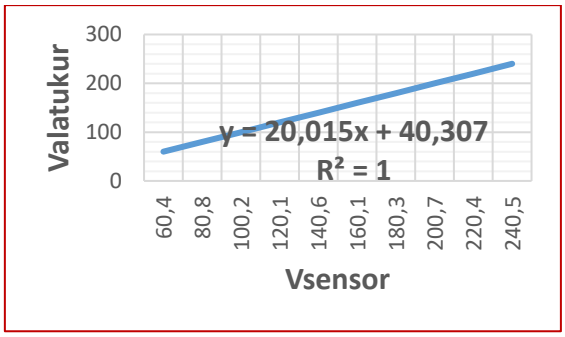
Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan pada *Node* 1

No	Vsensor	Valatukur	% *difference*
1	60,4	60	0,67
2	80,8	80	1,00
3	100,2	100	0,20
4	120,1	120	0,08
5	140,6	140	0,43
6	160,1	160	0,06
7	180,3	180	0,17
8	200,7	200	0,35
9	220,4	220	0,18
10	240,5	240	0,21

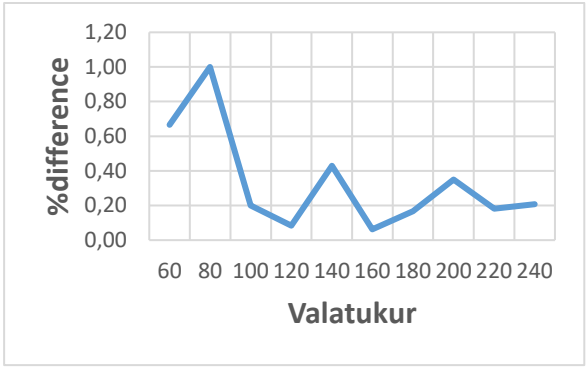
Untuk menghitung besarnya *difference* dari hasil Pembacaan tegangan pada table 1 di atas, dapat mengunakan persamaan berikut ini beserta contoh perhitungannya:

$$\%\ difference = abs\left[\frac{measured\ value - actual\ value}{actual\ value}\right] x100 \qquad (1)$$

$$\%\ difference = abs\left[\frac{60{,}4-60}{60}\right] x100 = 0{,}66\ \%$$



Gambar 12. Grafik Hubungan V Pembacaan Alat Ukur dan V Pembacaan Sensor *Node* 1



Gambar 13. Grafik Hubungan Persentase *Difference* danV Pembacaan Alat Ukur *Node* 1

Hasil pengukuran dan pengamatan Tegangan pada *Node* 1 ditampilkan Tabel.1. kemudian pada gambar 4.15 menunjukan linieritas yang sangat baik hasil pengukuran antara Voltmeter *AC* Multitester KYORITSU tipe KEW 1021R dengan Pembacaan sensor pada *Node* 1. Kemudian gambar 4.16 menunjukan persentase *difference* pada pengukuran ≤ 1%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor tegangan pada *Node* 1 memiliki linieritas pengukuran yang sangat baik dengan presentase *difference* ≤ 1%.

3.2. Pengujian Sensor Tegangan Pada *Node* 2

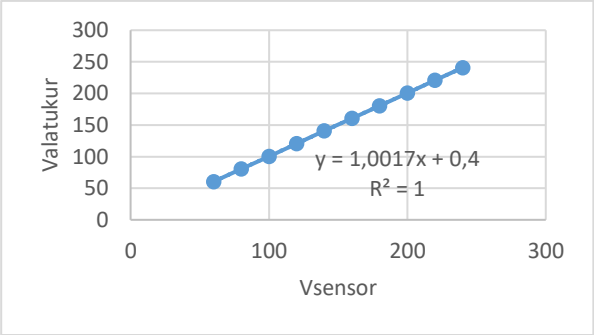
Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan pada *Node* 2

No	Vsensor	Valatukur	%*Difference*
1	60	60,4	0,66
2	80	80,6	0,74
3	100	100,5	0,50
4	120	120,7	0,58
5	140	140,9	0,64
6	160	160,6	0,37
7	180	180,4	0,22
8	200	200,7	0,35
9	220	220,9	0,41
10	240	240,8	0,33

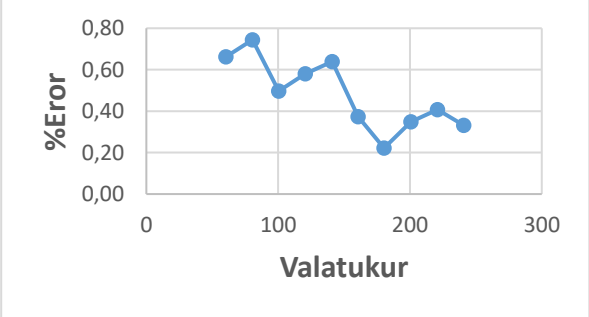
Untuk menghitung besarnya % *difference* dari hasil Pembacaan tegangan pada table 4.2 di atas, dapat mengunakan persamaan berikut ini beserta contoh perhitungannya:

$$\%\ error = \ abs\left[\frac{measured\ value - actual\ value}{actual\ value}\right] x100$$

$$\%\ error = \ abs\left[\frac{60{,}4-60}{60}\right] x100 = 0{,}66\ \%$$



Gambar 14. Grafik Hubungan V Pembacaan Alat Ukur dan V Pembacaan Sensor *Node* 2



Gambar15. Grafik Hubungan Persentase *Difference*dan V Pembacaan Alat Ukur *Node* 2

Hasil pengukuran dan pengamatan Tegangan pada *Node* 2 ditampilkan Tabel 4.2. kemudian pada gambar 4.17 menunjukan linieritas yang sangat baik hasil pengukuran antara *VoltmeterAC* Multitester KYORITSU tipe KEW 1021R dengan pembacaan sensor pada *Node* 2. Kemudian gambar 4.18 menunjukan persentase *difference* pada pengukuran ≤ 1%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor tegangan pada *Node* 2 memiliki linieritas pengukuran yang sangat baik dengan presentase *difference* ≤ 1%.

3.3. Pengujian Sensor Arus

Rangkaian sensor arus yang dibuat digunakan untuk mengetahui besarnya arus listrik yang mengalir sesuai dengan besarnya beban yang digunakan pada jaringan instalasi listrik yang digunakan. Pengukuran Arus pada sistem yang dibuat menggunakan sensor

arus *CT(Current Transformer)YHDC* 013-030. Adapun gambar sensor tegangan yang digunakan seperti gambar 14. berikut ini:

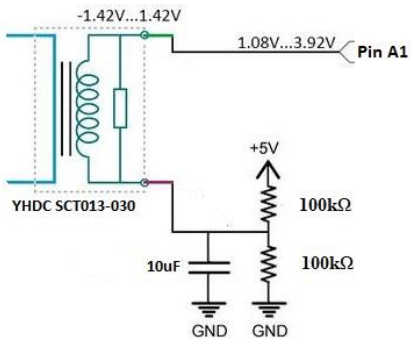


Gambar 14. Sensor arus *CT(Current Transformer)YHDCSCT*013 -030

Adapun spesifikasi dari sensor tersebut adalah:

1. *Rated input : 0-30A*
2. *Rated output : 0-1V*
3. *ACcurACy : ±1%*
4. *Linearity : ≤0.2%*
5. *Turns ratio : 1/1800*
6. *Work voltage : 660V*
7. *Work frequency : 50-1KHz*
8. *Operating temperature : -25 - 70℃*
9. *Storage temperature :-40 - +85℃*
10. *Fire resistance : UL94-V0*
11. *Material of core : Ferrite*
12. *Mounting type : Suspension*
13. *Weight : 55g Ω*

Untuk mengetahui sensor dapat membaca nilai arus sesuai dengan pembacaan alat ukur perlu dilakukan pengujian dan kalibrasi. Berikut ini merupakan rangkaian dasar sensor arus *YHDCSCT*013-030 dengan pin A1 modul arduino:



Gambar 15. Rangkaian dasar sensor arus *YDHC SCT*013-030 dengan pin A1 modul arduino

Pengujian sensor dilakukan dengan memberikan penambahan beban hingga 7 kali penambahan beban yang pertama adalah sebuah solder, selanjutnya diberi penambahan adaptor carger laptop, selanjutnya ditambah dengan kipas angin, dan penambahan keempat beban setelahnya mengunakan strika listrik.

Kemudian dilakukan pengukuran menggunakan *Ampere* meter *AC* dengan Multitester KYORITSU tipe KEW 1021R dan juga pengamatan pada *Node* 1 dan *Node* 2. Berikut ini merupakan hasil pengukuran yang dilakukan:

3.4. Pengujian Sensor Arus Pada *Node* 1

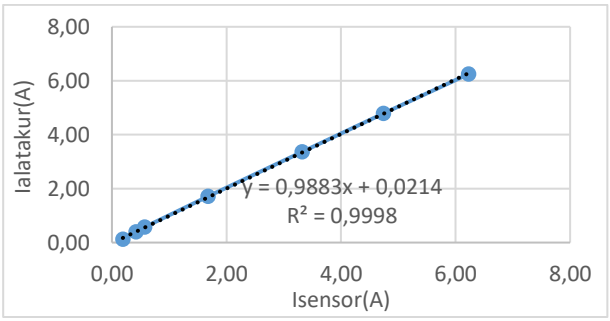
Tabel 3. Hasil Pengukuran Arus pada *Node* 1

NO	Isensor (A)	Ialatukur (A)	% *Difference*
1	0,19	0,12	58,33
2	0,42	0,40	5,00
3	0,57	0,57	0,35
4	1,68	1,71	1,87
5	3,32	3,36	1,13
6	4,74	4,79	1,04
7	6,23	6,25	0,32

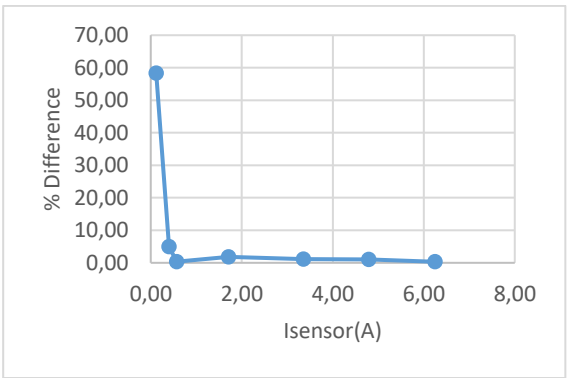
Untuk menghitung besarnya % *difference* dari hasil Pembacaan tegangan pada table 4.3 di atas, dapat mengunakan persamaan berikut ini beserta contoh perhitungannya:

$$\%\ difference = \left[\frac{measured\ value - actual\ value}{actual\ value}\right] x100 \quad (2)$$

$$\%\ difference = \left[\frac{0{,}19-0{,}12}{0{,}12}\right] x100 = 58{,}33\ \%$$



Gambar 16. Grafik Hubungan I Pembacaan alat ukur dan I Pembacaa sensor *Node* 1



Gambar 17. Grafik Hubungan Persentase *Difference*dan I Pembacaan sensor *Node* 1

Hasil pengukuran dan pengamatan arus pada *Node* 1 ditampilkan Tabel 4.3. kemudian pada gambar 18. menunjukan linieritas yang sangat baik hasil pengukuran antara *Ampere*meter *AC* Multitester KYORITSU tipe KEW 1021R dengan pembacaan sensor pada *Node* 1.

Pada gambar 17. menunjukan persentase *difference* pada pada pengukuran tinggi ketika arus beban yang diukur kurang dari 0,5 *Ampere*. Pada *Node* 1 menunjukan presentase *difference* mencapai 58,33% pada arus terukur 0,12 *Ampere* dan 5% pada arus terukur 0,40 *Ampere* akan tetapi jika arus yang diukur ≥ 0,5 *Ampere* Presentase *difference* pengukuran ≤ 2%.

3.4. Pengujian sensor Arus Pada *Node* 2

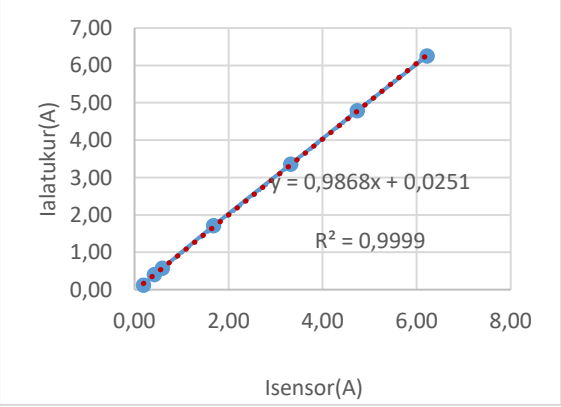
Tabel 4. Hasil Pengukuran Arus pada *Node* 2

No	Isensor (A)	Ialatukur (A)	% *Difference*
1	0,19	0,12	58,33
2	0,42	0,40	5,00
3	0,59	0,57	3,15
4	1,68	1,71	1,87
5	3,32	3,36	1,13
6	4,74	4,79	1,04
7	6,22	6,25	0,48

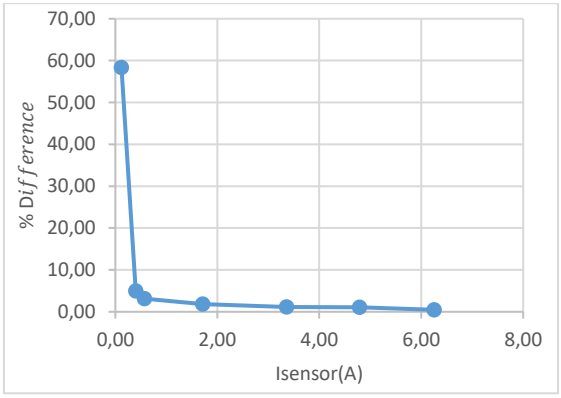
Untuk menghitung besarnya % *difference* dari hasil pembacaan tegangan pada table 4.4 di atas, dapat mengunakan persamaan berikut ini beserta contoh perhitungannya:

$$\%\ difference = \left[\frac{measured\ value - actual\ value}{actual\ value}\right] x100 \quad (3)$$

$$\%\ difference = \left[\frac{0{,}19-0{,}12}{0{,}12}\right] x100 = 58{,}33\ \%$$



Gambar 18. Grafik Hubungan I Pembacaan alat ukurdan I Pembacaan sensor *Node* 2

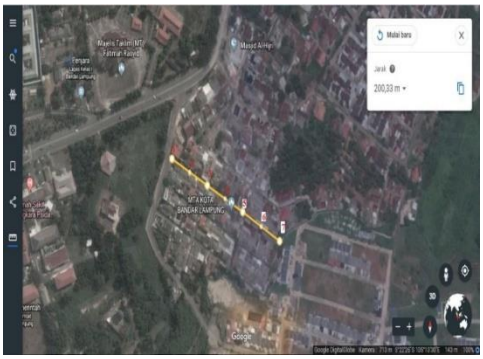


Gambar 19. Grafik Hubungan Persentase *Difference* dan I Pembacaan sensor *Node* 2

Hasil pengukuran dan pengamatan arus pada *Node* 2 ditampilkan Tabel 4. Pada grafik 19 Persentase *difference* pada pengukuran tinggi ketika arus beban yang diukur kurang dari 0,6 *Ampere*. *Node* 2 menunjukan presentase *difference* mencapai 58,33% pada arus terukur 0,12 *Ampere* dan 5% pada arus terukur 0,40 *Ampere* dan 3,15 % pada arus terukur 0,57 *Ampere*akan tetapi jika arus yang diukur ≥ 0,6 *Ampere* Presentase *difference* pengukuran ≤ 2%.

3.5. Pengujian *Transmisi* Data Lora RA-02

Tranceiver LoRa Ra-02 merupakan modul komunikasi nirkabel yang memanfaatkan gelombang RF 433MHz yang biasanya diaplikasikan untuk *Scientific, Industrial*, *Medical* (ISM). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak maksimum yang dapat dicakup oleh *transeiver* untuk mengirimkan data secara *real time*. Pengujian dilakukan pada dua kondisi yaitu kondisi *line of sight*



Gambar 20. Titik-titik lokasi pengujian line of sight

Gambar 20. di atas merupakan titik-titik jarak lokasi dari pengujian pengiriman data secara *line of sight*. Pengujian mengambil 7 titik yang ditandai dengan angka pada gambar 21. Penentuan lokasi pengujian antara modem dengan titik-titik lokasi pengiriman data ditentukan mengunakan

Global Positioning System (GPS) dan untuk mengetahui jarak antar titik-titik pengukuran dengan letak *receiver* menggunakan bantuan *Google Earth*. Titik pertama merupakan titik letak *receiver.* Adapun jarak pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Presentase Data Diterima Berdasarkan Jarak Transmisi Data

No	Jarak ± (Meter)	Persentase Data Diterima
1	30	100%
2	60	100%
3	90	100%
4	120	100%
5	160	95%
6	200	85%

Dari tabel 5. diatas presentase data diterima ditentukan dengan mengirimkan data sebanyak 20 kali pada setiap titik pengujian kemudian presentasi diperoleh dengan membandingkan data yang diterima dengan jumlah data yang dikirim. Jika dilihat pada tabel presentase data diterima cenderung menurun pada jarak tranmisi ≥ 120 Meter. Sehingga dapat disimpulkan Pada jarak ≥ 120 Meter modul *tranceiver* tidak dapat lagi mengirimkan data dengan baik dan data tidak dapat diterima pada media penerima.

4. KESIMPULAN

Berikut adalah beberapa kesimpulan yang didapat dari penelitian ini, yaitu:

1. Sistem monitoring *multi Nodes* arus dan tegangan menggunakan *transceiver LoRa SX1278* secara *real time* berhasil dibangun, dengan parameter besaran listrik meliputi tegangan dan arus.
2. Pada *Node* sensor sensor Arus *YHDC* S*CT*-013-30 yang digunkan memiliki nilai persentase *difference* pengukuran rata-rata kurang dari 2% jika besaran arus yang diukur ≥ 0,6 *Ampere* dan jika sebaliknya persentase *difference* semakin tinggi.
3. Pada *Node* sensor sensor Tegangan ZMPT101B yang digunkan memiliki nilai persentase *difference* pengukuran rata-rata kurang dari 2% pada setiap pengukuran yang dilakukan.
4. Pada jarak ≥ 120 meter data yang dikirimkan menggunakan transceiver LoRa SX1278 sudah tidak dapat melakukan komunikasi dengan baik dengan ditandai penurunan jumlah data yang diterima *Receiver* dari data yang dikirimkan *Transmiter*.

DAFTAR PUSTAKA

A. Lutfi, S. Raden, " *Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Xbee Studi Kasus Pemantauan Suhu dan Kelembaban*", Publish on " IJEIS (*Indonesian Journal of EleCTronics and Instrumentation Systems*), Vol. 2, No.2, 119-130, ISSN: 2088-3714, 2012.

Ai-Thinker, http://wiki.ai-thinker.com. 25 Desember 2018.

Arduino, https://arduino.cc. 30 Desember 2018.

Darma S, dkk. "*Modul pendamping Praktikum Laboratorium Sistem Tertanam*", Departemen Fisika, FMIPA-UI. 2017.

Dikpride Despa, DKK, Laporan Penelitian PPT Real-time Web Monitoring dan Estimasi Sistem Kelistrikan dengan Teknologi IOT, Bandar Lampung, 2017.

F. Burhan, dkk, "*Evaluasi Karakteristik XBee Pro dan nRF24L01+sebagai Transceiver*& *Teknik Elektronika* (ELKOMIKA)", Vol. 4, No. 1, 83 - 97, ISSN (p): 2338-8323, ISSN (e): 2459-9638, 2016.

Nirkabel"' Publish on "*Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi,* Kadir, A. "*Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*", Yogyakarta. Penerbit Andi, ISBN: 978-979-29-4017-6, 2013.

Naeem, Wasif Dr., *Concepts In EleCTric Circuits*. Ventus Publishing ApS. Bookboon.com, 2009.

Nurcahyo Sidik, " *Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmel*", Yogyakarta, C.V Andi, ISBN: 978-979-29-3214-0, 2012.

S.W Bagus, "*Sistem Deteksi Gempa Bumi Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel*",

Sudirham, Sudaryanto, *Analisis Rangkaian Listrik Jilid1*. Bandung : Darpublic, 2012.

Tobing. Bonggas L, Peralatan Tegangan Tinggi, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama., 2003.

Vishay Intertechnology, https://vishay.com. 2 Januari 2019.

Zuhal, Zhanggischan, Prinsip Dasar Elektroteknik, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.