

# DATA LOGGER UNTUK SENSOR SUHU, KELEMBABAN, DAN TEKANAN UDARA BERBASIS JARINGAN GPRS MENGGUNAKAN MODUL GSM/GPRS SIM900A

(DATA LOGGER FOR TEMPERATURE, HUMIDITY, AND AIR PRESSURE SENSORS BASED ON GPRS NETWORK USING SIM900A GSM/GPRS MODULE)

MALISA NUR HIDAYATI, RAMA OKTA WIYAGI, S.T., M.Eng., KUNNU  
PURWANTO, S.T., M.Eng.,

## ABSTRACT

*The process of sending data is very important in the processing of sensor data. Wireless data transmission using WI-Fi networks has the disadvantage of sending data which is only successfully if it is in the area covered by the Wi-Fi network. Overcoming these weakness, in this final project the imolementation of a data logger device for sensors via GPRS networks is imolemented using the GSM/GPRS SIM900A module. Through this module, sensor data will be sent to the MYSQL database server. Sensor data which taken is temperature, humidity, and air pressure data by the BME280 sensor. The result of analysis of the implementation of this device indicate that sensor data can be sent and stored in the MySQL database server only through the GPRS network. The data sent has a delay of 5 to 8 seconds to be stored on the MySQL database server. While the data for one sensor data transmission via AT Command is 2.432 kilo byte.*

*Keywords: data logger, GPRS, MySQL database server, BME280, AT Command.*

## PENDAHULUAN

Data hasil pembacaan suatu sensor pada umumnya memerlukan proses pengolahan lebih lanjut untuk dapat menjadi data yang final. Pada keadaan tertentu membutuhkan proses pengiriman data yang jauh. Maka dari itu proses pengiriman data menjadi hal yang sangat penting dalam proses pengolahan data sensor. Metode dengan penggunaan media kabel (*wired*) memiliki kelebihan dalam hal kecepatan pengiriman data, namun memiliki kekurangan pada keterbatasan penggunaan panjang kabel dan luas area pengiriman. Semakin jauh jarak pengiriman data maka akan semakin panjang pula kabel yang dibutuhkan. Sehingga metode *wireless* merupakan solusi bagi permasalahan keterbatasan jarak pengiriman dan juga biaya pembangunan infrastruktur. Salah satu solusi yang dapat diambil adalah dengan memanfaatkan layanan jaringan GPRS (*General Packet Radio Services*) dari penyedia layanan seluler. Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem pengirim data sensor secara *wireless* dengan

mengintegrasikan modul GSM/GPRS SIM900A. Data sensor yang akan diambil adalah data tingkat suhu, kelembaban, dan tekanan udara oleh sensor BME280. Modul GSM/GPRS SIM900A akan mengirimkan data sensor ke server *database* MySQL dengan layanan jaringan GPRS.

## LANDASAN TEORI

### *Data Logger*

*Data logger* merupakan alat atau perangkat elektronik yang memiliki fungsi untuk mengambil, mengumpulkan, dan merekam data dari suatu objek yang direkam secara terintegrasi dengan sensor eksternal maupun dengan sensor internal. Data *real time* yang telah dikumpulkan akan disimpan pada suatu perangkat memori ataupun media penyimpanan lain, seperti cloud dan *database*.

### *BME280*

BME280 merupakan sensor digital kombinasi antara sensor kelembaban, tekanan, dan temperatur yang berbasis pada prinsip

*sensing* yang telah teruji. Modul sensor ini ditempatkan di dalam paket tutup logam LGA yang berdimensi 2,5 x 2,5mm<sup>2</sup> dan dengan tinggi 0,93mm. Dimensi berukuran kecil yang dimilikinya dan konsumsi daya yang rendah membuat sensor ini mampu untuk diimplementasikan dalam perangkat-perangkat yang digerakkan oleh baterai seperti *handset*, modul GPS, atau jam. BME280 juga terdaftar dan memiliki kinerja yang kompatibel dengan sensor tekanan digital BMP280 dari Bosch Sensortec.

### Jaringan GPRS

GPRS merupakan salah satu pengembangan untuk teknologi 3G berbasis TDMA yang sering dikenal dengan 2.5G yang mana pengembangan GPRS ini untuk mendukung sistem GSM agar memiliki kemampuan *switching* paket data untuk transmisi paket data dalam waktu yang sesingkat mungkin. Teknologi ini merupakan salah satu standar dasar yang diatur untuk mendukung penyediaan pengembangan tersebut. GPRS terdiri atas dua bagian utama yaitu porsi jaringan inti dan standar antarmuka udara (*wireless*). Porsi jaringan inti dalam GPRS menggunakan arsitektur berlapis dengan protokol TCP/IP

berbasis internet yang memiliki peran sangat penting, Teknologi dan arsitektur dalam GPRS dirancang secara khusus dengan mempertimbangkan kemampuan berbasis paket data. (Mischa Schwartz dalam *Mobile Wireless Communications*, 2015 halaman: 334)

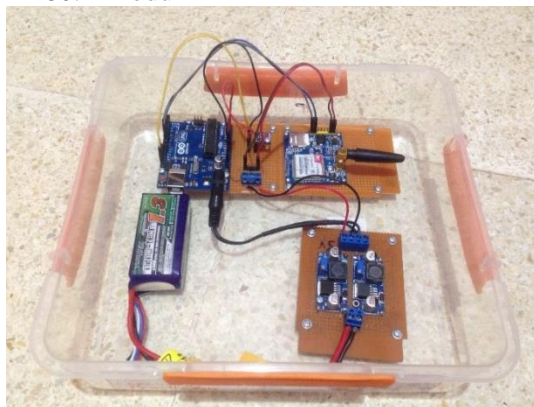
### Modul GSM/GPRS SIM900A

Modul GSM merupakan media atau perantara untuk mengirimkan data sensor yang digunakan dari Arduino menuju basis data (*database*) MySQL untuk selanjutnya dapat diakses dari berbagai lokasi. Modul GSM/GPRS SIM900A menyediakan antarmuka antena tipe RF. Antena harus diletakkan di papan utama dan dihubungkan ke tempat antena modul melewati jalur *microstrip* atau RF tipe lain yang mana impedansinya harus dikendalikan untuk berada dalam 50Ω. Dalam pengapliaksiannya, perangkat pengendali mengendalikan mesin GSM dengan mengirim *AT Command* (perintah AT) melalui antarmuka serialnya. Perangkat pengendali pada akhir jalur serial lainnya disebut dalam istilah TE (*Terminal Equipment*) dan DTE (*Data Terminal Equipment*) atau aplikasi yang berjalan pada sistem yang tertanam.

## PERANCANGAN SISTEM

1. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS  
Sistem identifikasi suhu, kelembaban, dan tekanan udara menggunakan beberapa perangkat keras. Adapun perangkat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar.1 Sebagai indikator suhu, kelembaban, dan tekanan udara digunakan sensor BME280. Modul

GSM/GPRS SIM900A sebagai perantara untuk mengirimkan data sensor ke *server database* MySQL. Sebagai catu daya digunakan regulator LM2596 yang dirangkai paralel untuk mensuplai tegangan Arduino Uno dan modul SIM900A.



Gambar 1. Perangkat Keras Sistem

## 2. PERANCANGAN LUNAK

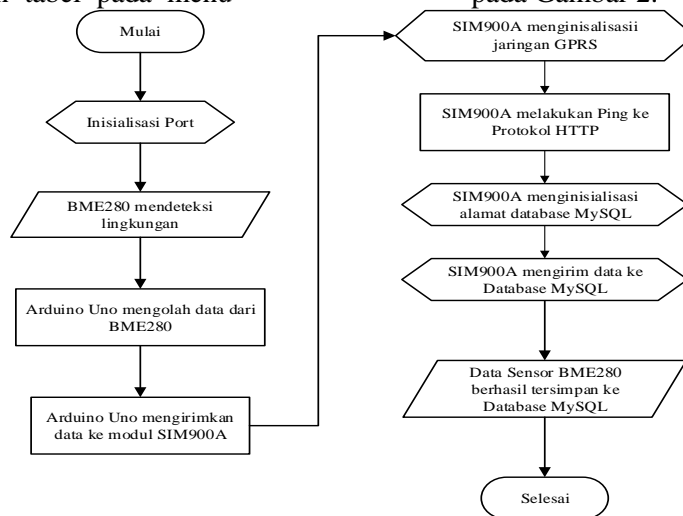
### a. Perangkat Lunak Penyimpanan Data Sensor

Perangkat lunak untuk data sensor berupa *database* MySQL. Pembuatan *database* dilakukan dengan membeli layanan WebHosting yang dapat aktif per – satu bulan dengan besar kuota 300MB dan mendaftarkan *domain* baru yang dapat aktif per – satu tahunnya. Setelah mendapatkan layanan WebHosting, maka dilakukan pembuatan *database* melalui menu Database MySQL® dan pembuatan tabel pada menu

PHPMyAdmin pada CPanel. Proses berikutnya dibutuhkan koneksi antara PHP dengan *database* MySQL melalui *script* PHP.

### b. Perangkat Lunak Deteksi Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara

Perangkat lunak ini mengidentifikasi tingkat suhu, kelembaban, dan tekanan udara di lingkungan sekitar. Pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan membuat program melalui Arduino IDE. Diagram alir perancangan program dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Program Arduino

## ANALISIS SISTEM

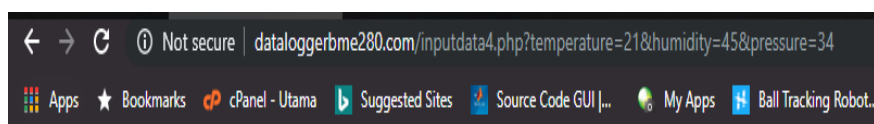
Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil pengujian dan analisis sistem *data logger*.

### Hasil Pengujian

#### 1. Hasil Pengujian Kompatibilitas Database MySQL

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kesiapan *server database* MySQL sebagai

tempat penyimpanan data sensor. Pengujian dilakukan dengan memasukkan data sensor secara manual ke alamat *database* melalui *browser*. Format penulisan *input* data ditunjukkan melalui Gambar 3. Sedangkan hasil pengujian ditunjukkan melalui Gambar 4.



Gambar 3. Format Penulisan *Input* Data melalui *Browser*

Date	Temperature	Humidity	Pressure
2019-07-01 08:38:53	21	45	34

Gambar 4. Hasil Pengujian Database MySQL

2. Hasil Pengujian Kompatibilitas Sensor BME280

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kesiapan sensor BME280 sebagai pendeteksi keadaan sekitar. Pengujian dilakukan bersama dengan termometer selama waktu tertentu di lokasi yang sama. Hasil pengujian ini ditunjukkan melalui Tabel 1.

Detik ke -	Sensor BME280 (°C)	Termometer (°C)
5	29,02	26
10	29,18	26
15	29,12	26
20	29,13	26
25	29,17	26
30	29,25	26
35	29,35	26

Tabel 1. Hasil Pengujian BME280

3. Hasil Pengujian Perintah AT

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan urutan AT Command bagi SIM900A untuk dapat mengirimkan data ke server database MySQL sebelum dapat mengirimkan data sensor dari Arduino Uno. Pengujian dilakukan dengan USB to TTL kemudian ditampilkan melalui aplikasi RealTerm sebagai media untuk mengirimkan AT command. Tahapan perintah AT yang dihasilkan yaitu tahapan untuk koneksi jaringan GPRS dan koneksi HTTP.

Tahapan perintah AT untuk koneksi jaringan GPRS adalah sebagai berikut:

- AT + CGREG? : untuk mengetahui apakah kartu telah teregistrasi dalam jaringan
- AT + CGREG =1 : untuk mengaktifkan registrasi jaringan
- AT + CGATT = 1 : untuk memasuki layanan jaringan GPRS
- AT+CIPMUX = 0 : untuk memulai koneksi IP tunggal / single IP
- AT+CSTT="telkomsel","wap","wap123": untuk mengatur setting APN

kartu SIM dari penyedia layanan seluler Telkomsel

- AT + CIICR : untuk memulai koneksi GPRS
- AT + CIFSR : untuk meminta IP kartu SIM

Sementara itu tahapan perintah AT untuk koneksi HTTP antara lain :

- AT + SAPBR=1,1 : untuk melakukan ping ke protokol HTTP
- AT + HTTPINIT : untuk memulai koneksi HTTP
- AT+HTTTPARA="CID","1" : untuk mengatur identitas pembawa ke HTTP
- AT+HTTTPARA="URL","http://www.dataloggerbme280.com/inputdata4.php?temperature=29&humidity=50&pressure=12" : untuk mengatur alamat yang akan dituju dalam database MySQL dan mengatur nilai dari variabel yang akan dimasukkan.
- AT+HTTTPACTION=0 : untuk memulai koneksi HTTP dengan metode GET

Hasil data tersimpan ke dalam server database MySQL dalam pengujian ini dapat dilihat dalam Gambar 5.

Current selection does not contain a unique column. Grid ed

Showing rows 0 - 1 (2 total, Query took 0.0004 seconds.)

```
SELECT * FROM `bme280`
```

Date	Temperature	Humidity	Pressure
2019-07-01 08:38:53	21	45	34
2019-07-01 10:34:42	29	50	12

Gambar 5. Data Tersimpan ke Server Database MySQL

4. Hasil Pengujian Pengiriman Data Tanpa Menggunakan Sensor BME280

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui format yang benar dalam kode atau program pengiriman data dengan Arduino Uno. Apabila data untuk variabel yang

dimasukkan di dalam program di Arduino IDE sudah dapat tertransmisikan ke *server database* MySQL, maka format penulisan program sudah benar dan dapat dilanjutkan dengan pembuatan program pengiriman data yang terintegrasikan dengan sensor BME280. Berikut adalah program Arduino untuk mengirimkan data ke *server database* MySQL :

```
mySerial.print("AT+HTTPPARA=\"URL\",
\"http://www.dataloggerbme280.com/in
putdata4.php?
temperature=");
mySerial.print(suhu);
Serial.print("temperatur= ");
Serial.println(suhu);
mySerial.print("&humidity=");
mySerial.print(kelembaban);
Serial.print("kelembaban= ");
Serial.println(kelembaban);
mySerial.print("&pressure=");
mySerial.print(tekanan);
Serial.print("tekanan= ");
Serial.println(tekanan);
mySerial.println("\");
```

Hasil pengujian ini dapat dilihat dalam Gambar 6.

Date	Temperature	Humidity	Pressure
2019-07-05 11:34:14	38	72	14
2019-07-05 11:34:21	39	73	15
2019-07-05 11:34:29	40	74	16
2019-07-05 11:34:36	41	75	17
2019-07-05 11:34:43	42	76	18
2019-07-05 11:34:50	43	77	19
2019-07-05 11:34:57	44	78	20
2019-07-05 11:35:04	45	79	21

Gambar 6. Hasil Pengujian Kirim Data Tanpa BME280

5. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian pada tahap ini merupakan pengujian final yang mana pengujian menggunakan seluruh komponen yang dibutuhkan untuk *data logger* yang sudah dirancang. Pengujian dilakukan di lima lokasi yang berjarak jauh antar lokasinya. Hasil pengujian tahap ini antara lain sebagai berikut:

- a. Pengujian di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Sampel data sensor yang tersimpan ke *server database* MySQL dalam pengujian di lokasi ini ditunjukkan melalui Gambar 7.

Date	Temperature	Humidity	Pressure
2019-07-08 12:16:18	28.8	56.13	1002.95
2019-07-08 12:16:23	28.8	55.92	1002.9
2019-07-08 12:16:29	28.83	55.8	1002.93
2019-07-08 12:16:34	28.81	55.79	1002.93
2019-07-08 12:16:40	28.81	55.75	1002.94
2019-07-08 12:16:45	28.8	55.8	1002.92
2019-07-08 12:16:51	28.8	55.75	1002.9
2019-07-08 12:16:57	28.82	55.77	1002.9
2019-07-08 12:17:02	28.82	55.78	1002.94
2019-07-08 12:17:08	28.83	56.13	1002.88
2019-07-08 12:17:13	28.81	56.53	1002.93
2019-07-08 12:17:19	28.76	56.16	1002.93
2019-07-08 12:17:25	28.74	56.07	1002.9

- b. Pengujian di Masjid Agung Manunggal Bantul

Sampel data sensor yang tersimpan ke *server database* MySQL dalam hasil pengujian di lokasi ini ditunjukkan melalui Gambar 8.

Date	Temperature	Humidity	Pressure
2019-07-08 15:53:06	0	0	0
2019-07-08 15:53:11	29.97	54.23	1006.63
2019-07-08 15:53:16	29.96	54.32	1006.63
2019-07-08 15:53:22	29.94	54.33	1006.64
2019-07-08 15:53:27	29.92	54.27	1006.62
2019-07-08 15:53:33	29.88	54.42	1006.62
2019-07-08 15:53:39	29.87	54.32	1006.59
2019-07-08 15:53:44	29.83	54.41	1006.64
2019-07-08 15:53:50	29.81	54.4	1006.64
2019-07-08 15:53:55	29.82	54.41	1006.63
2019-07-08 15:54:01	29.78	54.4	1006.58
2019-07-08 15:54:06	29.75	54.18	1006.6

- c. Pengujian di Masjid Jogokaiyan Yogyakarta

Sampel data sensor yang tersimpan ke *server database* MySQL dalam hasil pengujian di lokasi ini ditunjukkan melalui Gambar 9.

Date	Temperature	Humidity	Pressure
2019-07-08 17:17:25	29.67	55.24	1003.49
2019-07-08 17:17:31	29.65	54.83	1003.5
2019-07-08 17:17:36	29.62	54.85	1003.52
2019-07-08 17:17:42	29.63	55.13	1003.51
2019-07-08 17:17:47	29.62	55.27	1003.49
2019-07-08 17:17:53	29.61	55.24	1003.48
2019-07-08 17:17:59	29.59	55.23	1003.53
2019-07-08 17:18:04	29.57	55.27	1003.5
2019-07-08 17:18:10	29.53	55.25	1003.5
2019-07-08 17:18:15	29.51	55.22	1003.52
2019-07-08 17:18:21	29.49	55.37	1003.5
2019-07-08 17:18:26	29.47	55.42	1003.53
2019-07-08 17:18:32	29.46	55.45	1003.54
2019-07-08 17:18:37	29.45	55.51	1003.54
2019-07-08 17:18:43	29.42	55.41	1003.52
2019-07-08 17:18:51	29.36	55.36	1003.57
2019-07-08 17:18:53	29.32	55.41	1003.58
2019-07-08 17:19:00	29.31	55.34	1003.55
2019-07-08 17:19:05	29.29	55.46	1003.55
2019-07-08 17:19:12	29.29	55.58	1003.55
2019-07-08 17:19:17	29.26	55.39	1003.56
2019-07-08 17:19:22	29.26	55.57	1003.57
2019-07-08 17:19:27	29.26	55.68	1003.56
2019-07-08 17:19:33	29.28	55.74	1003.58
2019-07-08 17:19:39	29.28	55.77	1003.59

- d. Pengujian di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta

Sampel data sensor yang tersimpan ke *server database* MySQL dalam hasil pengujian di lokasi ini ditunjukkan melalui Gambar 10.

Date	Temperature	Humidity	Pressure
2019-07-08 18:56:41	27.33	60.03	1003.2
2019-07-08 18:56:46	27.32	59.98	1003.21
2019-07-08 18:56:52	27.35	60.35	1003.23
2019-07-08 18:56:57	27.36	60.13	1003.19
2019-07-08 18:59:03	27.36	59.98	1003.24
2019-07-08 18:59:24	0	0	0
2019-07-08 18:59:30	27.38	60.29	1003.22
2019-07-08 18:59:35	27.39	60.23	1003.23
2019-07-08 18:59:41	27.41	60.04	1003.2
2019-07-08 18:59:46	27.44	59.9	1003.22
2019-07-08 18:59:52	27.44	60.07	1003.21
2019-07-08 18:59:58	27.45	60.16	1003.2
2019-07-08 19:00:03	27.46	60.36	1003.22
2019-07-08 19:00:09	27.47	60.41	1003.21
2019-07-08 19:00:14	27.48	60.38	1003.25
2019-07-08 19:00:20	27.49	60.16	1003.24
2019-07-08 19:00:25	27.5	60.17	1003.24
2019-07-08 19:00:31	27.5	59.89	1003.2

Gambar 10. Pengujian di Lokasi ke-4

e. Pengujian di Grha Sabha Pramana UGM

Sampel data sensor yang tersimpan ke *server database* MySQL dalam hasil pengujian di lokasi ini ditunjukkan melalui Gambar 11.

Date	Temperature	Humidity	Pressure
2019-07-08 20:54:35	26.24	66.19	1000.32
2019-07-08 20:54:40	26.28	66.1	1000.32
2019-07-08 20:54:46	26.26	66.07	1000.34
2019-07-08 20:54:51	26.28	66.02	1000.36
2019-07-08 20:54:57	26.27	65.94	1000.35
2019-07-08 20:55:03	26.27	65.96	1000.35
2019-07-08 20:55:08	26.26	65.82	1000.36
2019-07-08 20:55:13	26.26	65.8	1000.36
2019-07-08 20:55:19	26.27	65.8	1000.36
2019-07-08 20:55:25	26.25	65.74	1000.4
2019-07-08 20:55:31	26.26	65.75	1000.35
2019-07-08 20:55:36	26.29	65.67	1000.36
2019-07-08 20:55:41	26.3	66.01	1000.34
2019-07-08 20:55:47	26.33	66.17	1000.35
2019-07-08 20:55:52	26.35	66.61	1000.35
2019-07-08 20:55:58	26.37	65.89	1000.33
2019-07-08 20:56:04	26.4	66.03	1000.33
2019-07-08 20:56:09	26.44	66.8	1000.34
2019-07-08 20:56:15	26.47	66.14	1000.34
2019-07-08 20:56:20	26.49	65.78	1000.36
2019-07-08 20:56:26	26.51	65.6	1000.34

Gambar 11. Pengujian di Lokasi ke-5

*Analisis Sistem*

- Analisa Hasil Pengujian Kompatibilitas Database MySQL  
 Dari hasil pengujian didapatkan bahwa *database* MySQL dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan data yang terlihat dalam Gambar 4 dengan format penulisan pengiriman data melalui *browser* yang sesuai dengan Gambar 3, sehingga *database* MySQL dapat digunakan untuk penelitian.
- Analisa Hasil Pengujian Kompatibilitas Sensor BME280  
 Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa sensor BME280 dapat mengidentifikasi suhu lingkungan sekitar sehingga sensor dapat digunakan untuk penelitian ini.
- Analisa Hasil Pengujian Perintah AT  
 Dari pengujian didapatkan bahwa perintah AT dalam modul GSM/GPRS SIM900A dapat mengirimkan data sensor ke *server database* MySQL sesuai dengan tahapan pengiriman perintah AT.

4. Analisa Hasil Pengujian Pengiriman Data Tanpa Menggunakan Sensor BME280

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa data dapat ditransmisikan ke *server database* MySQL dengan menggunakan format program Arduino yang telah dirancang.

5. Analisa Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Melalui hasil pengujian dari lima lokasi pengujian didapatkan hasil bahwa *data logger* dapat mentransmisikan data sensor ke *server database* MySQL dengan hanya memanfaatkan jaringan GPRS yang tersedia. Dalam Gambar 9. Dapat dilihat bahwa *delay* yang dibutuhkan data sensor untuk tersimpan ke dalam *server database* MySQL adalah 8 dan 7 detik, yang mana lebih lama dari pengujian di lokasi lain yang hanya membutuhkan *delay* 5 sampai 6 detik.

6. Analisa Besar Data yang Dibutuhkan

Besar ukuran data perintah AT yang dibutuhkan untuk satu kali transmisi data sensor dalam penelitian ini dihitung dengan mengkonversikan jumlah karakter perintah AT ke dalam satuan *bit* dan *byte*. Perhitungan ini dapat dirincikan melalui sebagai berikut:

- Jumlah karakter : 304 karakter
- Konversi ke bit :  $304 \times 1 \text{ bit} = 304 \text{ bit}$
- Konversi ke byte :  $304 \times 8 \text{ byte} = 2432 \text{ byte}$
- Konversi ke kilo byte :  $2432 : 1000 = 2,432 \text{ kilo byte}$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis di dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem *data logger* untuk pengiriman data sensor ke *database* MySQL secara *wireless* yang menggunakan jaringan GPRS melalui modul GSM/GPRS SIM900A telah berhasil dirancang.
- Sistem penyimpanan data sensor yang berupa *database* MySQL telah berhasil dirancang.

3. Hasil pengujian dan analisis untuk pengiriman data sensor menunjukkan bahwa data sensor dapat sampai dan tersimpan ke dalam *server database* MySQL tanpa terhubung ke jaringan Wi-Fi.
4. Modul GSM/GPRS SIM900A mampu mentransmisikan data sensor ke *server database* MySQL dengan jaringan GPRS

Expo Teknik Elektro. ISSN: 2088-9984.

Purnomo, Fredi, Denny Hendrawan, Felix, dan Fidel Hendry (2010). *Analisis dan Perancangan Sistem Mobile KRS Berbasis J2ME Menggunakan Jaringan GPRS*. SNATI 2010. ISSN: 1907-5022.

Rahmatullah, Wasmual. (2014). *Rancang Bangun Data Logger Berbasis Sensor DHT22 untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Habitat Satwa Herpetofauna Secara Real Time*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Sanjaya, I Putu Gede Mahendra, Cok Gede Indra Partha, dan Dhuman Care Khrisne. (2017). *Rancang Bangun Sistem Data Logger Berbasis Visual Pada Solar Cell*. Teknologi Elektro, Vol. 16, No. 03, ISSN: 1693-2951.

Shanghai SIMCom Wireless Solutions. (2010). *SIM900 AT Command Manual*.

Shanghai SIMCom Wireless Solutions. (2009). *SIM900A Hardware Design*.

Schwartz, Mischa. (2015). *Mobile Wireless Communications*. hlm.199-335. Cambridge: Cambridge University.

Terminal Software. *Realterm*. [www.realterm.sourceforge.io](http://www.realterm.sourceforge.io). Diakses pada 4 Juli 2019.

Tim R. Anderson, M.S. (2019). *Development of An Open-Source, Custom Environmental Data Logger for Spatially Scallable Data Collection*. Missoula: University of Montana.

V. Palit, Randi, Yaulie D.Y Rindengan, S.T, MM., MSc., Arie S.M Lumenta, ST., MT., (2015). *Rancangan Sistem Informasi Keuangan Gereja Berbasis Web di Jemaat GMIM Bukit Moria Malalayang*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, Vol.4, No.7, ISSN: 2301-8402.

#### DAFTAR PUSTAKA

Alifian, Fahmi. (2017). *Rancang Bangun Sistem Kendali Kapal Cepat Tanpa Awak dengan Metode Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Bosch Sensortec. (2018). *BME280-Datasheet*.

Butler, Tom dan Kevin Yank. (2017). *PHP and MySQL: Notice To Ninja 6<sup>th</sup> Edition*, hlm. 15-80. Australia: SitePoint, Pty.Ltd.

P. Soj, Rujay, Soudeep Saha, dan O.V Ghana Swathika. (2019). *IoT-Based Energy Management System with Data Logging Capability*. SUSCOM-2019.

Permana, Adri Wahyudi Setia (2017). *Sistem Monitoring dan Notifikasi Power Management System*. E-Proceeding of Applied Science: Vol.03, No.3, ISSN: 2442-5826.

Pribady Silalahi, Indra, Sudjadi, dan Iwan Setiawan. (2018). *Rancang Bangun Alat Monitoring Suplai Tegangan AC/DC RTU di Gardu Induk 150 KV Solo Baru Berbasis Android*. TRANSIENT, Vol. 7, No. 2, ISSN: 2302-9927.

Putra, I Gede Ika Wiantara, I Ketut Putu Suniantara, dan I Nyoman Satya Kumara. (2017). *Implementasi dan Analisis Perangkat Pengirim Data Sensor melalui Modul A6 GSM/GPRS Berbasis Microcontroller*. SENAPATI Ke-8, ISSN: 2087-2658.

Putra, Yansyah, Afdhal, dan Yuwaldi Away. (2015). *Rancang Bangun Sistem Data Logger Pergerakan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler ATmega328P*. Seminar Nasional dan