

Akuisisi Data pada Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel (JSN)

Data Acquisition of Micro Hydro Power Plant (MHPP) Monitoring System Based on Wireless Sensor Network (WSN)

Nivika Tiffany Somantri^{1*}, Setya Rizqi², Naftalin Winanti³, Dede Furqon Nurjaman⁴

^{1,3,4}Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Jenderal Sudirman PO BOX 148 Cimahi, Telp (022) 6642063

² Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

Purwokerto, Indonesia

nivika.tiffany@lecture.unjani.ac.id^{1*}, setyarizqi@gmail.com², naftalin.winanti@lecture.unjani.ac.id³,

dede.furqon@lecture.unjani.ac.id⁴

Abstrak – Pesatnya perkembangan teknologi monitoring saat ini membantu manusia mempermudah melakukan pekerjaan. Sebagai contoh, monitoring PLTMH dapat digunakan untuk memperoleh data untuk memprediksikan kebutuhan energi listrik. Data yang akan digunakan dihasilkan dari proses pengambilan, pengiriman, penerimaan sampai data dapat ditampilkan dan disimpan dalam piranti penyimpanan. Sistem monitoring PLTMH ini berbasis JSN, membutuhkan modul komunikasi serta data logger. Penempatan logger data diperlukan model yang paling sesuai untuk memenuhi spesifikasi data yang diinginkan dan dapat disimpan dalam piranti penyimpanan dalam format “.txt”. Pada penelitian ini digunakan 2 model. Model 1 menempatkan logger data pada rangkaian pengirim dan Model 2 pada rangkaian penerima, sehingga parameter keberhasilan terlihat pada spesifikasi kesamaan data yang dihimpun berdasarkan waktu dan disimpan dalam piranti penyimpanan serta ditampilkan pada serial monitor. Hasil pengujian sampel akuisisi data yang diambil menunjukkan kecepatan putar sebesar 4693 rpm dan frekuensi 156 Hz. Data ini ditampilkan pada serial monitor dan piranti penyimpanan menunjukkan data yang sama. Uji Model 1 tidak menghasilkan data yang bersesuaian dengan pembacaan sensor, sedangkan uji Model 2 yang menempatkan logger data pada rangkaian pengirim dihasilkan data yang bersesuaian berdasarkan setting waktu pada RTC untuk waktu nyata, serta kesesuaian dari pembacaan sensor pada SD Card maupun serial monitor. Sehingga perancangan Model 2 lebih sesuai untuk penerapan sistem monitoring akuisi data PLTMH berbasis JSN yang informasi datanya dapat digunakan dalam keperluan peramalan energi pada masa mendatang.

Kata Kunci: PLTMH, JSN, XBee, data logging, SD card.

Abstract – The rapid development of monitoring technology is currently helping humans make it easier to do work. For example, monitoring of PLTMH can be used to obtain data to predict electricity demand. The data to be used is generated from taking, sending, and receiving until the data can be displayed and stored in a storage device. This MHP monitoring system is based on JSN, requiring communication modules and data loggers. Placement of the data logger requires the most appropriate model to meet the desired data specifications. It can be stored in a storage device in “.txt” format. This study used two models. Model 1 places a data logger on the sending circuit and Model 2 on the receiving circuit so that the parameters of success are visible in the data similarity specifications collected by time, stored in a storage device, and displayed on a serial monitor. The test results for the data acquisition samples showed a rotational speed of 4693 rpm and a frequency of 156 Hz. This data is displayed on the serial monitor, and the storage device shows the same data. The Model 1 test did not produce data that corresponded to sensor readings, while the Model 2 test, which placed a data logger on the sending circuit, generated data that corresponded to the time setting on the RTC for real-time, as well as the suitability of the sensor readings on the SD Card and serial monitor. So the design of Model 2 is more suitable for implementing a JSN-based MHP data acquisition monitoring system whose data information can be used for future energy forecasting purposes.

Keywords: MHPP, WSN, XBee, data logging, SD card.

1. Pendahuluan

Energi Listrik merupakan salah satu kebutuhan primer yang perlu mendapatkan perhatian. Kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat sehingga untuk dapat memenuhinya dibutuhkan suatu energi alternatif[1]. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu jenis pembangkit tenaga air (PLTA) yang mempunyai kelebihan dibandingkan pembangkit-pembangkit listrik yang lain. Salah satu kelebihannya terletak pada pengoperasiannya, yaitu dengan memanfaatkan sumber air dengan debit sebesar 0.3 m³/s mampu menghasilkan kapasitas daya kurang dari 2 KW-200 KW [2]. Maka dari itu untuk mendapatkan debit air dan daya yang diinginkan maka dibuatlah suatu bendungan agar air dapat berkumpul dan akan menghasilkan tekanan yang kuat. Kelebihan lainnya adalah bahwa pada PLTA tidak memerlukan bahan bakar dalam pengoperasiannya, selain itu pembangkit listrik tenaga mikrohidro dapat dioperasikan dalam jangka panjang. Sehingga, perlu diupayakan pengembangan dan pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan (*renewable energy*) dengan tetap berpegang pada prinsip menguntungkan secara ekonomis, layak secara teknis, diterima secara sosial budaya dan tidak menyebabkan kerusakan lingkungan[3].

Program pengembangan PLTMH merupakan salah satu prioritas pembangunan yang dilaksanakan pemerintah yang berprinsip pada berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan guna terciptanya kemandirian dan ketahanan energi nasional pada Kebijakan Energi Nasional (KEN)[4]. Kebijakan ini diarahkan kepada ketersediaan energi untuk kebutuhan nasional, prioritas pengembangan energi, pemanfaatan sumber daya energi dan cadangan energi nasional. Namun dalam pengembangannya, PLTMH sendiri memiliki kapasitas listrik yang dihasilkan bergantung pada debit aliran dan ketinggian air sehingga pada saat musim kemarau debit air akan menurun secara otomatis kapasitas pembangkitan juga akan menurun selain itu pengguna tidak boleh terlalu jauh berada dari PLTMH karena apabila jaraknya terlalu jauh maka akan banyak daya yang hilang dalam transfer akibat rugi-rugi daya pada penghantar. Oleh karena itu, PLTMH tidak cocok digunakan pada daerah yang memiliki skala luas[5].

Dalam kenyataannya PLTMH berada dilingkungan terbuka sehingga untuk mengontrol secara terus-menerus diperlukan suatu sistem *monitoring* untuk mempermudah proses pengontrolan dari PLTMH itu sendiri [6]. Sistem *monitoring* merupakan suatu sistem yang memiliki media penyampaian informasi menggunakan media kabel ataupun *wireless*. Namun, pada faktanya menggunakan kabel atau *wireless* memiliki kelebihan dan kekurangan[7].

Dengan sistem *monitoring* yang ada pada PLTMH dapat diketahui sistem bekerja dengan baik atau tidak dan apabila terjadi gangguan pada sistem maka dalam sistem *monitoring* akan terdeteksi dengan cepat sehingga respon penanggannya akan lebih cepat[8]. Untuk itu perlu adanya sistem pengambilan data dari lingkungan fisik yang akan digunakan datanya dalam sistem

monitoring. Pengambilan data dari lingkungan fisik menggunakan sensor, selanjutnya data yang telah diperoleh dari sensor tersebut akan disimpan pada suatu lokasi tertentu yang bernama memori (SD Card) yang ada di data logger sehingga data bisa diakses baik saat online maupun *offline*.

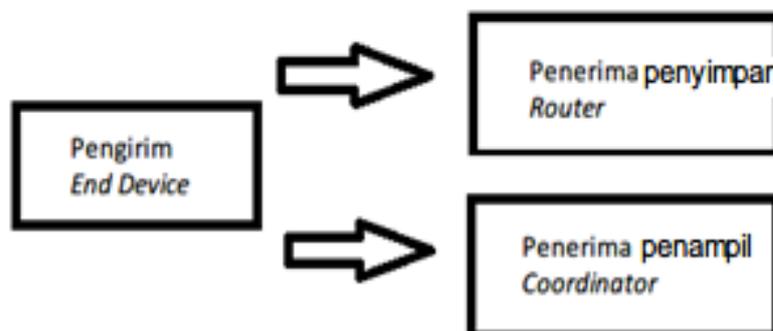
Dalam penelitian yang dilakukan, sistem *monitoring* menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN). JSN merupakan jaringan yang terdiri dari kumpulan node sensor yang tersebar di suatu area tertentu, tiap node memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan mampu berkomunikasi antar node lainnya. Dengan penggunaan JSN, kita dapat memonitor sistem pada PLTMH dengan menghemat waktu serta tenaga seperti pengolahan pada data akuisisinya.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan perancangan suatu model akuisisi data dalam sistem *monitoring* tegangan dan *optocoupler* pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro secara nirkabel berbasis *Arduino IDE* dengan komunikasi data menggunakan perangkat *Xbee*. Sistem nantinya akan diterapkan untuk proses pengiriman data yang didapat dari keluaran sensor *optocoupler* dan sensor tegangan yang ada di pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Perancangan sistem sendiri di bagi menjadi dua bagian yaitu, perancangan *software* dan perancangan *hardware*.

2.1. Perancangan Hardware

Pada tahap perancangan *hardware* terdapat 3 perancangan yaitu perancangan *End Device*, *Router*, dan perancangan *Coordinator*. Model 1 menggunakan ketiga perancangan tersebut, sedangkan pada Model 2 menggunakan 2 perancangan yaitu *End Device* dan *Coordinator*. Gambaran Model 1 dan Model 2 dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



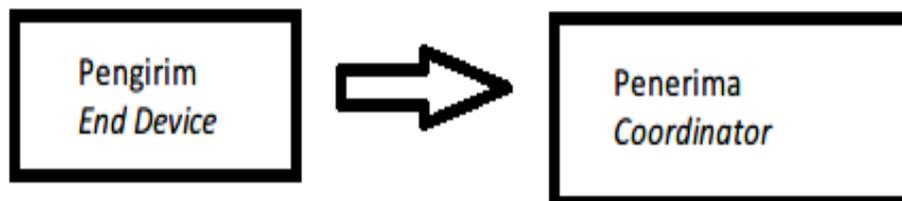
Gambar 1. Perancangan *hardware* Model 1.

Keterangan:

- *End device*: Arduino Uno R3 , Funduino I/O Expansion , modul Xbee Series 2.
- *Router*: Arduino UNO R3, data *logging* shield v1.0, funduino, serta modul XBee Series 2
- *Coordinator*: Arduino UNO R3, funduino, serta modul XBee Series 2.

Pada Gambar 1. terlihat bahwa perancangan *End Device* pada pengirim pemodelan pertama, Arduino UNO R3 terhubung dengan *power supply* dan terhubung dengan sensor sebagai data inputan. Selanjutnya Arduino UNO R3 dihubungkan dengan Funduino I/O Expansion dan modul Xbee Series 2. Rangkaian *End Device* ini berfungsi untuk mengirimkan keluaran data dari sensor yang kemudian data yang diperoleh dari sensor tersebut akan dikirimkan oleh modul Xbee Series 2 yang berada di *End Device* ke modul XBee Series 2 yang terpasang pada bagian penerima yaitu *Router* dan *Coordinator*. Perancangan *Router* tersusun dari arduino UNO R3, data *logging* shield v1.0, funduino, serta modul XBee Series 2. Rangkaian *Router* berfungsi sebagai penerima dari data yang dikirim oleh *End Device* dan data yang diterima akan disimpan pada memori yang terpasang pada *logging data shield* v1.0. Sehingga data dapat diambil setiap saat sesuai dengan keperluan dan data dapat diakses secara *offline*. Rancangan *Coordinator* tersusun dari arduino UNO R3, funduino, serta modul XBee Series 2. Rangkaian *Coordinator* berfungsi sebagai

penerima dari data yang dikirim oleh *End Device* dan data yang diterima akan di tampilkan. *Coordinator* ini terhubung langsung ke Laptop sebagai *interface* yang dapat menampilkan data-data yang telah didapatkan dari sensor putaran yang ada pada *End Device* sehingga data dapat di akses secara online dan ditampilkan melalui serial monitor pada Arduino IDE.



Gambar 2. Perancangan *hardware* Model 2.

Keterangan :

- *End Device*: Arduino UNO R3 , *logging data shield* v1.0, Funduino I/O Expansion, dan modul Xbee Series 2.
- *Coordinator*: Arduino UNO R3, funduino, serta modul XBee Series 2

Pada Gambar 2 terlihat bahwa perancangan *End Device* pada pengirim Model 2, Arduino UNO R3 terhubung dengan *power supply* dan terhubung dengan sensor sebagai data inputan, selanjutnya Arduino UNO R3 dihubungkan dengan *logging data shield* v1.0, Funduino I/O Expansion, dan modul Xbee Series 2. Rangkaian. *End Device* ini berfungsi untuk mengirimkan keluaran data dari sensor yang kemudian data yang diperoleh dari sensor tersebut akan dikirimkan oleh modul Xbee Series 2 yang berada di *End Device* ke modul XBee Series 2 yang terpasang pada bagian penerima yaitu *Coordinator*. Selain itu rangkaian *End Device* berfungsi sebagai penyimpan data yang akan disimpan pada memori yang terpasang pada *logging data shield* v1.0. Sehingga data dapat diambil setiap saat sesuai dengan keperluan pada pengaksesan secara *offline*. Perancangan *Coordinator* tersusun dari arduino UNO R3, funduino, serta modul XBee Series 2. Dimana rangkaian *Coordinator* berfungsi sebagai penerima dari data yang dikirim oleh *End Device* dan data yang diterima akan ditampilkan. *Coordinator* ini terhubung langsung ke Laptop sebagai *interface* yang dapat menampilkan data-data yang telah didapatkan dari sensor putaran yang ada pada *End Device* sehingga data dapat di akses secara online dan ditampilkan melalui serial monitor pada Arduino IDE.

2.2. Perancangan Software

Pada tahapan perencanaan software digunakan X-CTU dan Arduino IDE. X-CTU digunakan untuk pengaturan konfigurasi pada modul Xbee sebagai radio *firmware* dalam mode *device End Device, Router*, ataupun *Coordinator* selain itu juga di gunakan untuk up-date pengaturan konfigurasi ke dalam modul Xbee . Sedangkan Arduino IDE digunakan untuk pemrograman *source code* yang akan di-*download* ke mikrokontroler Arduino. Untuk mengunduh *source code* tersebut dibutuhkan kabel USB untuk menghubungkan rangkaian penerima secara serial ke laptop. Ketika data mulai diproses, mikrokontroler akan melakukan inisialisasi seluruh port terlebih dahulu. Proses berikutnya data yang didapatkan pada pengirim *End Device* akan dikirimkan ke penerima baik *Router* maupun ke *Coordinator* pada Model 1 melalui komunikasi XBee yang terdapat pada Arduino, namun pada Model 2 data akan diproses terlebih dahulu sesuai dengan waktu nyata serta disimpan pada memori SD Card yang terdapat pada *logging data* untuk pengaksesan secara *offline* sebelum data dikirimkan ke *Coordinator*. Selanjutnya Arduino yang terdapat pada *Router* maupun *Coordinator* pada Model 1 akan menerima kiriman data dari data *End Device* yang dikirimkan melalui perantara modul XBee tersebut. Pada Model 1 *Router* akan memproses data yang diterima sesuai dengan waktu nyata serta disimpan pada SD Card yang terdapat pada logger data untuk pengaksesan data secara *offline*. Pada *Coordinator* data yang diterima akan diproses untuk ditampilkan, Arduino terhubung melalui port USB pada laptop,

sehingga data dapat diakses secara online melalui tampilan layar laptop dari serial monitor yang terdapat pada Arduino IDE . Untuk mengakses data *offline* diperlukan pelepasan SD Card dari *logging* data baik pada Model 1 maupun Model 2 dan SD Card dihubungkan dengan laptop untuk pembacaan data *offline*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perancangan Sistem

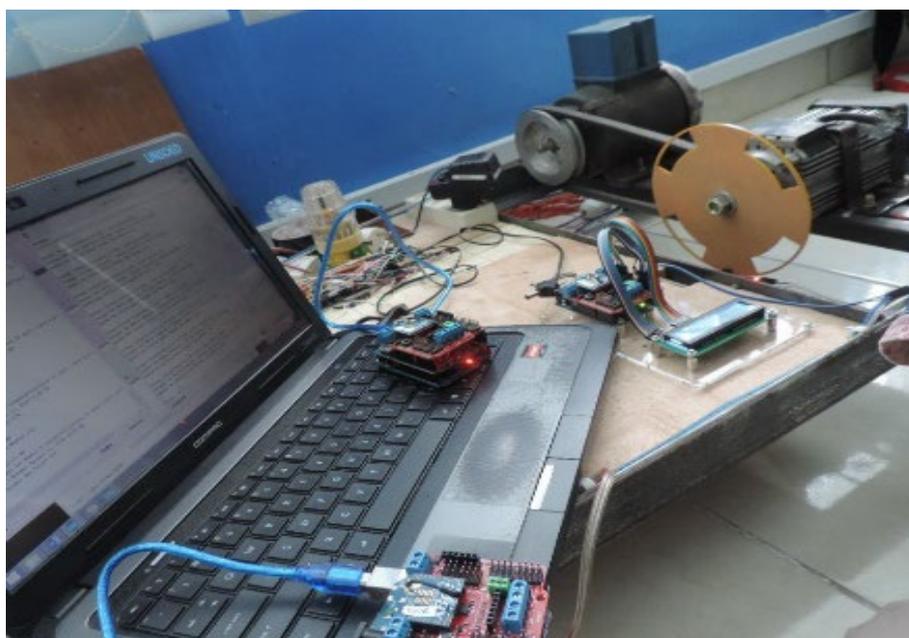
Perancangan sistem pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*.

3.1.1. Perancangan Hardware

Perancangan ini terdiri dari dua rangkaian, yaitu rangkaian pengirim dan penerima. Rangkaian *hardware* ini dimodelkan menjadi dua berdasarkan penempatan *logging* datanya.

a. Model 1 : *Logging* data pada rangkaian penerima

Pada rangkaian Model 1 *logging* data ditempatkan pada rangkaian penerima. Rangkaian pengirim bertugas mengambil data dari lapangan dan mengirimkan data yang didapat dari sensor tanpa melakukan penyimpanan data. Sedangkan pada rangkaian penerima bertugas sebagai pengatur waktu dan menyimpan data pada SD Card serta sebagai penampil data pada serial monitor. Perancangan sistem secara keseluruhan yang dapat dilihat pada Gambar 3.



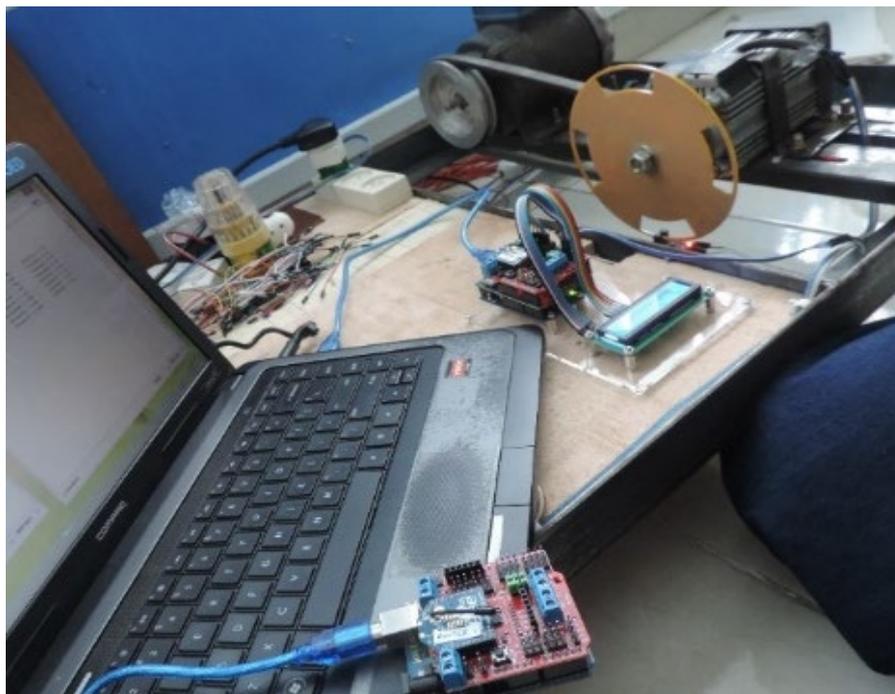
Gambar 3. Rangkaian sistem keseluruhan Model 1.

Keterangan :

- *End Device*: Arduino Uno R3 , Funduino I/O Expansion , modul Xbee Series 2.
- *Router*: Arduino UNO R3, data *logging* shield v1.0, funduino, serta modul XBee Series 2
- *Coordinator*: Arduino UNO R3, funduino, serta modul XBee Series 2.

b. Model 2 : *Logging* data pada rangkaian pengirim

Pada rangkaian Model 2 *logging* data ditempatkan pada rangkaian pengirim. Rangkaian pengirim bertugas mengambil data dari lapangan dan mengirimkan data yang didapat dari sensor serta melakukan pengaturan waktu dan penyimpanan data pada SD Card. Sedangkan pada rangkaian penerima bertugas hanya sebagai penampil data pada serial monitor. Perancangan sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Sistem Keseluruhan Model 2

Keterangan :

- *End Device*: Arduino UNO R3 , *logging data shield* v1.0, Funduino I/O Expansion, dan modul Xbee Series 2.
- *Coordinato* : Arduino UNO R3, funduino, serta modul XBee Series 2

3.2 Perancangan *Software*

Software yang dilibatkan dalam perancangan diantaranya adalah:

1. Arduino IDE

Pada perancangan program arduino terbagi menjadi 2 bagian, yaitu program pengirim dan penerima. Syarat terjadinya komunikasi adalah kesamaan nilai baudrate, penelitian ini menggunakan nilai baudrate 9600. Pada Model 1 program pengirim berisi proses pembacaan sensor. Dan pada program penerima meliputi pengaturan waktu, inisialisasi SD Card sampai penyimpanan data pada SD Card yang terdapat pada *logging* data di rangkaian penerima sebagai penyimpan data, sedangkan pada rangkaian penerima sebagai penampil data berisi program pembacaan serial *read*. Pada Model 2 program pengirim berisi proses pembacaan sensor, pengaturan waktu, inisialisasi SD Card sampai penyimpanan data pada SD Card yang terdapat pada *logging* data. Dan pada program penerima hanya berisi pembacaan serial *read*.

2. X-CTU

Untuk melakukan pengaturan konfigurasi pada modul XBee pengaturan firmware di upload kedalam modul. Untuk menghubungkan modul XBee dengan laptop dibutuhkan sebuah perantara XBee USB Adapter dan kabel USB. Untuk dapat berkomunikasi antar modul, modul tersebut harus diatur sebagai XBee pengirim dan XBee penerima. Pemodelan pertama menggunakan topologi star untuk 3 modul XBee. Modul XBee pengirim diatur sebagai *device End Device*, dan 2 modul XBee penerima di atur sebagai *device Router* serta *device Coordinator*.

Tabel 1 menunjukkan parameter yang diatur dalam konfigurasi XBee Model 1.

Tabel 1 Pengaturan konfigurasi XBee Series 2 pada Model 1.

Parameter	Xbee End Device	Xbee Router	Xbee Coordinator
ID PAN ID	2016	2016	2016
SH Serial number HIGH	13A200	13A200	13A200
SL Serial number Low	40BF9004	40AD6FDE	40BF900F
DH Destination address Hih	13A200	13A200	13A200
DL Destination address Low	FFFF	0	0
NI Node Indetifier	Rangkaian Pengirim	Rangkaian Penerima 1	Rangkaian Penerima 2

Pemodelan kedua menggunakan topologi *pair* untuk 2 modul XBee. modul XBee pengirim di atur sebagai *device End device*, dan modul XBee penerima di atur sebagai *device Coordinator*. Tabel 2 menunjukkan parameter yang diatur dalam konfigurasi XBee pada Model 2

Tabel 1 Konfigurasi XBee Series 2 pada Model 2.

Parameter	Xbee End Device	Xbee Coordinator	Keterangan
ID PAN ID	2016	2016	
SH Serial number HIGH	13A200	13A200	
SL Serial number Low	40BF9004	40BF900F	
DH Destination address Hih	13A200	13A200	
	FFFF	0	Tx → Rx
	FFFF	FFFF	Tx → Rx
DL Destination address Low	40BF900F	0	Tx → Rx
	40BF900F	FFF	Tx → Rx
	40BF900F	40BF9004	Tx → Rx
NI Node Indetifier	Rangkaian Pengirim	Rangkaian Penerima	

3.3. Pengujian Kinerja Sistem

Pada pengujian kinerja sistem dilakukan beberapa pengujian sebagai berikut.

a. Pengujian Catu Daya

Catu daya digunakan untuk memberikan tegangan atau daya kepada suatu sistem agar dapat beroperasi. Catu daya yang digunakan pada perancangan sistem ini berasal dari Adaptor 12v dan Arduino. Arduino sendiri mengeluarkan catu daya 3,3v dan 5v. Hasil pengukuran dari catu daya Adaptor dan Arduino ditunjukkan pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 berikut ini.

Tabel 2. Pengujian catu daya adaptor 12 Volt.

Pengujian ke	Nilai tegangan ideal	Nilai tegangan pengukuran	Error (%)
1	12	11,28	6
2	12	11,29	5,9
3	12	11,85	1,25
4	12	11,13	7,25
5	12	11,29	5,9
Rata-rata	12	11,268	6,1

Tabel 3. Pengujian catu daya Arduino 5 Volt.

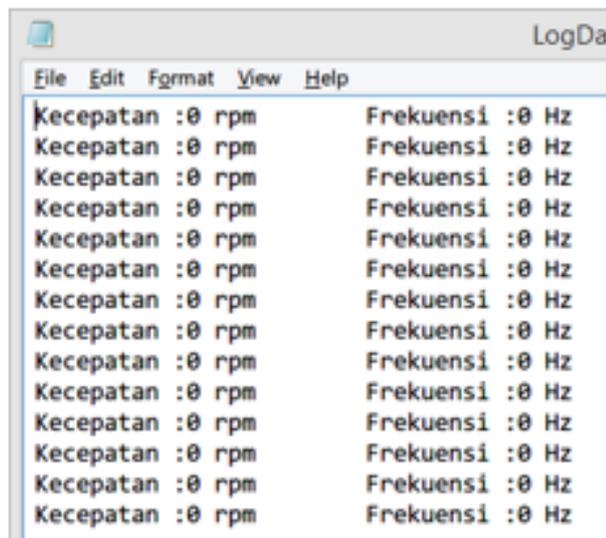
Pengujian ke	Nilai tegangan ideal	Nilai tegangan pengukuran	Error (%)
1	5	5,10	2
2	5	5,09	1,8
3	5	4,85	3
4	5	5,10	2
5	5	5,10	2
Rata-rata	5	5,048	0,96

Tabel 4. Pengujian catu daya 3,3 Volt.

Pengujian ke	Nilai tegangan ideal	Nilai tegangan pengukuran	Error (%)
1	3,3	3,29	0,3
2	3,3	3,32	0,6
3	3,3	3,32	0,6
4	3,3	3,33	0,9
5	3,3	3,32	0,6
Rata-rata	3,3	3,316	0,484

b. Pengujian *data logger*

Pada pengujian *data logger* ini dilakukan dengan *upload* program pada mikrokontroler. Program yang dibuat untuk menyimpan data ke memori SD Card yang berada pada *logging data shield* V1.0. Saat SD Card terdeteksi secara otomatis akan menulis sebuah file dimana file tersebut diberi nama "LogData" yang memiliki format data .txt atau dalam bentuk notepad, sedangkan isi yang terdapat dalam file "LogData" tersebut adalah data yang disimpan dalam dataFile yang selanjutnya dituliskan ke dalam "LogData". Sehingga contoh data yang didapatkan dari SD Card sebagai berikut sesuai dengan Gambar 5.



Gambar 5. Data pada SD card.

c. Pengujian perbandingan data pada data serial dan *data logger*

Pada pengujian perbandingan data pada data serial dan data logger ini digunakan penambahan program *data logger* pada program utama. Didapatkan 3 penampilan dari data seperti Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 berikut.



Gambar 6. Penampil LCD.

Kecepatan :4664 rpm	Frekuensi :155 Hz
Kecepatan :4687 rpm	Frekuensi :156 Hz
Kecepatan :18844 rpm	Frekuensi :82 Hz
Kecepatan :4693 rpm	Frekuensi :156 Hz
Kecepatan :21676 rpm	Frekuensi :176 Hz
Kecepatan :21186 rpm	Frekuensi :160 Hz

Gambar 7. Penampil pada *serial monitor*.

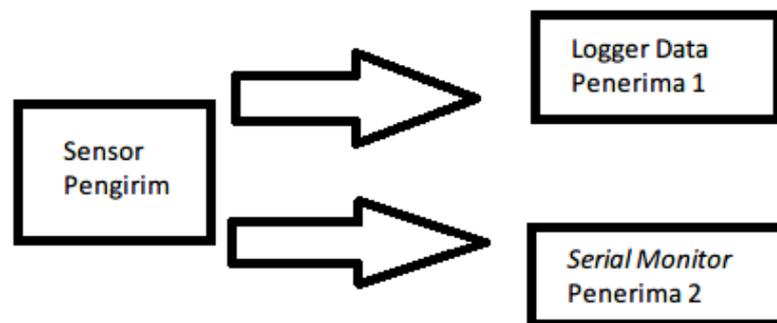
Kecepatan :4687 rpm	Frekuensi :156 Hz
Kecepatan :18844 rpm	Frekuensi :82 Hz
Kecepatan :4693 rpm	Frekuensi :156 Hz
Kecepatan :21676 rpm	Frekuensi :176 Hz
Kecepatan :21186 rpm	Frekuensi :160 Hz

Gambar 8. Data yang tersimpan pada log data.

Dari Gambar 6 – Gambar 8 menunjukkan bahwa ketiga perbandingan data pada data yang ditampilkan di LCD, data serial, dan *data logger* didapatkan nilai yang sama yaitu kecepatan 4693 rpm dan nilai frekuensi sebesar 15 Hz.

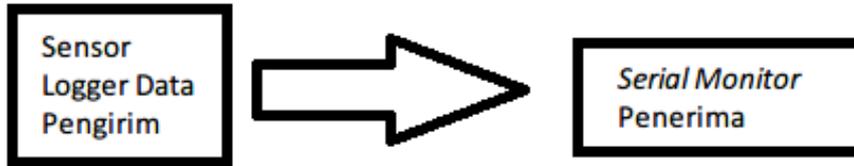
3.4. Hasil Pengujian Sistem

Skema pengujian Model 1 *logging* data terletak pada rangkaian penerima.

Gambar 9. pengujian Model 1 data *logging* pada rangkaian penerima.

Pengujian pertama terlihat pada Gambar 9 yang menggunakan 3 buah modul XBee. XBee pengirim dikonfigurasi sebagai *End device*, selanjutnya 2 XBee lainnya difungsikan sebagai XBee penerima dengan konfigurasi XBee pertama sebagai *Router* yang digunakan sebagai penyimpan data pada *data logger* dan XBee kedua sebagai *Coordinator* yang digunakan sebagai penampil data pada *serial monitor*.

Data yang dihasilkan dari Model 1 pada rangkaian penerima ditunjukkan oleh Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 12. pengujian Model 2 data logging pada rangkaian pengirim.

```

Waktu : Senin Januari 11, 2016 1:34 PM
Seting Ulang Waktu? Y/N

Data tersimpan dalam SD Card :
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :0 rpm           Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :0 rpm           Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :0 rpm           Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :2 rpm           Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :11 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :28 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :13 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :15 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :17 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :18 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :16 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :17 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :20 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :22 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :27 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :19 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :653 rpm         Frekuensi :21 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :4664 rpm        Frekuensi :155 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :1153 rpm        Frekuensi :38 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 PM Kecepatan :4556 rpm        Frekuensi :151 Hz
  
```

Gambar 13. Data pengujian Model 2 pada penampil serial monitor.

```

LOG data pertama - Notepad
File Edit Format View Help
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :0 rpm           Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :0 rpm           Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :0 rpm           Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :2 rpm           Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :11 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :28 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :13 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :15 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :17 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :18 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :16 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :17 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :20 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :22 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :27 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :19 rpm          Frekuensi :0 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :653 rpm         Frekuensi :21 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4664 rpm        Frekuensi :155 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :1153 rpm        Frekuensi :38 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4556 rpm        Frekuensi :151 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :3272 rpm        Frekuensi :109 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4687 rpm        Frekuensi :156 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4687 rpm        Frekuensi :156 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4658 rpm        Frekuensi :155 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4623 rpm        Frekuensi :154 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4623 rpm        Frekuensi :154 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4635 rpm        Frekuensi :154 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4658 rpm        Frekuensi :155 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :4641 rpm        Frekuensi :154 Hz
Senin Januari 11, 2016 1:35 AM Kecepatan :1432 rpm        Frekuensi :47 Hz
  
```

Gambar 14. Data yang tersimpan dalam SD Card pada pengujian Model 2.

Gambar 13 menunjukkan pengujian bahwa pada Model 2 menghasilkan penampil data pada *serial monitor*. Data yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Data telah tersusun secara rapi dan pengaturan waktu yang dilibatkan dalam program telah dimunculkan dengan benar. Sedangkan Gambar 14. menunjukkan bahwa pada pengujian Model 2 menghasilkan data yang disimpan dalam memori SD card merupakan hasil data yang sesuai dengan program yang dibuat. Penampilan waktu yang telah diatur sebelumnya dituliskan dalam SD Card guna keperluan pembacaan dalam pendataan pada waktu mendatang, susunan data yang tersimpan secara rapi dan ditampilkan berdasarkan sampling data perwaktu, sehingga memudahkan dalam pembacaan data. Dari kedua hasil pemodelan yang telah dilakukan, pada Model 1 dan 2. Kedua pemodelan ini menampilkan tanggapan yang berbeda pada penampilan datanya seperti yang ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Perbandingan hasil data dari pengujian terhadap letak data *logging* pada rangkaian penerima dan rangkaian pengirim.

Pembanding keberhasilan	<i>Logging</i> data pada rangkaian penerima		<i>Logging</i> data pada rangkaian pengirim	
	Tidak sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai
Serial Monitor	√			√
RTC	√			√
SD Card	√			√
Struktur data	√			√

Melihat hasil pengujian pada Tabel 6, yang mendukung untuk keperluan akuisisi data pada sistem *monitoring* PLTMH berbasis JSN adalah menggunakan perancangan Model 2 yaitu yang dengan menempatkan *logging data shield* v1.0 pada rangkaian pengirim yang terhubung dengan sensor sebagai pengirim data.

4. Kesimpulan

Perancangan prototipe akuisisi data pada sistem *monitoring* PLTMH berbasis JSN yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik. Pengujian data akuisisi sampel data yang diambil menunjukkan kecepatan sebesar 4693 rpm dan frekuensi 156 Hz. Pada tampilan serial monitor dan *data logger* yang tersimpan pada SD Card menunjukkan data yang sama yaitu 4693 rpm dan frekuensi 156 Hz. Pengujian ini menggunakan pemodelan komunikasi *pair* dan *star* untuk komunikasi antar modul XBee. Hasil akuisisi data dan monitoring dengan Model 1 dimana letak *data logger* pada rangkaian penerima, menghasilkan penyimpanan dan tampilan data yang kurang sesuai dikarenakan pada rangkaian penerima data yang diterima hanya berupa data dari sensor dan membutuhkan proses penyusunan data untuk RTC serta penyimpanan pada SD Card dan penampilan data terlebih dahulu. Sedangkan untuk Model 2 yang tersusun dari *End Device* dan *Coordinator* dengan letak *data logger* pada rangkaian pengirim, menghasilkan penyimpanan dan tampilan data yang sesuai karena data yang didapat dari sensor langsung diolah dan disusun berdasarkan pemrosesan RTC sekaligus penyimpanan data pada SD Card sebelum data dikirim pada penerima untuk ditampilkan pada serial monitor.

Referensi

- [1]. I.Hanggara, dan H.Irvani, "Potensi Pltmh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur", *Jurnal Reka Buana; Vol 2, No 2*, 2017.
- [2]. M.Zaini, Safrudin, Dan M.Bachrudin, "Perancangan Sistem *Monitoring* Tegangan, Arus Dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Iot", *T E S L A Vol. 22 No. 2*, 2020.
- [3]. H.Fauzi, Y.Yulianto dan S.Adhisuwignjo, "Sistem *Monitoring* Keluaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IOT", *ELKOLIND, Vol 7, No 1*, 2020.

- [4]. I.Hanggara dan H.Irvani, “Potensi Pltmh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur”, *Jurnal Reka Buana, Vol 2 No 2*, 2017.
- [5]. M.I.Munabbih, E.D.Widiantor, Y.E.Windarto, dan E.Y.Indrasto, “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Menggunakan Arduino dan Lora Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel”, *TRANSMISI, Vol.22, No. 1*, 2020.
- [6]. E.Permana, dan S.Herawati, “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Suhu Ruangan Bagian Pembukuan Berbasis Web Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3”, *JurnalSTMIKSubang, Vol. 11 No. 1*, 2018.
- [7]. I.N.B.Hartawan, I.G.M.N.Desnanjaya, “Analisis Kinerja Protokol Zigbee di Dalam dan di Luar Ruangan sebagai Media Komunikasi Data Pada *Wireless* Sensor Network”, *Jurnal Resistor, Vol. 1 No 2*, 2018.
- [8]. P.Asmaleni, D.Hamdani, dan I.Sakti, “Pengembangan Sistem Kontrol Kipas Angin dan Lampu Otomatis Berbasis Saklar Suara Menggunakan Arduino Uno”, *Jurnal Kumparan Fisika, Vol.3, No.1*, 2020