



Unjuk Kerja Jaringan Sensor Nirkabel Dengan Menggunakan Topologi *Star*

Thevin Hanisadewa¹, Theodorus Yusti Viananta², Agustinus Bayu Primawan³

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

e-mail :¹sadewathevin@gmail.com,

²theodurusyustiviananta@gmail.com,³bayu@dosen.usd.ac.id

Abstrak— Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) adalah suatu infrastruktur jaringan nirkabel yang menggunakan sensor untuk memonitor fisik atau kondisi lingkungan sekitar seperti suhu, suara, getaran, gelombang elektromagnetik, tekanan, gerakan, dan lain-lain. Perangkat JSN biasanya ditempatkan pada daerah yang sulit dijangkau, maka dari itu pergantian baterai pada *node* sensor secara terus menerus dengan kurun waktu yang cepat menjadi kurang efisien. Pada JSN tentu juga diperlukan transmisi data yang handal, oleh karena itu sensor *node* perlu sinkron dengan waktu pengiriman dan penerimaan data. Karena setiap data *output* pengiriman mempunyai panjang data yang tetap dan kecepatan transmisi yang konstan sehingga dapat diperkirakan *delay* yang terjadi. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan daya dan *delay* pada JSN mempengaruhi kinerja dari sistem itu sendiri. Pengukuran daya dilakukan dengan sensor INA 219 merupakan salah satu sensor untuk monitoring daya penggunaan mikrokontroler Arduino Uno. Dengan memanfaatkan perkalian hukum ohm, INA219 juga dapat menghitung daya watt-nya. Penggunaan daya pada *gateway* memiliki *interval* penurunan sebesar 0,06 mA pada 15 menit awal dikarenakan tegangan pada baterai masih tinggi, sedangkan *node* sensor memiliki *interval* penurunan sebesar 0,01mA/5 menit konstan hingga akhir. Dengan baterai alkaline 9V *gateway* mampu menerima data dari *node* sensor sekitar 65 menit hingga terakhir dapat digunakan untuk menerima data dengan arus sebesar 0.3 mA. Pada perhitungan *delay* keterlambatan dikarenakan banyak data yang mengalami bentrok/tabrakan sehingga data hilang ataupun tumpang tindih. *Node* sensor melakukan pengiriman data selama 2 jam. Hasil pengukuran diperoleh rata-rata *delay* yang terjadi pada *node* 1 0,292 detik, *node* 2 0,341 detik, *node* 3 0,457 detik dan *node* 4 0,587 detik.

Kata Kunci— Jaringan Sensor Nirkabel, Daya, *Real time*, *Delay*, Arduino

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang komunikasi semakin maju, salah satu contohnya adalah teknologi *wireless*, teknologi ini banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari contohnya penggunaan *Wireless Sensor Network* perangkat ini tersusun dari 2 *node* atau lebih yang dimanfaatkan untuk monitoring suatu keadaan dengan cara mengirimkan data atau informasi melalui komunikasi jarak jauh (nirkabel) [[HYPERLINK \l "Arr" 1](#)].

Penelitian sebelumnya tentang Implementasi Sistem Pemantauan Kandang Peternakan Ayam Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel *Zigbee* yang pernah dilakukan Angga Fatih Alim pada 2013 lalu. Pada penelitiannya dilakukan implementasi sistem pemantauan suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11 .Hasilnya sensor DHT11 dapat digunakan dan bekerja sesuai dengan yang diinginkan[2].Penelitian kedua tentang Analisis Pemakaian Energi Pada Sensor *Node* Dengan Protokol Komunikasi RF24 Menggunakan Sumber Daya Baterai yang pernah dilakukan oleh Arya Sena Marga Mukti pada tahun 2018. Pada penelitiannya dilakukan analisis tentang pemakaian energi pada RF24 [[HYPERLINK \l "Ary18" 3](#)]. Penelitian tentang Uji Kinerja Pengiriman Data Secara *Wireless* Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis *Rest Architecture* yang pernah dilakukan Harry Yuliansyah menunjukkan kehandalan pengiriman data pada media *wireless*[4]. Perangkat WSN biasanya ditempatkan pada daerah yang sulit dijangkau,

maka dari itu pergantian baterai pada *node* sensor secara terus menerus dengan kurun waktu yang cepat menjadi kurang efisien. WSN tentunya dibutuhkan transmisi data yang handal, oleh karena itu sensor *node* perlu sinkron dengan waktu pengiriman dan penerimaan data [[HYPERLINK \l "FBu16" 5](#)]. Karena setiap data *output* pengiriman mempunyai panjang data yang tetap dan kecepatan transmisi yang konstan sehingga dapat diperkirakan *delay* yang terjadi [6].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian yang berjudul “*Performance Wireless Sensor Network Dengan Menggunakan Topologi Star*” penelitian dilakukan dengan menggunakan 5 *node* yang digunakan untuk memantau suhu ruangan dan mengukur konsumsi daya sebuah *node*, topologi yang digunakan yaitu topologi *star*, hasil dari pengukuran dari tiap-tiap topologi akan dibandingkan untuk penggunaan dayanya. Pada penelitian kedua dilakukan pengukuran performansi pengiriman data yang difokuskan pada perhitungan *delay* pada setiap *nodenya* dengan membandingkan data pewaktuan saat data akan dikirim dan setelah data diterima. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui penggunaan daya dan *delay* disetiap *node* sensor dan dapat mengetahui efisiensi dari setiap topologi juga modul *tranciever* agar didapatkan referensi untuk pengembangan WSN kedepannya.

II. LANDASAN TEORI

Wireless Sensor Network (WSN) adalah suatu infrastruktur jaringan nirkabel yang menggunakan sensor untuk memonitor fisik atau kondisi lingkungan sekitar seperti suhu, suara, getaran, gelombang elektromagnetik, tekanan, gerakan, dan lain-lain [[HYPERLINK \l "Afi14" 7](#)]. Masing-masing *node* dalam sensor jaringan nirkabel biasanya dilengkapi dengan *radio tranceiver* atau alat komunikasi *wireless* lainnya, *microcontroller* kecil, dan sumber energi biasanya baterai [8]. Teknologi WSN pada dasarnya adalah menggabungkan proses *sensing*, pengendalian dan komunikasi menjadi satu alat yang disebut dengan sensor *node* [[HYPERLINK \l "Yua13" 9](#)].

Perbedaan WSN dengan sistem komunikasi yang lainnya adalah tidak diperlukannya komunikasi secara langsung dengan *Base Station Controller* (BSC), tetapi hanya berhubungan melalui *local peer* dalam jaringan *node-nodenya* sendiri dalam berinteraksi dengan fisik lingkungan [10]. Dengan adanya teknologi WSN, memungkinkan peneliti untuk mendapat informasi yang dibutuhkan tanpa harus berada di area sensor. Informasi dapat diakses dari jarak jauh melalui *gadget* seperti laptop, *remote control*, *server* dan sebagainya [[HYPERLINK \l "Pra08" 11](#)].

2.1 Arduino Uno

Arduino adalah mikrokontroler *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *Wiring platform*. Dalam *hardware* arduino tertanam sebuah chip *microcontroller* jenis AVR dari perusahaan Atmel, dan memiliki bahasa pemrograman C. Mikrokontroler adalah sebuah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* dan menghasilkan *output* sesuai dengan yang diinginkan, jadi mikrokontroler adalah otak sebagai pengendali *input*, proses, dan *output* sebuah rangkaian elektronik, Arduino uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328 dan dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah *power supply* eksternal.

2.2 Modul Komunikasi RF24

NRF24L01 atau biasa dikenal dengan RF24 adalah sebuah *transceiver* yang berfungsi sebagai modul komunikasi suatu jaringan, RF24 direkayasa untuk memenuhi standar *IEEE 802.15.4*. Selain itu RF24 juga membutuhkan daya rendah pada jaringan sensor nirkabel. Dengan daya yang rendah modul ini memberikan komunikasi yang handal dalam pengiriman data. RF24 bekerja dalam frekuensi 2,4 GHz ISM (*Industrial, Scientific and Medical*). Modul

ini menggunakan antarmuka SPI untuk berkomunikasi dan tegangan kerja dari modul ini adalah 5V DC. RF24 memiliki *true ULP solution*, yang memungkinkan daya tahan baterai berbulan-bulan hingga bertahun-tahun. Modul ini dapat digunakan untuk pembuatan *pheriperal PC*, piranti permainan, piranti *fitnes* dan olahraga, mainan anak-anak dan alat lainnya.

2.3 Sensor INA219

Sensor INA 219 merupakan salah satu sensor untuk monitoring daya penggunaan mikrokontroler. Sensor ini mempunyai kemampuan untuk mengukur sumber beban sampai dengan 26Vdc dan arus 3,2A. Dengan memanfaatkan perkalian hukum ohm, INA219 juga dapat menghitung daya *watt*-nya. Besaran daya yang mampu diukur menggunakan modul ini yaitu dapat mencapai lebihdari 75 watt daya.

INA 219 didukung dengan *interface* I2C atau SMBUS-COMPATIBLE dimana peralatan ini mampu memonitoring tegangan *shunt* dan suplai tegangan bus. INA 219 memiliki sebuah *amplifier* input maksimum adalah $\pm 320\text{mV}$ ini berarti dapat mengukur arus hingga $\pm 3,2\text{A}$. Dengan internal data 12 bit ADC, resolusi pada kisaran 3.2A adalah 0,8 mA.

2.4 Sensor DHT 11

DHT11 adalah sensor Suhu dan Kelembaban, dia memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC (*Negative Temperature Coefficient*) yang menjadi salah satu teknologi DHT11 mempunyai keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. Kinerja saat mikrokontroler terhubung sebesar 8 bit. DHT11 mempunyai 4-pin, 1 pin VCC, 1-pin *data out*, 1-pin *not connected*, 1-pin *ground*.

2.5 Modul RTC DS3231

RTC merupakan alat yang digunakan untuk mengakses data waktu dan kalender, RTC mampu mengakses informasi data waktu mulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Akhir tanggal pada setiap bulan akan disesuaikan secara otomatis dengan kurang dari 31 hari dan juga mampu mengoreksi tahun kabisat.

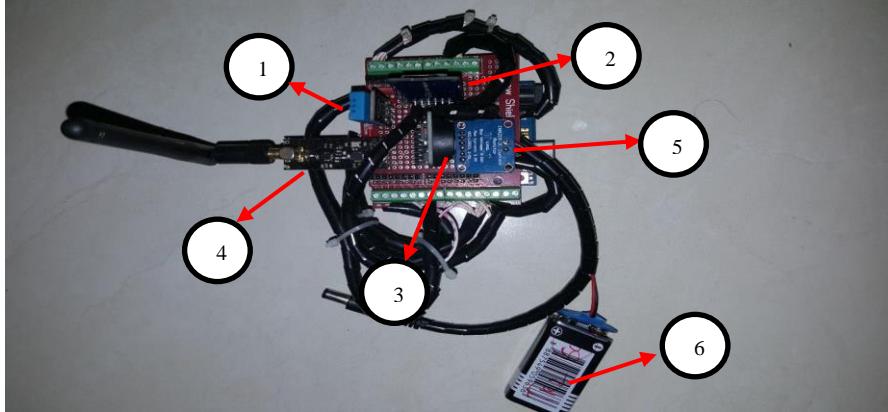
Pada DS3231 Operasi jam bisa diformat dalam 24 jam atau 12 jam (AM/ PM). Untuk tatap muka dengan suatu mikroprosesor dapat disederhanakan dengan menggunakan sinkronisasi komunikasi *serial I2C* dengan kecepatan *clock* 400Khz.

2.6 Modul SD Card

SD Card Adapter merupakan modul yang berfungsi untuk mengakses kartu memori yang bertipe *micro SD* untuk membaca dan menulis data melalui sistem *file* dan antarmuka SPI (*System Peripheral Interface*), modul ini banyak digunakan untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan media penyimpanan data, seperti sistem absensi, sistem antrian, maupun sistem aplikasi *data logging* lainnya termasuk sistem monitoring WSN.

III. MODEL YANG DIUSULKAN

3.1 Perangkat keras Gateway



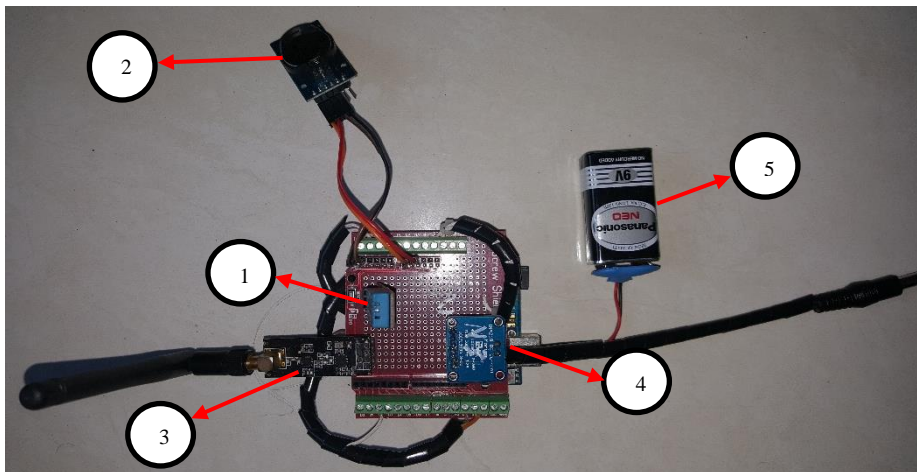
Gambar 3.1 Modul Gateway

Modul perangkat *gateway* dan *node* ditunjukkan pada gambar 3.1 dan gambar 3.2, sementara itu tabel 1 dan tabel 2 memperlihatkan spesifikasi masing-masing modul.

TABEL I
Spesifikasi Modul Gateway :

No.	Nama Perangkat	Fungsi
1	<i>Sensor DHT11</i>	Membaca suhu dan kelembaban ruangan
2	<i>Modul SD Card</i>	Menyimpan data penerimaan dari <i>node sensor</i>
3	<i>RTC DS3231</i>	Sinkronisasi waktu penerimaan dari <i>node sensor</i>
4	<i>Modul RF24</i>	Modul <i>transceiver</i> untuk pengirim dan penerima data
5	<i>Sensor INA219</i>	Membaca tegangan dan arus pada masing-masing <i>node sensor</i>
6	Baterai 9V	<i>Power Supply</i>

3.2 Perangkat keras Node Sensor



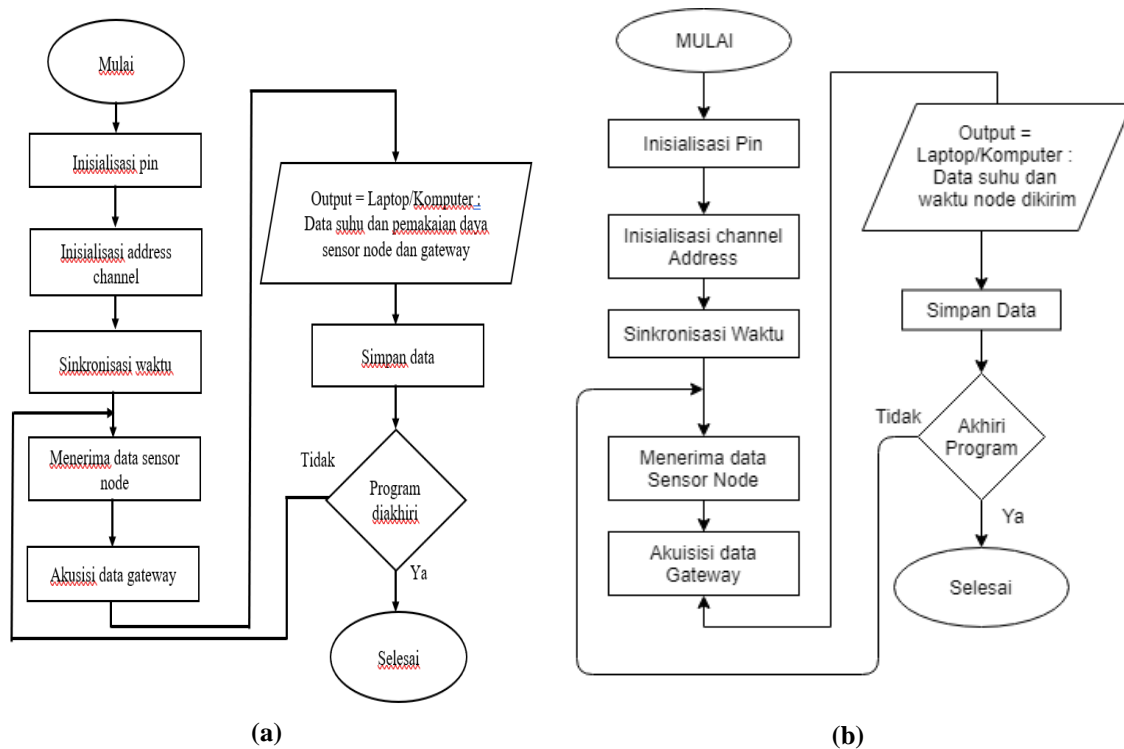
Gambar 3.2 Modul Node Sensor

TABEL II
Spesifikasi Modul Node Sensor :

No.	Nama Perangkat	Fungsi
1	<i>Sensor DHT11</i>	Membaca suhu dan kelembaban ruangan
2	<i>RTC DS3231</i>	Sinkronisasi waktu penerimaan dari <i>node sensor</i>
3	<i>Modul RF24</i>	Modul <i>transceiver</i> untuk pengirim dan penerima data
4	<i>Sensor INA219</i>	Membaca tegangan dan arus pada masing-masing <i>node sensor</i>
5	Baterai 9V	<i>Power Supply</i>

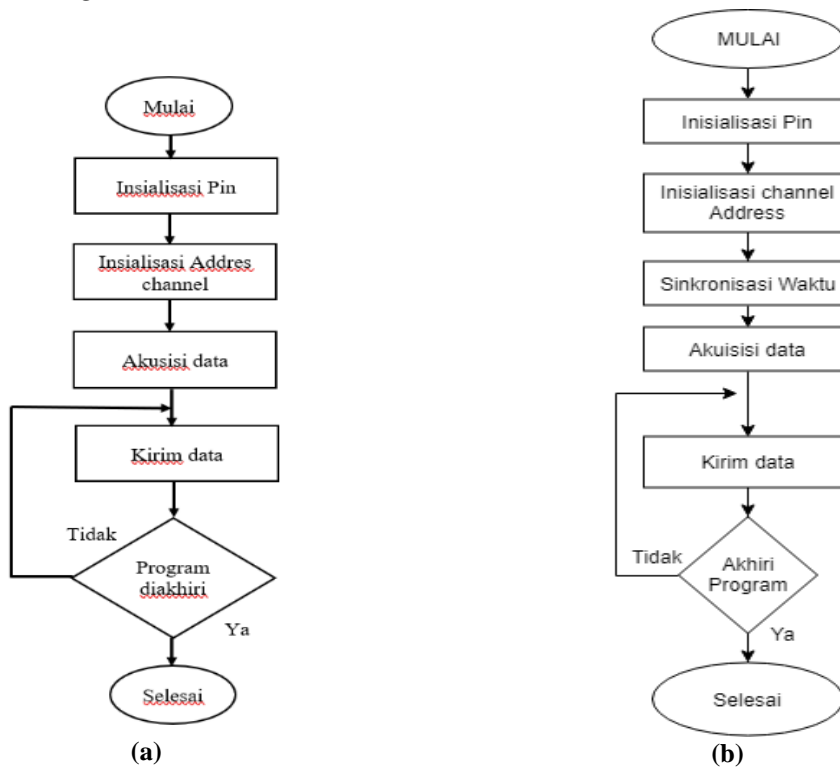
Algoritma modul perangkat *gateway* dan *sensor node* untuk pengukuran daya dan *delay* tersaji pada gambar 3.3 dan gambar 3.4. Pada perangkat *gateway* pengukuran daya dilakukan dengan mengukur penggunaan daya perangkat secara keseluruhan. Data yang ditampilkan pada perangkat *gateway* merupakan data *gateway* dan data pengukuran pada setiap *sensor node*. Sementara itu pengukuran *delay* dilakukan dengan membandingkan data detik pengiriman dari setiap *sensor node* dan data detik penerimaan pada *gateway*. Pada setiap modul dilengkapi juga sensor suhu sebagai bagian yang tak terpisahkan dalam Jaringan Sensor Nirkabel tersebut. Secara umum diagram alir program adalah inisialisasi perangkat yang terhubung dan penentuan waktu di masing-masing modul. Kemudian hasil pembacaan dari *sensor node* akan dikirimkan ke *gateway* setelah sebelumnya dilakukan pemeriksaan koneksi radio. Modul *gateway* akan menerima data pengukuran daya dan data waktu pengiriman dari *sensor node* untuk kemudian digabungkan dengan hasil pengukuran pada *gateway*. Keseluruhan data tersebut kemudian disimpan pada *micro-SD* sebagai media penyimpanan dalam bentuk tabel daya dan waktu pengiriman dan penerimaan.

3.3 Perangkat Lunak Gateway



Gambar 3.3 Diagram alir gateway
(a) Pengukuran daya (b) Pengukuran Delay

3.4 Perangkat Lunak Node Sensor



Gambar 3.4. Diagram alir *node sensor*
(a) Pengukuran daya (b) Pengukuran *Delay*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

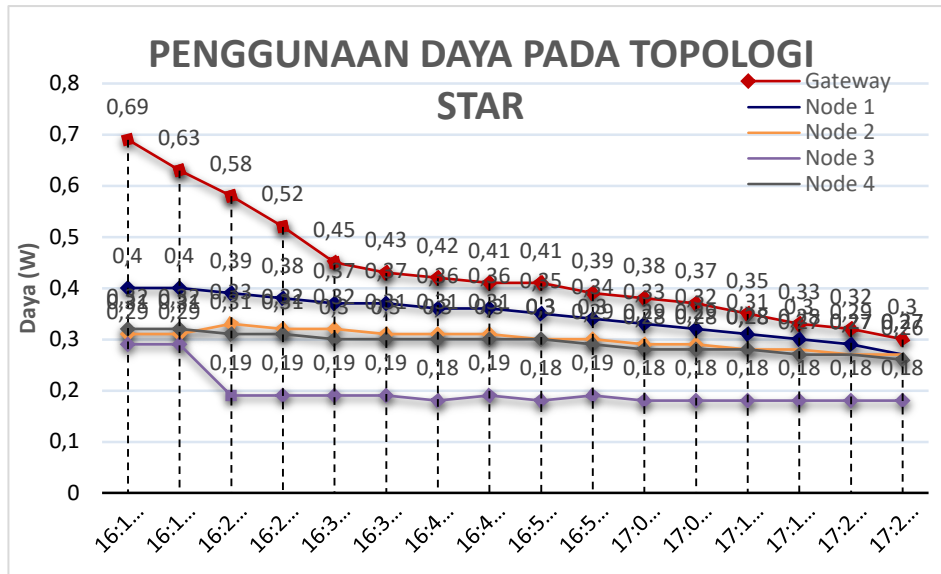
Bab ini menyajikan data yang telah dihasilkan dari perancangan dan penelitian yang telah dilakukan.

4.1 Pengukuran Daya

Berdasarkan gambar 4.1, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan daya pada *gateway* lebih tinggi dibandingkan penggunaan daya pada *node sensor* karena *gateway* bekerja lebih keras dibandingkan dengan *node sensor* lainnya untuk menerima dan menyimpan data hasil pengiriman.

Pada *gateway* penggunaan daya memiliki *interval* penurunan sebesar 0,06mA pada 15 menit awal dikarenakan tegangan pada baterai masih tinggi, sedangkan *node sensor* memiliki *interval* penurunan sebesar 0,01mA/5 menit konstan hingga akhir.

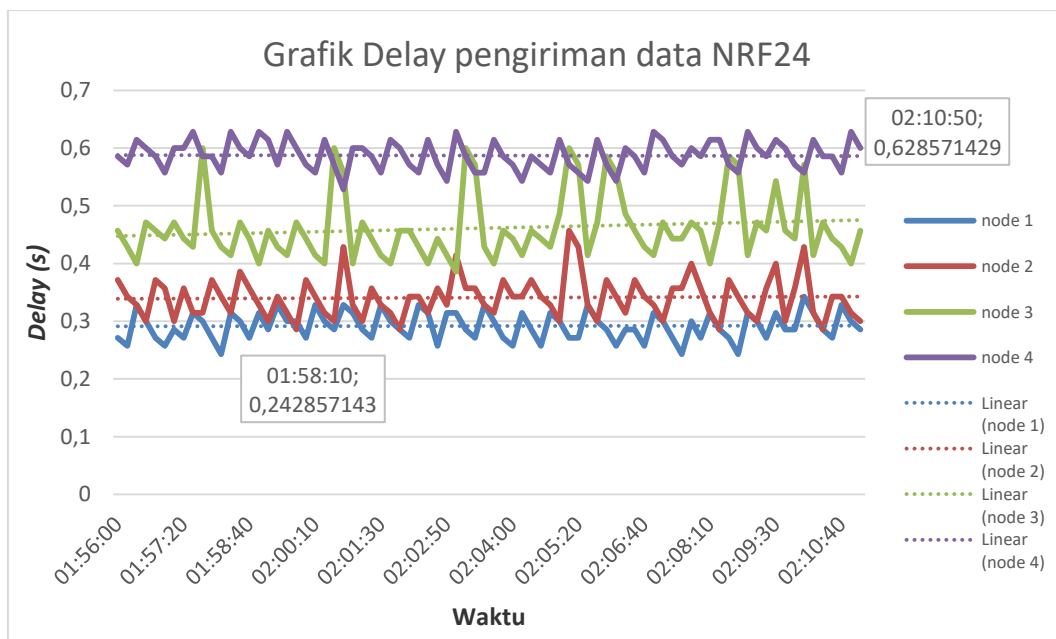
Dengan baterai alkaline 9V *gateway* mampu menerima data dari *node sensor* ± 65 menit hingga daya terakhir yang digunakan untuk menerima data sebesar 0.3mA. Terdapat perbedaan dari hasil penggunaan daya pada *node* 1,2,3, dan 4 karena sensor INA219 memiliki resolusi pengukuran sebesar 0,8mA sehingga pengukuran untuk penggunaan daya sistem Arduino yang kecil menjadi kurang presisi.



Gambar 4.1 Grafik penggunaan daya pada jaringan sensor nirkabel dengan topologi star

4.2 Pengukuran Delay

Berdasarkan hasil penelitian, pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pengujian dilakukan untuk menguji ketepatan waktu pengiriman data antar masing-masing *node*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu pada RTC terkadang berbeda-beda untuk masing-masing *node*. Oleh karena itu dilakukanlah kalibrasi untuk mendapatkan waktu yang sama pada masing-masing *node*. Dari hasil pengujian, menunjukkan bahwa sistem dapat mengirimkan data secara simultan. Pada bagian *node* sensor, sistem diset dengan *interval* waktu 1 detik untuk masing-masing *node* untuk setiap pengiriman data.



Gambar 4. Grafik perhitungan *delay* pada jaringan sensor nirkabel dengan topologi *star*

Pengiriman pada tiap *node* sensor mempunyai jarak keterlambatan penerimaan data (*delay*) paling cepat 0,242 detik dan paling lambat sampai 0,628 detik dengan besar data 70 *byte*. Keterlambatan dikarenakan banyak data yang mengalami bentrok/tabrakan sehingga data hilang

ataupun tumpang tindih. *Node* sensor melakukan pengiriman data selama 2 jam, kemudian *node gateway* akan menerima dan menyimpan data untuk memperoleh data yang valid. Data selanjutnya akan dihitung dan diperoleh rata-rata *delay* yang terjadi pada *node* 1 0,292 detik, *node* 2 0,341 detik, *node* 3 0,457 detik dan *node* 4 0,587 detik dengan *sampling* data pada *interval* waktu yang diambil setiap 10 detik 15 menit data awal.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penggunaan daya pada *gateway* lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan daya pada *node* sensor.
2. Penggunaan daya pada *gateway* pada 15 menit awal memiliki *interval* penurunan sebesar 0,06mA selanjutnya *interval* penurunan *gateway* sama dengan *node* sensor sebesar 0,01mA.
3. Hasil pengukuran penggunaan daya dengan sensor INA219 kurang presisi dikarenakan memiliki resolusi 0,8mA disetiap pengukuran.
4. *Delay* yang terjadi dikarenakan banyak data yang mengalami bentrok/tabrakan pada saat pengiriman data sehingga data hilang atau tumpang tindih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M.H Arrosyid, A. Tjahjono, and Sunarno E., *Implementasi Wireless Sensor Network untuk Monitoring Parameter Energi Sebagai Peningkatan Layanan Bagi Penyedia Energi Listrik*, pada Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia.
- [2] Angga Fatih Alim, *IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PERFORMANSI SISTEM PEMANTAUAN KANDANG PETERNAKAN AYAM MENGGUNAKAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL ZIGBEE (802.15.4)*, Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom Bandung, Bandung, Indonesia, 2013.
- [3] Rakhmadhany P., Kasyful A Arya S.M.M., 2018, "*Analisis Pemakaian Energi Pada Sensor Node Dengan Protokol Komunikasi RF24 Menggunakan Sumber Daya Baterai*", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, hal. 2636-2641.
- [4] Harry Yuliansyah, Mei 2016, *Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul*, *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 10.
- [5] F. Burhan, 2016, *Evaluasi Karakteristik Xbee Pro dan nRF24L01+ sebagai Transceiver Nirkabel*, *Jurnal Teknik Energi ELEktrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik ELEktronika (ELKOMIKA)*, vol. 4, hal. 1,83-97.
- [6] S. Ping, 2003, Copyright 2002, Intel Corporation, All right reserved, p. 3.
- [7] D. I. Afidah, A. F. Rochim, and E. D. Widiyanto, 2014, *Perancangan jaringan sensor nirkabel (JSN) Untuk memantau suhu dan kelembaban menggunakan nRF2401+*, *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 2, hal. 267-268.
- [8] Feriyonika, Paula Santi Rudanti Hasbi Tri Monda, *Sistem Pengukuran Daya pada Sensor Node Wireless Sensor Network*, 9th Industrial Research Workshop and National Seminar, p. 29.
- [9] Zhixiang Yuan and Jinxiang Cheng, 2013, *The Design and Realization of Wireless Sensor Network Gateway Node*, *Advanced Materials Research*, vol. 760-762, hal. 462-466.
- [10] Yona Annisa, *PENGARUH MOBILITAS SINK NODE PADA WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN) UNTUK PEMANTAUAN AKTIFITAS PERGERAKAN GAJAH DALAM AREA PENANGKARAN, BANDAR LAMPUNG*, 2017.
- [11] Stefanus Enggar Pradipta, 2008, *Analisa Algoritma Leach Pada Jaringan Sensor Nirkabel Institut Teknologi Telkom Bandung*.