SISTEM PEMANTAUAN *SHELTER* BTS BERBASIS MIKROKONTROLER DAN *WEBSITE*

Hidayat[1] , Depema Ginting[2]
[1,2] Jurusan Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1]hidayat@unikom.ac.id, [2] depema.ginting@yahoo.com

ABSTRAK

BTS sangat penting dalam suatu jaringan telekomunikasi, karena menghubungkan jaringan suatu operator telekomunikasi seluler dengan pelanggannya. Pemantauan shelter BTS saat ini masih dilakukan secara manual. Pemantauan secara manual mempunyai banyak kekurangan seperti kecepatan, keakuratan, dan kehandalan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu sistem pemantauan shelter BTS yang dapat bekerja lebih baik dari pemantauan secara manual. Oleh karena itu penulis merancang sistem pemantauan shelter BTS berbasis mikrokontroler dan website. Memantau shelter BTS secara online melalui website, mempermudah pemantauan shelter BTS yang memiliki jarak berjauhan dan jumlah shelter BTS yang banyak serta memantaunya secara bersamaan melalui website secara online. Rancangan sistem ini menggunakan beberapa komponen elektronika agar bisa berkomunikasi, beberapa komponen tersebut yaitu Mikrokontroler ATmega328 sebagai CPU sistem, DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembapan, *LDR sebagai sensor lampu/cahaya, Multitrun sebagai pendeteksi kipas, arus listrik, dan baterai, Saklar sebagai sensor pintu, dan SIM900 sebagai komunikasi GSM/GPRS, LCD sebagai tampilan di sistem. Sistem akan memantau shelter BTS secara otomatis dan akan mengirimkan informasi pada shelter BTS ke web server, sehingga pengguna dapat memantau kinerja dan kondisi shelter BTS dan mengetahui BTS yang mengalami gangguan. Berdasarkan percobaan dan pengujian keseluruhan sistem yang telah dilakukan, sistem pemantauan shelter BTS berbasis mikrokontroler dan website telah berhasil memantau kondisi shelter BTS dan mengirimkan informasi pada shelter BTS ke web server dan menampilkan kondisi shelter BTS tersebut di website.*

Kata kunci : Shelter BTS, GPRS, Mikrokontroler ATmega328, SIM900.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan telekomunikasi semakin berkembang dengan cepat terutama telekomunikasi seluler atau yang biasa disebut dengan *handphone*. BTS adalah perangkat dalam jaringan telekomunikasi seluler. BTS sangat penting dalam suatu jaringan telekomunikasi, karena menghubungkan jaringan suatu operator telekomunikasi seluler dengan pelanggannya.

BTS terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: *Tower*, *Shelter*, dan *Feeder*. *Shelter* BTS adalah suatu tempat penyimpanan perangkat-perangkat telekomunikasi. *Shelter* BTS berfungsi sebagai media penyimpanan perangkat yang akan terhubung ke sebuah *sentral* atau pusat perangkat. Pada bagian *shelter* terdapat berbagai komponen utama dan pendukung seperti *combiner, core module, power supply*, kipas angin, lampu, dan pintu *shelter* BTS. Penelitian tentang pemantauan *shelter* BTS secara otomatis sudah dilakukan [16], namun didalam penelitian tersebut pengujian hanya sebatas menggunakan perubahan level tegangan pada *input* ke mikrokontroler, belum menggunakan sensor. Penulis ingin mengembangkan penelitian tersebut menggunakan sensor, menambahkan pemantauan lampu, pemantauan listrik, dan *website* sebagai *interface*.

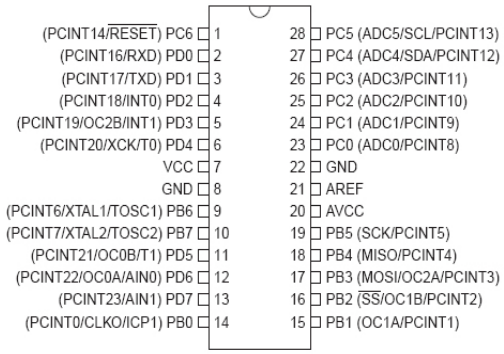
Pemantauan BTS selama ini masih menggunakan tenaga manusia. Pemantauan secara manual mempunyai banyak kekurangan seperti kecepatan, keakuratan, dan kehandalan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pemantauan *shelter* BTS yang dapat bekerja lebih baik dari pemantauan secara manual. Pemantauan jarak jauh berbasis mikrokontroler dan *website* akan memantau *shelter* BTS secara otomatis dan akan mengirimkan informasi pada *shelter* BTS ke *web server*, sehingga pengguna dapat memantau kinerja dan kondisi *shelter* BTS dan mengetahui BTS yang mengalami gangguan melalui *website*.

2. DASAR TEORI

2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang dikemas dalam sebuah IC. IC tersebut mengandung semua komponen pembentuk komputer seperti CPU, RAM, ROM, dan *Port* I/O. Mikrokontroler merupakan sebuah prosesor yang digunakan untuk kepentingan kontrol. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *miniframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer*.[20]

Berikut adalah mikrokontroler ATmega328 yang ditunjukkan pada gambar 1 :



Gambar 1. Mikrokontroler ATmega328[7]

Mikrokontroler ATmega328 mempunyai spesifikasi diantaranya ukuran memori *flash* 32KB, SRAM sebesar 2KB dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB, kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz, dan *Master/Slave* SPI Serial *interface*.

2.2 Arduino

Arduino adalah sebuah sistem minimum menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai pengendalinya. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang terdiri dari 6 pin dapat digunakan sebagai *output* berupa PWM, 6 pin *input* yang bersifat analog, *crystal* osilator 16 Mhz, koneksi USB, *power jack*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mempunyai perangkat lunak tersendiri yang berfungsi sebagai *developer program* untuk memasukan program ke dalam mikrokontroler. [2]

2.3 Sensor DHT11

DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembapan yang telah dilengkapi dengan kalibrasi sinyal digital, sehingga keluaran dari sensor sudah dalam bentuk digital. Komunikasi yang digunakan DHT11 dengan mikrokontroler melalui antarmuka serial menggunakan satu jalur data. Sehingga komunikasi antara mikrokontroler dengan DHT11 hanya menggunakan satu jalur saja, dari pin data DHT11 ke pin I/O mikrokontroler. [9]

2.4 Multiturn

Multiturn adalah salah satu jenis resistor variabel. Multiturn bisa juga disebut *trimmer*. *Trimmer* adalah jenis kondensator yang kapasitasnya bisa diubah-ubah. Besar nilai tahanan multiturn dapat diubah-ubah. Multiturn mempunyai sudut putar lebih dari 360˚.

2.5 LDR (*Light Dependent Resistor*)

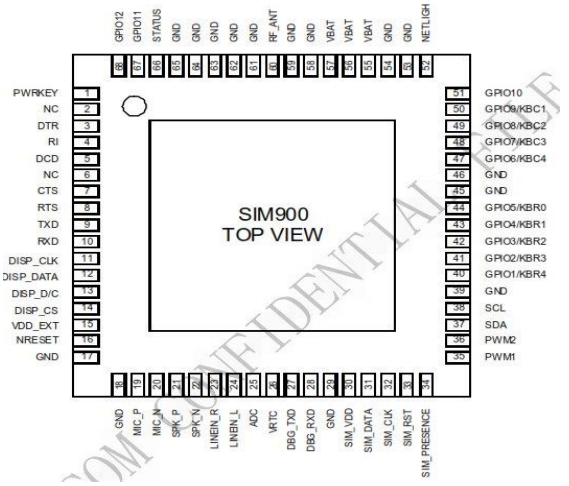
LDR adalah resistor variabel yang memiliki resistansi hambatan listrik maksimum dalam gelap, dan sebaliknya, memiliki resistansi hambatan listrik minimum dalam terang. LDR atau *Light Dependent Resistor* adalah salah satu jenis resistor yang nilai hambatannya dipengaruhi oleh cahaya yang diterima olehnya.

2.6 LCD (*liquid crystal Display*)

Display LCD sebuah *liquid crystal* atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan *numerik* (digunakan dalam jam tangan, kalkulator) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam).

2.7 IComSat v1.1 SIM900 GSM/GPRS shield

IComSat digunakan untuk pengiriman data yang menggunakan sistem GPRS. IComSat dikontrol dengan menggunakan AT-Commands. SIM900 GSM/GPRS dikontrol melalui perintah AT (GSM 07.07, 07.05, dan SIMCOM). Berikut adalah deskripsi pin SIM900 GSM/GPRS yang ditunjuk pada gambar 2:



Gambar 2. Deskripsi pin SIM900 GSM/GPRS [13]

2.8 Baterai VRLA

Baterai atau *akumulator* adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berbalikan) dengan *efisiensinya* yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversible* adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tegangan listrik menjadi tegangan kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel.[4]

2.9 Teknologi GPRS

GPRS (*General Packet Radio Service*) adalah layanan komunikasi berbasis paket untuk perangkat *mobile* yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan data melalui jaringan telepon seluler. GPRS merupakan langkah menuju 3G dan sering disebut 2,5G. GPRS memberikan transmisi data pada laju kecepatan yang lebih dari cukup untuk sebagian besar aplikasi pasar massal, misalnya akses nirkabel ke basis-basis data, sistem keamanan, dan telemetri.

2.10 SMS (*Short Message Service*)

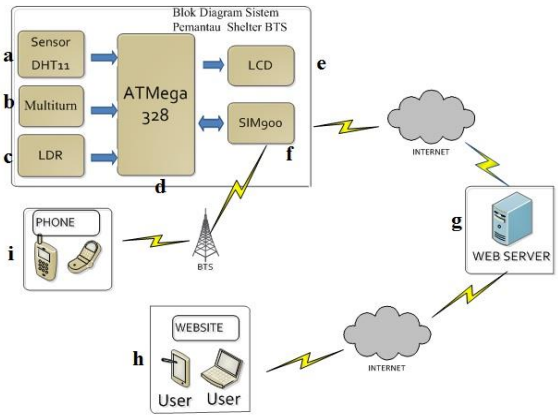
Short Message Service (SMS) adalah salah satu fasilitas dari teknologi GSM yang memungkinkan mengirim dan menerima pesan-pesan singkat berupa text dengan kapasitas maksimal 160 karakter dari *Mobile Station* (MS). Kapasitas maksimal ini tergantung dari *alphabet* yang digunakan, untuk *alphabet* Latin maksimal 160 karakter, dan untuk non-Latin misalnya *alphabet* Arab atau Cina maksimal 70 karakter. Untuk pertama kalinya SMS dapat dikirim menggunakan PC ke MS pada Desemer 1992 di Inggris.[18]

3. PERANCANGAN

Perancangan sistem dibuat, mulai dari desain sistem secara keseluruhan yaitu, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras akan dibahas mengenai perancangan dalam pembuatan perangkat keras dan komponen-komponen utama pembentuk sistem yang dibuat. Berikut gambar 3 merupakan diagram blok rancangan sistem pemantauan *shelter* BTS yang dibuat:



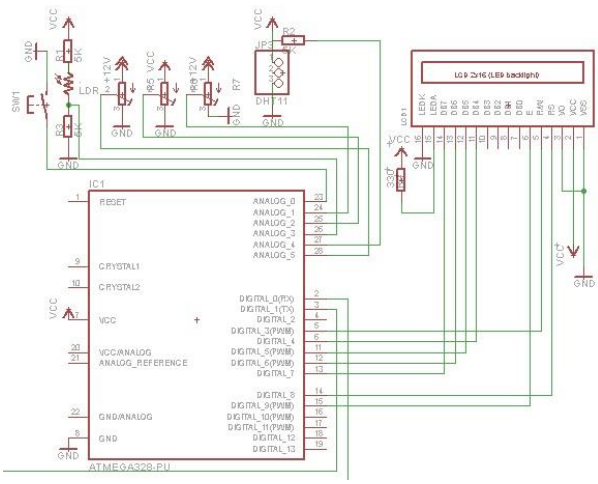
Gambar 3. Diagram blok sistem pemantauan *shelter* BTS.

Keterangan Gambar 3.1:

a. **DHT11** : berfungsi sebagai sensor suhu dan kelembapan yang memiliki keluaran sinyal digital.
b. **Multiturn** : berfungsi sebagai pemantau arus listrik, kipas dan baterai.
c. **LDR** : ldr adalah sensor cahaya, berfungsi sebagai pendeteksi cahaya lampu.
d. **Mikrokontroler ATmega328** : berfungsi sebagai pengolah data sehingga dapat berkomunikasi dengan DHT11, Multiturn, LCD, saklar, dan SIM900.
e. **LCD** : berfungsi sebagai tampilan pada sistem.
f. **SIM900 GSM/GPRS** : berfungsi sebagai pengirim data dari sistem ke *web server* menggunakan koneksi GPRS.

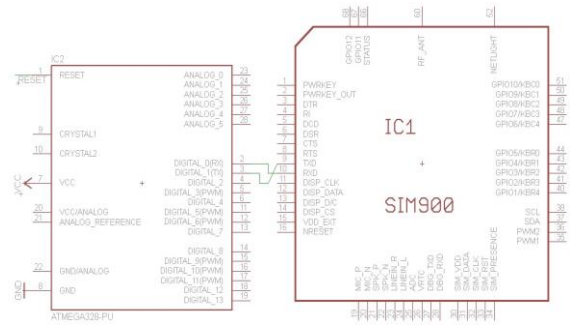
g. ***Web Server*** : *Web server* akan memproses data yang dikirim oleh sistem dan menampilkannya ke *website*. *Web server* berfungsi untuk menyediakan layanan *website* yang diakses melalui *web* browser. [12]
h. ***Website*** : berfungsi sebagai *interface*.
i. **HP** : berfungsi untuk mengirim SMS ke sistem.

Berikut gambar 4 yang menunjukkan skema rangkaian komunikasi antara mikrokontroler ATmega328 dengan DHT11, LDR, Multiturn, Saklar, dan LCD.



Gambar 4. Skema Rangkaian ATmega328 dengan DHT11, LDR, Multiturn, Saklar, dan LCD.

Berikut gambar 5 yang menunjukkan skema komunikasi rangkaian ATmega328 dan SIM900.

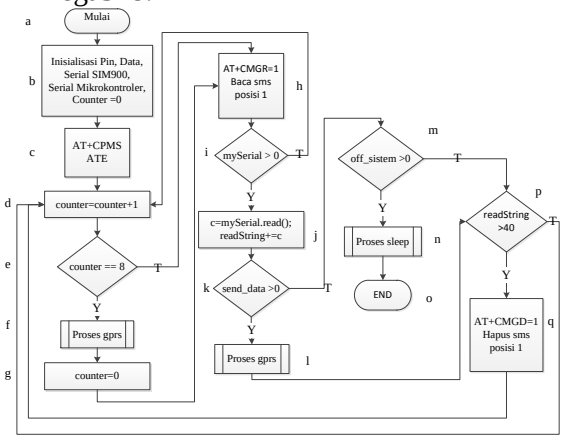


Gambar 5. Skema komunikasi rangkaian ATmega328 dan SIM900.

Pada gambar 5 merupakan skema rangkaian ATmega328 dan SIM900 yang berfungsi sebagai pengirim data dari sistem ke *web server* dengan menggunakan koneksi GPRS.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak sistem yang dirancang, yaitu pemrograman pada Mikrokontroler ATmega328. Pemrograman pada mikrokontroler ATmega328 menggunakan bahasa C dan IDE Arduino 1.0.1 sebagai *compiler*. Program yang dirancang bertujuan agar dapat berkomunikasi dengan DHT11, LDR, Multiturn, Saklar, LCD, dan SIM900 sebagai komunikasi antara sistem dengan *web server*. Berikut gambar 6 yang menunjukkan diagram alir pada program mikrokontroler ATmega328.



Gambar 6. Diagram Alir Program Pada Mikrokontroler ATmega328.

Keterangan gambar 6:
a. Memulai Program.
b. Inisialisasi pin, data, Serial SIM900, Serial mikrokontroler, dan *Counter* = 0.
c. AT+CPMS berfungsi sebagai untuk menentukan lokasi penyimpanan SMS pada modem
   ATE : set command echo mode.
d. *counter* = *counter* + 1, penambahan nilai *counter*.
e. if(*counter* == 8), pembandingan nilai *counter*, 8 adalah waktu pengulangan *counter* 3 menit.
f. GPRS (), fungsi void untuk membaca output dari sensor, koneksi GPRS, menampilkan di LCD, dan pengiriman data ke *website server*.
g. *counter* = 0, jika nilai *counter* sudah = (samadengan) maka ubah nilai *counter* jadi 0.
h. AT+CMGR=1 berfungsi membaca isi SMS.
i. *While (mySerial.available() > 0)*, cek apakah nilai mySerial > 0.
j. *c=mySerial.read()*, simpan isi SMS ke c
   readString+=c, isi SMS disusun ulang di *readString*, karena arduino cuma bias menerima 1KB.

k. *Send_data>0*, perbandingan nilai index.
l. GPRS (), fungsi void untuk membaca output dari sensor, koneksi GPRS, menampilkan di LCD, dan pengiriman data ke *website server*.
m. Off_sistem >0, perbandingan nilai index.
n. sleep(), fungsi void untu memproses sistem mejadi tidur atau berhenti berfungsi.
o. end, program berhendti.
p. readString.length()>40, cek apakah nilai readString >40.
q. AT+CMGD=1, berfungsi menghapus SMS yang ada di memori posisi 1.

4. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian yang dilakukan yaitu terhadap perangkat keras dan perangkat lunak berikut dengan analisa perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem yang telah dibuat.

4.1 Pengujian Perangkat Keras

Analisa pada perangkat keras dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu modul SIM900 sebagai transmisi data untuk mengirimkan data dari sistem ke *web server* berbasis koneksi GPRS melalui perintah AT-Command. Modul Arduino Uno R3 ATmega328 berfungsi sebagai pengolah data dari sensor. Modul sensor DHT11 adalah sensor suhu dan kelembapan. Multiturn sebagai pendeteksi arus listrik, kipas, dan kapasitas baterai. Modul LDR berfungsi mendeteksi cahaya sebagai kondisi lampu. Modul LCD sebagai tampilan dari sistem.

4.1.1 Pengujian Dan Analisa SIM900

Modul SIM900 GSM/GPRS adalah komponen yang sangat diperlukan untuk komunikasi antara sistem dengan *web server*, ini dikarenakan fungsi modul SIM900 sebagai pengirim data dari sistem ke *web server*.

AT-Command adalah perintah yang dapat diberikan ke *handphone* atau modem GSM/CDMA untuk melakukan sesuatu hal, termasuk untuk mengirim data dan menerima data berbasis GSM/GPRS, mengirim dan menerima SMS. SIM900 GSM/GPRS dikontrol melalui perintah AT (GSM 07.07, 07.05, dan SIMCOM).

4.1.2 Analisa Biaya GPRS

Pengiriman data menggunakan jaringan GPRS menggunakan modul SIM900 dan operator seluler Indosat IM3 sebagai jaringan komunikasi data GPRS. Banyaknya pemakaian pulsa atau biaya yang digunakan tergantung interval waktu yang digunakan untuk pengiriman data ke *web server*. Perhitungan biaya GPRS yang digunakan berdasarkan interval waktu yang digunakan dalam pengiriman data dapat dilihat pada tabel 1;

Tabel 1. Pengujian Biaya GPRS

Data Uji Pulsa				
Waktu pengiriman	Biaya GPRS/ Hari	Biaya GPRS/ Minggu	Biaya GPRS/ Bulan	Biaya GPRS/ Tahun
1 Menit	3101	21707	93030	1131865
5 menit	644	4508	19320	235060
10 menit	536	3752	16080	195640

4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian dilakukan secara keseluruhan pada sistem. Dilakukan pengujian suhu, kelembanan, lampu, pintu, baterai, kipas, dan aliran listrik. Pengujian dilakukan untuk melihat dan mengetahui kinerja sistem tersebut apakah sistem berjalan dengan baik atau tidak, mengetahui apakah sistem yang dirancang berfungsi dengan baik atau tidak.

Berikut ini Tabel pengujian secara keseluruhan.

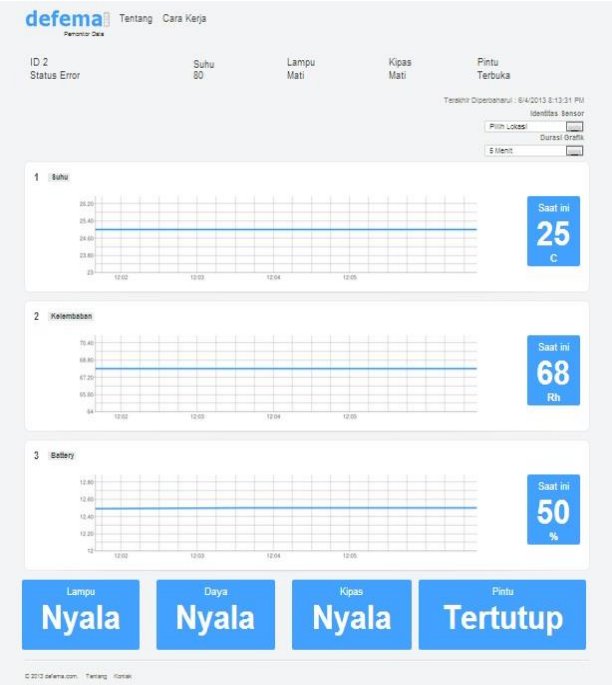
Tabel II. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

PENGUJIAN SISTEM SECARA KESELURUHAN								
No Pengujian	DHT11		Baterai		Kipas	Arus Listrik	Lampu	Pintu
	Suhu (C°)	Kelembaban (Rh)	Data Terkirim	Tampilan di web (%)				
1	25	68	12.46	50	1	1	1	0
2	25	68	12.5	50	1	1	1	0
3	25	68	12.5	50	1	1	1	0
4	0	0	12.5	50	1	1	1	0
5	25	68	0	0	1	1	1	0
6	25	68	12.5	50	1	1	0	0
7	25	68	12.47	50	1	0	1	0
8	25	68	12.56	62.5	0	1	1	0
9	25	69	12.47	50	1	1	1	1
10	25	68	0	0	1	1	0	0
11	25	68	12.58	62.5	0	0	1	0
12	25	68	12.58	62.5	0	1	1	1
13	0	0	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	1
15	25	68	12.43	50	1	1	1	0
16	25	68	12.44	50	1	1	1	0
17	25	68	12.52	62.5	0	0	0	1
18	0	0	0	0	1	1	1	0
19	25	68	12.44	50	1	1	1	0
20	25	68	12.41	12.73	1	1	1	0
Keterangan								
Kipas	1 Kipas Hidup, 0 Kipas Mati							
Arus Listrik	1 Arus Listrik Hidup, 0 Arus Listrik Mati							
Lampu	1 Lampu Hidup, 0 Lampu Mati							
Pintu	1 Pintu Terbuka, 0 Pintu Tertutup							
	Sensor dimatikan							

4.3 Tampilan Di *Website*

Setelah data dikirimkan ke *web server*, maka *web server* kan memproses data tersebut dan ditampilkan di *website*. Tampilan data di

website berupa data, keterangan, dan grafik. Berikut ini gambar 7 tampilan *website*.



Gambar 7. Tampilan *Website*

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sesuai pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan perancangan sistem, maka penelitian pada tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Sistem pemantauan *shelter* BTS berbasis mikrokontroler dan *website* telah berhasil dibuat dengan tujuan memantau *shelter* BTS secara otomatis dan akan mengirimkan informasi pada *shelter* BTS ke *web server*, sehingga pengguna dapat memantau kinerja dan kondisi *shelter* BTS dan mengetahui BTS yang mengalami gangguan melalui *website*.
2. Komunikasi mikrokontroler ATmega328 dengan DHT11, LDR, multiturn, LCD, dan SIM900 berhasil digunakan sebagai sistem pemantau *shelter* BTS berbasis mikrokontroler dan *website* sesuai dengan percobaan yang telah dilakukan.
3. Proses pengiriman data dari sistem ke *web server* menggunakan koneksi GPRS telah berhasil. Koneksi GPRS menggunakan modul SIM900 GSM/GPRS bekerja dengan baik dan sesuai dengan harapan, SIM900 juga bisa digunakan sebagai media komunikasi telepon, mengirim SMS dan menerima SMS. SMS juga bisa digunakan untuk mengendalikan sistem pemantauan *shelter* BTS, dimana SMS bisa mematikan sistem dan bisa juga mengirimkan data sesuai isi SMS.
4. Kualitas sinyal SIM900 sangat penting dalam pengiriman data dari sistem ke *web server*, apabila kualitas sinyal diatas -87dBm pengiriman data tidak akan mengalami gangguan, tetapi apabila kualitas sinyal dibawah -87dBm pengiriman data akan *error*, penerimaan SMS juga akan mengalami gangguan apa bila kualitas sinya dibawah -87dBm.
5. Interval pengiriman data secara terus menerus dari sistem ke *web server* harus diatas 1 menit, untuk menghindari terjadinya pengiriman data yang sebelumnya.

Saran

Penulis memberikan saran bagi yang akan mengembangkan tugas akhir ini, yaitu:

1. Memperbaharui sistem dengan menambahkan sistem pengontrol berbasis *website* atau aplikasi *mobile*.
2. Menambahkan perangkat GPS sebagai penunjuk lokasi, menambahkan kamera sebagai pemantau kondisi ruangan *selter* BTS dan kondisi lingkungan BTS.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Arduino. (n.d.). *Analog Read Voltage*. Diakses Juni 11, 2012, dari http://arduino.cc/en/Tutorial/ReadAnalogVoltage

[2] Arduino. (n.d.). *Arduino Uno*. Diakses Juni 11, 2012, dari http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno

[3] Arduino. (n.d.). *LiquidCrystal - "Hello World!"*. Diakses Juni 11, 2012, dari http://arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystal

[4] Batteries, P. (2003, Agustus). *Panasonic Batteries Valve-Regulated Lead Acid Batteries Technical Handbook '03/'04*. Diakses Mei 20, 2012, dari http://www.panasonic.com/industrial/includes/pdf/Pan

asonic_VRLA_Overview.pdf:http://www.panasonic.com

[5] Bourns. (2003, Januari 27). *3296 - 3/8 " Square Trimpot® Trimming Potentiometer.* Diakses Juni 10, 2012, dari http://www.bourns.com/ pdfs/3296.pdf: http://www.bourns.com

[6] Company, A. E. (1997, Maret). *Light Dependent Resistors.* Diakses Mei 28, 2012, dari http://www.biltek.tubitak.gov.tr/gelisim/elektronik/dosyalar/40/LDR_NSL19_M51.pdf:http://www.biltek.tubitak.gov.tr

[7] Corporation, A. (2009, Oktober). *ATmega48PA/88PA/168PA/328P.* Diakses Mei 25, 2012, dari http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf:http://www.atmel.com

[8] Cytron. (2013, Maret 7). *Pinout Diagrams for Arduino and Atmel Microcontrollers*. Diakses April 09, 2013, dari http://tutorial.cytron.com.my/2013/03/07/arduino-pinout-diagram/:http://tutorial.cytron.com.my/

[9] D-Robotics. (2010, Juli 30). *DHT11 Humidity & Temperature Sensor.* Diakses Mei 28, 2012, dari http://www.micro4you.com/files/sensor/DHT11.pdf:http://www.micro4you.com

[10] MorganDoyle. (n.d.). *GPRS Tutorial.* Retrieved juni 20, 2013, from http://www.item.ntnu.no/fag/tm8100/Pensumstoff2004/GPRS_Tutorial.pdf: http://www.morgandoyle.co.uk

[11] Mubarok, M. H. (2011). *Sistem Kontrol via Web dengan CGI, PHP, dan Ajax.* Jakarta: PT Elex Media komputindo

[12] Panasonic. (2005, Agustus). *VRLA BATTERIES.* Diakses Mei 20, 2012, dari http://www.panasonic.com/industrial/includes/pdf/Panasonic_VRLA_ Overview.pdf: http://www.panasonic.com

[13] SIMCom. (2010, Desember 15). *SIM900 Hardware Design v2.00.* Diakses Mei 26, 2012, dari http://itead-europe.com/pm/platform/shield/icomsat/DOC_SIM900_Hardware%20Design_V2.00.pdf: http://itead-europe.com

[14] Studio, I. (2011, Mei 27). *IComSat v1.1 - SIM900 GSM/GPRS shield.* Diakses Mei 23, 2012, dari http://www.famosastudio.com/download/datasheet/IComSatV1.2-Datasheet.pdf:http://www.famosastudio.com

[15] Studio, I. (2012). *ICOMSAT*. Diakses Maret 12, 2013, dari http://www. itead-europe.com:http://www.iteadeurope.com/index.php/wireless/ gsmGPRS - wifi/ icomsat.html

[16] Tunggul, A. N. (2007). REMOT MONITORING BERBASIS GPRS (STUDI KASUS : MONITORING *SHELTER* BTS).

[17] TINSHARP. (2009, September 23). *LCM MODULE TC1602A-01T.* Diakses Agustus 05, 1012, dari http://www.adafruit.com/datasheets/TC1602A-01T.pdf:http:// www.adafruit.com

[18] Wibisono, Gunawan, U. H. (2008). *Konsep Teknologi Seluler* . Bandung: Informatika Bandung

[19] Wiki. (2013, April 16). *GPRS Shield V1.0*. Diakses Juni 25, 2013, dari http://www.seeedstudio.com/wiki/GPRS_Shield_V1.0:http://www.seeedstudio.com

[20] Winoto, A. (2010). *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemerogramannya Dengan Bahasa C pada WinAVR.* Bandung: Informatika Bandung