

# PEMANTUAN SHELTER BASE TRANSCEIVER STATION MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK

A. S. Gumilar<sup>1</sup>, S. I. Lestaringati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitas Komputer Indonesia, <sup>2</sup> Universitas Komputer Indonesia

<sup>1</sup>agam.surya.gumilar@email.unikom.ac.id, <sup>2</sup>susmini.indriani@email.unikom.ac.id

## ABSTRAK

Arsitektur selular tidak terlepas dari peran Base Transceiver Station (BTS) atau pun yang dikenal sekarang dengan istilah Enode-B. Shelter BTS merupakan suatu tempat yang digunakan untuk menyimpan perangkat komunikasi dimana pemantauan terhadap shelter BTS ini masih dilakukan secara manual. Minimnya informasi terakhir pada saat sebelum ke lapangan menyebabkan beberapa masalah muncul di luar rencana pada saat ke lokasi BTS di luar perkiraan. Untuk mengatasi hal tersebut dibuatlah sistem monitoring shelter BTS yang memanfaatkan Wireless Sensor Network (WSN) dengan menggunakan modul NRF24L01 sebagai pengirim dan penerima. Sensor suhu, kelembapan, tegangan, dan arus, gas, RFID, akan dikirim melalui transmitter dan di terima oleh receiver. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, pemantauan shelter BTS telah dapat mengirimkan data sensor dari pengirim ke penerima, serta data tersebut dapat diambil dari server Raspberry Pi.

**Kata Kunci :** *Wireless Sensor Network, Base Transceiver Station, Raspberry Pi.*

## ABSTRACT

*Cellular architecture is inseparable from the role of Base Transceiver Station (BTS) or even now known as e-node-b. BTS shelter is a place that is used to store communication devices where monitoring of BTS shelter is still done manually. The lack of the latest information at the time before going to the field caused some problems to appear outside the plan at the time the BTS location was out of expectation. To overcome this, a shelter BTS monitoring system was made which utilizes the Wireless Sensor Network (WSN) using the NRF24L01 module as the transmitter and receiver. Sensor temperature, humidity, voltage, and current, gas, RFID, will be sent through the transmitter and received by the receiver. From the results of the tests that have been carried out, BTS shelter monitoring has been able to send sensor data from the sender to the recipient, and the data can be retrieved from the Raspberry Pi server.*

**Keywords:** *Wireless Sensor Network, Base Transceiver Station, Raspberry Pi.*

## I. PENDAHULUAN

Selular merupakan suatu sistem komunikasi yang dapat memberikan layanan telekomunikasi berupa voice, data maupun video yang dimana pelanggannya dapat mengakses dalam keadaan bergerak pada antar komunikasi selular tanpa bergantung kepada media fisik seperti kabel. Dalam perkembangannya komunikasi selular telah berkembang pesat mulai dari teknologi 1G, 2G, 3G dan yang terakhir sekarang 4G. Pada perkembangannya para operator di Indonesia berlomba-lomba untuk bersaing memberikan layanan yang terbaik kepada pelanggan atau pengguna selular yang telah berkembang pesat sejak kemunculan 3G pertama pada tahun 2003. Arsitektur selular pun menjadi suatu aset yang penting dalam penggunaan komunikasi selular dikarenakan para operator tidak ingin kehilangan pelanggan akibat dari gangguan atau pun interferensi pada proses pengiriman dari perangkat penerima maupun pengirim. Oleh karena itu arsitektur selular pun tidak terlepas dari peran BTS atau pun yang dikenal sekarang dengan istilah Enode-B. BTS sendiri menunjang komunikasi selular pada generasi 2G sampai 3G.

Base Transceiver Station adalah sebuah piranti komunikasi selular yang menghubungkan mobile station dengan Base Station Control (BSC). BTS sendiri terdiri dari Tower, Core, Shelter. Shelter BTS adalah merupakan tempat penyimpanan perangkat telekomunikasi yang berfungsi menghubungkan BTS dengan perangkat pusat. Shelter BTS sendiri terdiri dari core module yaitu power supply, air conditioner, baterai AC dan DC converter. Suhu dan kelembaban pun harus di kontrol untuk menunjang perangkat BTS tersebut. Permasalahan dalam Shelter BTS yaitu pemantauan yang digunakan masihlah manual padahal kinerja BTS sendiri tidak membutuhkan manusia atau otomatis. Pemantauan terhadap shelter BTS ini masih dilakukan secara manual. Pembiayaan, waktu, jarak dan lokasi waktu ke BTS menjadi kendala yang serius. Minimnya informasi terakhir pada saat sebelum ke lapangan menyebabkan beberapa masalah muncul di luar rencana pada saat ke lokasi BTS di luar perkiraan.

Maka dari itu dibuatlah Pemantauan online pada BTS untuk dapat mengetahui kerusakan secara real time pada perangkat BTS di lokasi tersebut.

Sebelumnya pun telah ada pemantauan secara online terhadap Shelter BTS. namun dalam penelitian ini hanya dibatasi pada monitoring keadaan tegangan AC/DC, keadaan suhu/kelembaban, sensor gas, sensor Radio frequency identification(RFID), sensor arus. Hasil pembacaan dari beberapa sensor tersebut akan dapat diakses melalui web oleh admin di BTS secara online. Harapannya informasi yang diterima secara online dari sistem monitoring ini akurat agar pembuatan sistem ini dapat menunjang pemeriksaan kerusakan shelter BTS sebelum terjadinya perbaikan ke tempat lokasi. Pemantauan ini pun dapat meningkatkan kinerja peralatan, memantau kinerja perangkat, pemantauan kondisi lingkungan (suhu, kelembaban), memastikan perangkat bekerja optimal, memberikan notifikasi kepada kontraktor apabila terjadi kerusakan.

## II. TEORI PENUNJANG

### A. *Arsitektur Komunikasi Selular*

Sistem komunikasi seluler tersusun atas tiga komponen utama, yaitu Mobile Station (MS), Base Station System (BSS) dan Network System (NS). Gabungan dari peralatan-peralatan tersebut dinamakan Global System for Mobile Communication (GSM).

### B. *Base Transceiver Station*

Base Transceiver Station merupakan salah satu elemen sistem komunikasi seluler yang menghubungkan mobile station dengan base station control ). BTS sendiri terdiri dari 3 bagian utama yaitu tower, shelter dan feeder. Di dalam shelter terdapat berbagai combiner, module per carrier, core module yaitu power suplai, fan pendingin, air conditioner, baterai, dan AC/DC converter [2]. BTS merupakan perangkat yang digunakan untuk memfasilitasi komunikasi nirkabel antara mobile station dengan jaringan yang akan dihubungkan dengan jaringan lain dalam komunikasi. untuk mengenkripsi dan mendeskripsi komunikasi [2].

### C. *Modul Transmisi NRF24L01*

Modul komunikasi serial (serial communication module) yang menggunakan pita frekuensi 2,4 GHz. Frequency band ini adalah pita frekuensi ISM yang bebas lisensi dan dilengkapi dengan sirkit penguat signal derau rendah LNA (Low Noise Amplifier) dan Power Amplifier, dapat mentransmisikan data hingga jarak 1 kilometer pada kecepatan 250 kbps.[3]

### D. *Arduino Uno R3*

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 input *analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik, dan tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang

diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Arduino Uno menggunakan kabel USB untuk menghubungkan ke komputer. Sumber tegangan didapat dari adaptor AC-DC atau dapat juga menggunakan baterai[11].

### E. *Sensor Tegangan ZMPT101B*

Sensor tegangan menggunakan transformator tegangan sebagai penurun tegangan dari 220 ke 5 Volt AC kemudian disearahkan menggunakan jembatan diode untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC, kemudian di filter menggunakan kapasitor setelah itu masuk kerangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan, tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 Volt DC sebagai inputan ke mikrokontroler[7].

### F. *Sensor Tegangan DC*

Sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan berkurang sebesar 5 kali. Sehingga, sensor hanya mampu membaca tegangan maksimum sebesar 25 V jika tegangan yang diinginkan pada keluaran Arduino di analog input sebesar 5 V, dan jika menginginkan untuk tegangan 3,3 V, tegangan input harus lebih dari 16.5 V. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023, karena ADC pada Arduino memiliki 10 bit, jadi resolusi simulasi modul yaitu sebesar  $0,00489 \text{ V}$  dari  $(5 \text{ V} / 1023)$ , dan tegangan input dari modul ini harus lebih dari  $0,00489 \text{ V} \times 5 = 0,02445 \text{ V}$ [9].

### G. *Sensor Arus ACS712*

ACS712 adalah Hall Effect current sensor. Hall effect allegro ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik dan proteksi beban berlebih[6].

### H. *Sensor DHT11*

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya [10]. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. Dalam sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC Negative Temperature Coefficient untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe resistif dan sebuah mikrokontroller 8-bit yang mengolah kedua sensor tersebut dan mengirim hasilnya ke pin output dengan format single-wire bi-directional (kabel tunggal dua arah)[10]

### I. *Sensor MQ-2*

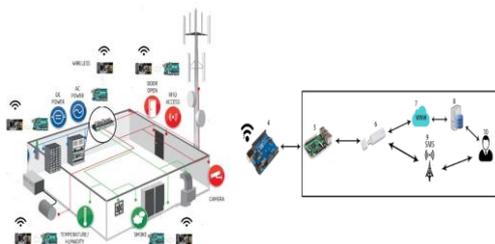
Sensor MQ-2 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gas LPG, i-butana, propana, metana, alkohol, hidrogen dan asap. Kata datasheet, inti dari MQ-2 adalah material yang sensitif terhadap konsentrasi gas yang tersusun dari senyawa SnO<sub>2</sub> atau dalam istilah kita disebut Timah (IV) Oksida. Material ini memiliki karakteristik akan berubah konduktivitasnya seiring dengan perubahan konsentrasi gas di sekitarnya. Modul ini memiliki dua tipe output yaitu output analog dan digital. Modul ini dapat digunakan secara langsung dengan menggunakan mikrokontroler atau mikroprosesor dengan berbagai tipe. [14].

#### J. Sensor MFRC522

Mifare RC522 RFID Reader Module adalah sebuah modul berbasis IC Philips MFRC522 yang dapat membaca RFID dengan penggunaan yang mudah dan harga yang murah, karena modul ini sudah berisi komponen-komponen yang diperlukan oleh MFRC522 untuk dapat bekerja. Modul ini dapat digunakan langsung oleh MCU dengan menggunakan interface SPI, dengan supply tegangan sebesar 3,3V.[12]

### III. PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan membahas perancangan perangkat keras pada Pemantauan Shelter Base Transceiver Station yang mengirimkan data dari hasil pemantauan ke webserver menggunakan wireless sensor network dan komunikasi serial. pada bab ini juga akan membahas tentang perancangan interfacing sensor-sensor dengan Arduino Uno R3 sebagai komponen inti pada sistem yang akan dibangun. Pada gambar di bawah ini merupakan gambaran umum sistem secara keseluruhan..



Gambar 1 Gambaran Umum Sistem

Pada Gambar 3.1 terdapat sebuah Shelter BTS yang telah dipasang sensor-sensor akan mengirimkan data melalui media transmisi wireless menuju Raspberry pi sebagai webserver yang nantinya akan dapat digunakan oleh admin (kontraktor) untuk memantau keadaan Shelter BTS tersebut melalui website.

Keterangan:

1. Sensor ZMPT1001B AC akan mengukur data tegangan akan disimpan dan dikirim dari Arduino Uno ke media transmisi melalui NRF24L01
2. Sensor Tegangan DC akan mengukur data Tegangan kemudian data tersebut akan di simpan

terlebih dahulu di Arduino Uno dan akan di transmisi kan melalui NRF24L01.

3. Sensor arus ACS712 akan mengukur data arus AC maupun DC dan data tersebut akan disimpan di Arduino Uno dan akan di transmisi kan melalui NRF24L01.
4. Sensor DHT11 akan mengukur suhu dan kelembaban kemudian data tersebut akan disimpan di Arduino Uno dan akan di transmisi kan melalui NRF24L01.
5. Sensor Gas MQ-2 akan mengukur gas dan kualitas udara pada ruangan kemudian data tersebut akan disimpan di Arduino Uno dan akan di transmisi kan melalui NRF24L01.
6. RFID modul akan mengirimkan data untuk memberikan status pintu dalam webserver
7. Raspberry Pi 3, sebagai server perantara pengiriman data. Dalam hal ini Raspberry sebagai penerima data dari banyak input hasil pembacaan sensor.
8. Modem, sebagai media pengiriman data dari Raspberry ke server
9. Internet, sebagai media untuk berkomunikasi dengan server
10. Server, sebagai basis data program
11. Short Message Service (SMS), sebagai media mengirimkan data kepada petugas

#### A. Komponen Sistem

Terdapat beberapa komponen yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan Pemantauan Shelter Base Transceiver Station. Komponen tersebut terbagi atas perangkat lunak dan perangkat keras.

#### B. Perangkat Lunak

Ada 3 hal yang menjadi dasar dari sistem yang hanya dapat menerima masukan, mengolah data, dan mengeluarkan respon dari hasil dari keluaran data. Adapun perangkat lunak minimum yang dibutuhkan didalam sistem yang dibangun dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1 Kebutuhan Perangkat Lunak Pengembang

No.	Perangkat Lunak	Nama Software
1.	Sistem Operasi Raspberry Pi	Raspbian Stretch
2.	Python	Python 2
3.	Arduino Uno R3	Arduino IDE

Pada bagian ini menjelaskan perangkat keras yang akan digunakan dalam membangun pemantauan ini yakni akan terlampir dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Kebutuhan Minimum Perangkat Keras Pengguna

Komponen	Jumlah	Spesifikasi
Raspberry Pi 3	1	Kapasitas penyimpanan RAM sebesar 1 GB, Port Ethernet 802.11n Wireless LAN, Bluetooth Low Energy (BLE), Processor 1.2 GHz CPU, MicroSD min. 8 GB class 10.
Arduino Uno	1	Berkualitas 5 megapiksel dengan teknologi Fluid Crystal, Kamera resolusi X VGA (1024x768) untuk video.
NRF24L01	1	Worldwide 2.4GHz ISM band operation. 126 RF channels. <i>High air data rate: 250kbps, 1 and 2Mbps.</i> <i>Transmitter: 11.3mA at 0dBm output power.</i>
Sensor Tegangan listrik ZMPT101 B	1	<i>Single-phase AC voltage transformer module</i> <i>Onboard precision Op-Amp circuit, Can be measured within the 250VAC voltage</i>
Sensor Arus listrik ACS712	1	<i>Low-noise analog signal path, 80 kHz bandwidth, Total output error 1.5% at <math>T_A = 25^\circ\text{C}</math></i>
Sensor DHT11	1	66 to 185 mV/A , output sensitivity Temperature – $40^\circ\text{C} - 85^\circ\text{C}$
MRC522 RFID	1	MFRC522 chip based board

		Operating, frequency:13.56M Hz, Supply Voltage: 3.3V
Sensor Tegangan DC	1	<i>Divider ratio: 5:1, Resistor Tolerance: 1%</i>
Sensor Gas MQ2	1	<i>Model: FC-22-A, Operating voltage: DC 5V, Analog Output</i>

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian pada Pemantauan Shelter Base Transceiver akan dilakukan dengan cara mendasar dengan menguji setiap keluaran dari sensor yang digunakan dan selain itu, pengujian terhadap komunikasi Modul NRF2401 sebagai modul pengiriman data dan raspberry sebagai server dan database.

##### A. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian Pembacaan nilai Sensor Suhu dapat dilakukan dengan cara membandingkan keluaran data sensor dari sistem dengan hasil keluaran dari pembacaan nilai suhu pada thermometer. Pada tabel 3 yaitu hasil pembacaan sensor suhu DHT11:

Tabel 3 Pengujian Pembacaan Nilai Sensor Suhu

No	Sensor pada Sistem ( $^\circ\text{C}$ )	Sensor Suhu Thermometer ( $^\circ\text{C}$ )	Error Absolut	Error Relatif	P Error (%)
1	25	26	1	0.038	3.8
2	26	26	0	0	0
3	26	26	0	0	0
4	26	26	0	0	0
5	25	26	1	0.038	3.8
6	25	26	1	0.038	3.8
7	25	26	1	0.038	3.8
8	26	26	0	0	0
Maka rata-rata galat					1.9 %

##### B. Pengujian Sensor Tegangan AC

Pengujian pada Sensor tegangan AC dapat dilakukan dengan mengurangi nilai (Xterukur) dalam sistem dengan (Xsebenarnya) dalam voltmeter. Pada Tabel 4 merupakan pengujian hasil tegangan sensor ZMPT101B.

Tabel 4 Pengujian Pembacaan Nilai Sensor Tegangan AC

no	Sensor pada Sistem (°V)	Sensor Suhu Voltmeter (°V)	Error Absolut	Error Relatif (%)	P Error (%)
1	6.18	6	0.18	0.03	3
2	10.17	9	1.17	0.13	13
3	12.84	12	0.84	0.07	7
4	14.17	15	1.17	0.07	7.8
5	240.56	240	1.56	0.0065	0.65
6	6.18	6	0.18	0.03	3
Maka rata-rata galat					6.29

C. Pengujian Sensor MQ-2

Pengujian Pada Sensor gas MQ-2 dapat dilakukan dengan cara mengetahui nilai ppm pada sensor yang di konversi kedalam ADC untuk mengetahui tingkat bahaya dari GAS tersebut. Berikut untuk data pengujian dari sensor gas.

Tabel 5 Pengujian Pembacaan Nilai Sensor Gas

no	Vin Sensor (V)	Vout Sensor (V)	LPG (%)	Status
1	5	0.08	15.9	AMAN
2	5	1.10	22.1	WASPADA
3	5	1.21	24.2	WASPADA
4	5	2	40	WASPADA
5	5	2.29	45.8	BAHAYA
6	5	2.69	53.8	BAHAYA
7	5	3.90	78	BAHAYA

D. Pengujian Tegangan Listrik DC

Pengujian Sensor Tegangan DC dilakukan dengan cara Membandingkan Data Keluaran dari nilai sensor pada sistem dan nilai sensor pada voltmeter untuk mengetahui error (galat) pada sensor. Sensor Tegangan Listrik DC hanya dapat mengukur tegangan sampai 25V. Berikut pada Tabel 4.7 merupakan pengujian data sensor tegangan listrik DC

Tabel 6 Pengujian Pembacaan Nilai Sensor Tegangan DC

No	Sensor pada Sistem (°V)	Sensor Tegangan Voltmeter (°V)	Error Absolut	Error Relatif (%)	P Error (%)
1	2	2.03	0.03	0.015	1.5
2	4	4.06	0.06	0.015	1.5
3	5	5.01	0.01	0.002	0.2
4	6	6.09	0.09	0.015	1.5
5	8	8.02	0.02	0.0025	0.25

6	10	10.7	0.7	0.07	7
7	12	12.10	0.1	0.0083	0.83
8	14	14.03	0.3	0.021	2.1
9	16	16.08	0.8	0.05	5
10	18	18.13	0.13	0.0072	0.72
Maka rata-rata galat					1.99

E. Pengujian Radio Frequency Identification

Pengujian Radio Frequency Identification dalam sistem ini akan di uji dengan melakukan pembacaan Tag dan Reader pada RFID. Dalam pengujian ini posisi tag akan diletakan pada posisi depan dan belakang reader. Pada tabel 4.9 berikut adalah hasil pengujian dari RFID

Tabel 7 Pengujian Pembacaan Nilai Tag RFID

No	Jarak Baca	Posisi Tag	
		Depan	Belakang
1	1 Cm	Terbaca	Terbaca
2	2 Cm	Terbaca	Tidak Terbaca
3	3 Cm	Terbaca	Tidak Terbaca
4	4 Cm	Tidak Terbaca	Tidak Terbaca
5	5 Cm	Tidak Terbaca	Tidak Terbaca

F. Pengujian Sensor Arus Listrik AC

Pengujian pembacaan nilai pada Sensor Arus AC dapat dilakukan dengan cara mengurangi nilai (Xterukur) dalam sistem dengan (Xsebenarnya) dalam Amperemeter. Dengan mencari nilai dari error absolute, error relative maka akan dapat ditentukan hasil berapa persen error pada sensor arus listrik ac.

Tabel 8 Pengujian Pembacaan Nilai Sensor Arus AC

No	Sensor pada Sistem (°V)	Sensor Suhu Voltmeter (°V)	Error Absolut	Error Relatif (%)	P Error (%)
1	2.61	2.75	0.14	0.051	5.1
2	2.68	2.75	0.07	0.0254	2.54
3	2.68	2.77	0.09	0.032	3.2
4	2.56	2.77	0.21	0.075	7.5
5	2.54	2.75	0.21	0.075	7.5
6	2.61	2.75	0.14	0.051	5.1
Maka rata-rata galat					5.16

G. Pengujian Pengiriman Data Sensor

Pada pengujian pengiriman data sensor digunakan komunikasi serial dari data receiver Arduino ke Raspberry PI. Data tersebut akan

disimpan ke dalam database raspberry dan hasilnya akan ditampilkan ke dalam website yang telah dirancang sebelumnya. Berikut pada tabel adalah pengujian data sensor ke dalam database

Tabel 9 Pengujian Pengiriman data ke database

Node	Data yang dikirimkan	Status pada sistem	Keterangan
3	Suhu = 20°C Kelembaban = 48	Terkirim	Berhasil
3	Suhu = 23°C Kelembaban = 39	Terkirim	Berhasil
2	Tegangan DC = 5V	Terkirim	Berhasil
2	Tegangan DC = 1V	Gagal	Data error / Tidak Valid
2	Tegangan DC = 5.2	Terkirim	Berhasil
1	Kondisi_Gas = 9.1	Terkirim	Berhasil
1	Kondisi_Gas = 1	Gagal	Data error / Tidak Valid
1	Kondisi_Gas = 1	Gagal	Data error / Tidak Valid
1	Kondisi_Gas = 5.1	Terkirim	Berhasil
4	Tegangan AC = 240.63	Terkirim	Berhasil
5	Arus AC = 2.68	Terkirim	Berhasil
6	Kondisi_Pintu	Terkirim	Berhasil

didapatkan bahwa pengiriman dari semua node / Transmitter mengalami kegagalan sebanyak 3 dari 12 kali pengiriman dari berbagai node. maka data yang dikirimkan modul NRF24L01 telah berhasilkan tetapi. Kemungkinan terjadi kesalahan data tidak valid pada urutan database dikarenakan pada program parsing data dari berbagai node dalam program python. Berikut ini adalah data hasil pengiriman yang tersimpan pada database raspberry.

id_shelter	suhu	kelembaban	tegDC	tegAC	arusAC	kondisi_gas	kondisi_pintu
3	20.00	48.00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
3	23.00	39.00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
2	NULL	NULL	5	NULL	NULL	NULL	NULL
2	NULL	NULL	5.2	NULL	NULL	NULL	NULL
2	NULL	NULL	1	NULL	NULL	NULL	NULL
1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	9.1	NULL
1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	1	NULL
1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	1	NULL
1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	5.1	NULL
4	NULL	NULL	NULL	240.63	NULL	NULL	NULL
5	NULL	NULL	NULL	NULL	2.68	NULL	NULL
6	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	1

Gambar 4 pengiriman pada database

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari pembahasan dan pengujian yang dilakukan pada pemantauan dan pengiriman sensor pada shelter BTS, Penulis menyimpulkan bahwa:

1. Dari berbagai pengujian pembacaan yang dilakukan, semua data sensor dapat terkirim sesuai dengan data yang ada pada serial monitor arduino yang berada di receiver.
2. Dari hasil pengujian implementasi wireless sensor network pada sistem ini berhasil dilakukan yaitu transmitter dari berbagai node telah dapat mengirimkan data sensor kepada receiver.
3. Dari hasil pengujian yang dilakukan data sensor telah berhasil disimpan di database, akan tetapi parsing data yang masih salah menyebabkan data tidak sesuai ataupun tidak berurutan berdasarkan hasil penyimpanan data sensor. Karena parsing data yang masih tidak sesuai.

Adapun saran yang diajukan agar dapat menjadi masukan dalam pengembangan sistem ini adalah:

1. Pemantauan pada shelter BTS dapat ditambah dengan kontrol sehingga perangkat seperti pintu, lampu tower, kipas dan pembuangan Air Conditioner dapat di kontrol oleh admin yang berada jauh dari area tersebut. adapun penambahan camera agar dapat memantau orang yang keluar masuk ke area shelter BTS tersebut
2. Penambahan GPS Pada setiap shelter BTS agar dapat mengetahui dimana letak posisi shelter pada setiap area atau cluster.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boosawat, V., dkk., 2010. "Xbee Wireless Sensor Networks for Temperature Monitoring", Thammasat University, Thailand.
- [2] Anonim, "Base Transceiver Station" [online], <http://alfaperkasaengineering.com/bts.htm> (diakses 16 Juni 2017).
- [3] NordicSemiconductor. 2017. "NRF24L01", [online], (<https://www.nordicsemi.com/eng/Products/2.4GHz-RF/nRF24L01P>, diakses tanggal 15 Juni 2017)
- [4] Arduino. 2017. "Arduino Uno Rev3", [online], <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>, diakses tanggal 16 Juni 2017)
- [5] Schwartz M, "Arduino Networking". Birmingham-Mumbai: Packt Publishing. 2014
- [6] Anonim, Sensor Arus ACS712, [online], ([http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file\\_skripsi/Isi2122539613027.pdf](http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi2122539613027.pdf), diakses tanggal 16 Juni 2017)

- [7] Ulfa M., dkk., 2010. "", [online],  
(electrician.unila.ac.id/index.php/ojs/article/download/215/pdf, diakses tanggal 16 Juni 2017)
- [8] G.J. Webster,  
2000. "Measurement, Instrumentation And Sensor Handbook",  
(<http://www.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/si/pdf/Measurement%20Instrumentation%20Sensors.pdf>, diakses tanggal 16 Juni 2017)
- [9] Arduino, September 2016, "Voltage Sensor Module", [Online],  
(<http://www.emartee.com/product/42082/Voltage%20Sensor%20Module%20%20Arduino%20Compatible>, diakses tanggal 16 Juni 2017)
- [10] Anonim, "Sensor DHT11", [online],  
([http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file\\_skripsi/Isi2252750697847.pdf](http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi2252750697847.pdf), diakses tanggal 16 Juni 2017)
- [11] Prima Raden Muhamad, "Perancangan Dan Implementasi Jaringan Smart Home menggunakan Media Wireless Berbasis ZIGBEE IEEE 802.15.4", [online],  
([http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/698/jbptunikompp-gdl-redenmuham-34852-8-unikom\\_r-l.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/698/jbptunikompp-gdl-redenmuham-34852-8-unikom_r-l.pdf), diakses tanggal 16 Juni 2017)
- [12] Wibowo Agung, dkk., "Penerapan Radio-Frequency Identification (RFID) Pasif Untuk Identifikasi Respon Time Perawat Pada Manajemen Sistem Pelayanan Rumah Sakit", [online],  
([http://ejournal.bsi.ac.id/assets/files/SWABU MI\\_Vol\\_III\\_No\\_1-\\_Agung\\_Wibowo\\_40-49.pdf](http://ejournal.bsi.ac.id/assets/files/SWABU MI_Vol_III_No_1-_Agung_Wibowo_40-49.pdf), diakses 16 Juni 2017)
- [13] Hikmaturokhman.A, 2006. "Diktat Matakuliah Teknik Seluler",  
([https://www.researchgate.net/publication/301695463\\_Diktat\\_Kuliah\\_Mata\\_Kuliah\\_Teknik\\_Seluler](https://www.researchgate.net/publication/301695463_Diktat_Kuliah_Mata_Kuliah_Teknik_Seluler), diakses tanggal 17 April 2018)
- [14] Wibowo.D.D., dkk., "MQ 2 Sebagai Sensor Anti Asap Rokok Berbasis Arduino Dan Bahasa C"  
[https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING\\_SNST\\_FT/article/download/1545/1628](https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/download/1545/1628) diakses tanggal 10 April 2018

