

Aplikasi Wireless Sensor Network (WSN) Berbasis Radio Frequency (RF) dan SMS Alert GSM

Toni Firnandes¹, Sumantri K. Risandriya, MT², Kamarudin, ST³,

¹Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam, E-mail: firnandestoni@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam, E-mail: sumantri@polibatam.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, E-mail: kamarudin@polibatam.ac.id

Abstrak

Teknologi pemantauan sebuah sistem yang luas dengan biaya murah dan efisiensi yang tinggi menjadi sebuah tantangan pada zaman saat ini. Penulis membuat sebuah sistem pemantauan ruangan dengan wireless sensor network (WSN) berbasis frekwensi radio dan SMS Alert GSM. Sistem ini terdiri dari dua buah slave node dan satu master node. Master node dan slave node menggunakan modul Xbee sebagai peralatan komunikasi. Setiap slave node terdiri dari sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan ruangan, sensor cahaya light dependent resistor (LDR) untuk mengukur intensitas cahaya ruangan, sensor tegangan untuk mengukur tegangan sumber alat dan sensor PIR sebagai pendeteksi pergerakan orang di ruangan. Seluruh data setiap slave node dikirimkan ke master node untuk diolah dan ditampilkan. Kemudian ketika sistem beroperasi dalam keadaan pemantauan aktif, saat terdeteksi pergerakan orang, master node akan mengirimkan SMS peringatan ke user menggunakan modul wavecom modem GSM. Hasil pemantauan ruangan dengan sistem ini telah sesuai dengan perancangan, informasi kondisi ruangan yang dihasilkan cukup akurat dengan rata-rata kesalahan pengukuran tidak lebih dari 2%. SMS alert secara tepat dan cepat diterima oleh user sesaat setelah pergerakan orang terdeteksi di ruangan.

Kata Kunci : *wireless sensor network, frekwensi radio, SMS alert, Xbee, wavecom modem GSM, sensor DHT11, LDR, sensor PIR, sensor tegangan*

Abstract

Monitoring Technology is a system with low cost and high efficiency becomes a challenge in the current era. The author makes a room monitoring system with wireless sensor network (WSN) based radio frequency GSM and SMS Alert. This system consists of two pieces of slave nodes and one master node. Master node and slave nodes using XBee modules as communications equipment. Each slave node consists of a DHT11 sensor to measure the room temperature and humidity, light sensor light dependent resistor (LDR) for measuring the intensity of light, the voltage sensor to measure the voltage source tools and PIR sensor for detecting movement of people in the room. All data sent to each slave node to the master node is processed and displayed. Then when the system is operating in a state of active monitoring, when the movement is detected, the master node will send SMS alerts to the user using a GSM modem wavecom module. Room monitoring results with these systems in accordance with the design, room condition information generated quite accurate with an average error of measurement is not more than 2%. SMS alerts precisely and quickly accepted by the user as soon as movement is detected in the room

Keywords: *wireless sensor networks, radio frequency, SMS alerts, XBee, wavecom GSM modem, DHT11 sensor, LDR, PIR sensor, voltage sensor*

1. Pendahuluan

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan salah satu teknologi baru untuk monitoring suatu sistem yang tersebar cukup luas dan tidak memungkinkan dilakukan komunikasi data melalui jaringan kabel biasa. Sehingga diperlukan jaringan nirkabel untuk komunikasi datanya. Teknologi yang ada saat ini telah banyak mendukung untuk pembuatan sebuah jaringan sensor nirkabel. Seperti modul xbee untuk mendukung komunikasi nirkabel berupa frekwensi radio. Sehingga kekurangan yang ada pada jaringan sensor dengan kabel pada sistem yang luas dapat diatasi dengan WSN^[2].

Melakukan pemantauan terhadap kondisi sebuah gedung yang besar dari jarak yang jauh dan 24 jam sehari dengan

sistem yang efisien telah menjadi sebuah kebutuhan serta tantangan di zaman sekarang ini. Sistem tersebut dapat diwujudkan dengan mengimplementasikan WSN^[3]. Melihat kebutuhan sistem pemantauan jarak jauh dan teknologi WSN yang berkembang cukup pesat, penulis membuat sebuah alat pemantauan kondisi ruangan gedung yang mengaplikasikan WSN berbasis *Radio Frequency (RF)* dan teknologi *Global System for Mobile Communication (GSM)*.

Topologi jaringan yang digunakan pada alat ini adalah topologi jaringan *star*. Karena jaringan ini tidak menggunakan kabel. Pengontrolan pun akan lebih terpusat sehingga lebih mudah dalam pengolahan data. Kemudian master akan memiliki pengontrolan penuh ke setiap node slave. Hal ini pula menyebabkan komunikasi datanya lebih cepat karena *node master* langsung terhubung ke tiap *node*

slave^[4].

2. Wireless Sensor Network (WSN)

WSN sudah banyak diaplikasikan pada monitoring jarak jauh dan daerah yang tersebar sangat luas. Seperti pada jurnal "Programming Wireless Sensor Network : Fundamental Concepts and State of the Art"[2006], Luca Mottola, Univ of Trento, Italy. Tentang fundamental atau dasar dari teknologi WSN dan aplikasinya untuk pemantauan kondisi lingkungan dengan sensor yang tersebar cukup luas. WSN banyak diaplikasikan pada bidang monitoring kesehatan seseorang, otomasi industri, monitoring lingkungan dan konstruksi jembatan. Kemudian pengembangan kedepan dari WSN adalah transfer data getaran dari *Piezoelectric Sensor* dengan jarak yang cukup jauh dari *slave node* ke *master node*^[6].

Ada beberapa topologi jaringan yang umum digunakan dalam membangun sebuah sistem WSN, yaitu :

1. Topologi Star

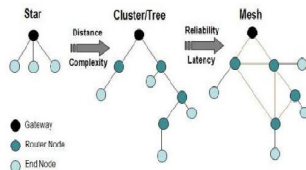
Topologi ini merupakan topologi paling dasar dimana setiap node mempertahankan satu jalur komunikasi langsung dengan *gateway*. Topologi ini sederhana namun membatasi jarak keseluruhan yang dapat dicapai^[6].

2. Topologi Cluster/Tree

Arsitektur topologi *cluster* lebih kompleks dibandingkan dengan topologi *star*. Setiap *node* masih mempertahankan satu jalur komunikasi untuk *gateway*. Perbedaannya menggunakan *node-node* lain dalam mengirimkan data, namun masih dalam satu jalur tersebut.

3. Topologi Mesh

Topologi ini merupakan solusi dari topologi-topologi sebelumnya, dengan menggunakan jalur komunikasi yang lebih banyak untuk meningkatkan kehandalan sistem. Dalam sebuah jaringan *mesh*, *node* mempertahankan jalur komunikasi untuk kembali ke *gateway*.



Gambar 2.1 Contoh Skema Topologi Star, Tree dan Mesh Pada Jaringan WSN

Diantara tiga jenis topologi jaringan tersebut, penulis memilih menggunakan topologi *star* dalam membangun alat atau sistem WSN ini. Karena pada alat ini WSN diaplikasikan untuk monitoring kondisi dua ruangan atau dua *slave node*. Terdiri dari dua *slave node* dan sebuah *master node*. Setiap *slave node* akan langsung berhubungan dengan *master node* karena tidak diperlukan komunikasi data antar *slave node* atau transfer data ke *master node* melalui *slave node* yang lain terlebih dahulu.

2.1 Sensor

Pada sistem ini setiap slave node akan memiliki empat buah sensor yaitu sensor cahaya, suhu dan kelembapan, tegangan dan deteksi pergerakan orang. Jenis – jenis sensor yang digunakan adalah :

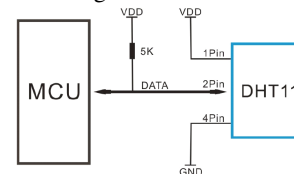
1. Sensor Suhu dan Kelembapan (Sensor DHT11)

DHT11 Sensor ini merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembapan. Sensor DHT11 dapat mengukur suhu dari 0-50 °C dengan persentasi kesalahan pembacaan yaitu 2°C dan kelembapan 20-90% (Relative Humidity) RH dengan persentasi kesalahan pembacaan sebesar 5% RH. Modul sensor yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.2 .



Gambar 2.2 Sensor Suhu dan Kelembapan DHT11

Sensor DHT11 memiliki 4 pin yaitu VCC, Data, Not Connected dan Ground dan skema konfigurasi sensor DHT11 ini dapat dilihat gambar 2.3 .



Gambar 2.3 Skema Rangkaian Sensor DHT11

merk dagang dari Dallas Semiconductor (sekarang Maxim), untuk protokol komunikasi serial menggunakan satu jalur data dan satu ground. Sebuah 1-Wire Master (sebuah mikrokontroler) menginisiasi dan mengontrol komunikasi dengan satu atau lebih alat 1-Wire Slave (biasanya sensor)^[8].

2. Sensor Cahaya Light Dependant Resistor (LDR)

LDR atau Light Dependent Resistor adalah salah satu jenis resistor yang nilai hambatannya dipengaruhi oleh jumlah cahaya yang diterima olehnya. Nilai resistansi atau hambatan LDR berbanding terbalik dengan jumlah cahaya yang diterimanya. Ketika jumlah cahaya yang diterima oleh LDR

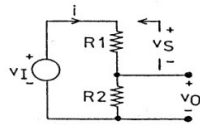
2. Sensor PIR (Passive Infra Red)

PIR (Passive Infra Red) sensor merupakan sebuah sensor berbasis infra merah. Sensor PIR tidak seperti IR LED (Infra red Light Emitting Diode) yaitu tidak memancarkan pancaran sinar infra merah, namun hanya merespon energi dari pancaran sinar infra merah yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi oleh sensor PIR atau yang disebut radiasi infra merah.

3. Sensor Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan biasanya digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar, titik tegangan referensi pada sensor, unuk memberikan bias pada rangkaian penguat

atau untuk memberi bias pada komponen aktif. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor.



Gambar 2.4 Gambar rangkaian Pembagi Tegangan Dasar

2.2 Xbee Series 1 1 mW

Xbee merupakan pemancar sekaligus penerima gelombang radio frekwensi yaitu frekwensi sebesar 2,4 GHz. Penggunaan Xbee pada alat ini menggunakan komunikasi serial RS232 yang dapat langsung digunakan pada USB bila menggunakan IC FTD1232 atau konverter USB to Serial seperti pada gambar di bawah,



Gambar 2.5 Xbee USB Adapter

Pada alat ini, sistem menggunakan Xbee Series 1 1mW dengan kecepatan transmisi data Baudrate serial 9600 dengan tipe komunikasi Point to Point. Artinya setiap slave node akan berkomunikasi hanya dengan master node. Xbee ini pula mampu menerima dan mengirimkan data dengan jarak 30 meter maksimum dalam ruangan dan 90 meter maksimum di luar ruangan. modul Xbee yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.6 .



Gambar 2.6 Xbee Series 1

2.3 Wavecom Modem GSM

Wavecom GSM Modul merupakan sebuah Modem (*Modulator Demodulator*) yang dapat mendukung teknologi komunikasi GSM. Dengan *baud rate* berkisar sekitar 115200Kb/s dengan menggunakan perintah AT command untuk komunikasi dan setting.

modul yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Wavecom 1206b

3. Pemodelan Sistem

Perancangan sistem WSN berbasis radio frekwensi dan sms alert gsm, terdiri dari dua buah tahapan perancangan yaitu perancangan hardware dan software sistem. Perancangan hardware sistem terdiri dari perancangan sistem alat, elektronik dan mekanik sistem. Perancangan software sistem terdiri dari perancangan menu – menu aplikasi sistem yaitu menu loading (menu awal ketika aplikasi dijalankan), menu masuk dan menu utama.

3.1 Perancangan Hardware Sistem

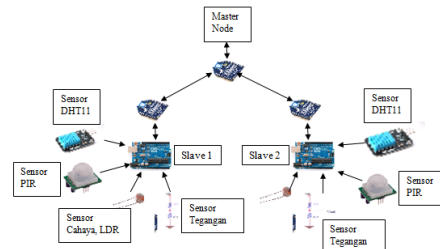
Perancangan hardware sistem ini terdiri dari perancangan sistem alat, elektronik dan mekanik.

3.1.1 Sistem Alat

Alat ini terdiri dari tiga buah node dan user. Satu node sebagai master dan dua node lainnya sebagai slave. Node master terdiri dari satu buah Xbee dan Wavecom modem yang langsung terkoneksi dengan laptop. Dua node slave adalah arduino, sensor DHT11, PIR, LDR, tegangan dan Xbee. User mendapatkan informasi tersebut berupa SMS dari master.

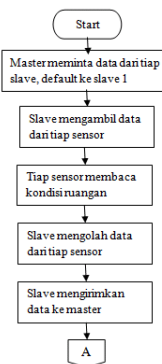


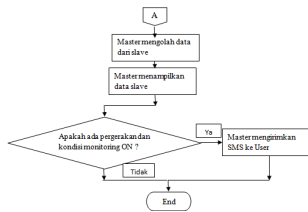
Gambar 3.1 Bagan Sistem Alat Node Master



Gambar 3.2 Bagan Sistem Alat Node Slave

3.1.2 Flowchart Sistem

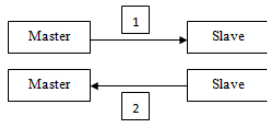




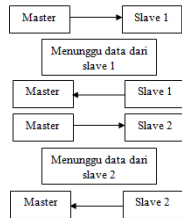
Gambar 3.3 Flowchart Proses Kerja Sistem Secara Umum

3.1.3 Sistem Komunikasi Alat

Sistem komunikasi yang digunakan pada alat ini adalah sistem komunikasi half-duplex. Sehingga master dan slave akan saling bergantian dalam berkomunikasi, yaitu ketika master sedang mengirimkan data maka slave akan berfungsi hanya sebagai penerima data dari master.



Gambar 3.6 Bagan Skema Komunikasi Master dan Slave

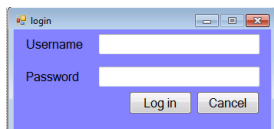


Gambar 3.7 Bagan Proses Komunikasi Master dan Tiap Slave

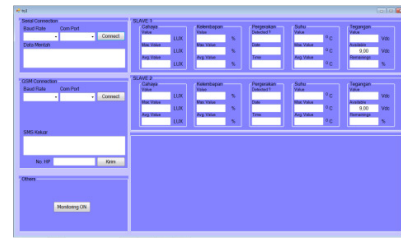
Kemudian dalam sistem alat ini, keseluruhan sistem dikendalikan oleh satu node yaitu node master. Master akan mengatur jalannya komunikasi antar slave dan master. Sehingga master akan meminta data ke salah satu node dimana kondisi default yaitu meminta data ke slave 1, kemudian master akan menunggu dalam kurun waktu yang telah ditentukan selama setengah detik. Ketika tidak adanya pengiriman data atau respon dari slave 1 maka master tidak akan melakukan permintaan pengiriman data kembali oleh slave.

3.2 Perancangan Software Sistem Node Master

Aplikasi atau software sistem terdiri dari aplikasi monitoring menggunakan pemrograman visual basic .net pada node master. Aplikasi visual basic .net terdiri dari 3 buah form. Form tersebut adalah, form loading, form login dan form home. Form loading berisi tampilan gambar yang muncul bergantian, form login berisi inputan berupa username dan password.

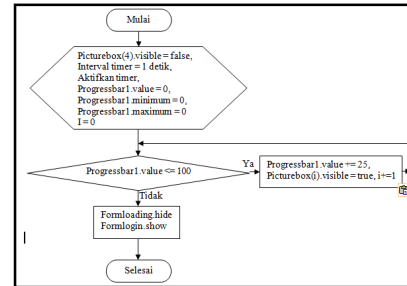


Gambar 3.9 Tampilan Form Login



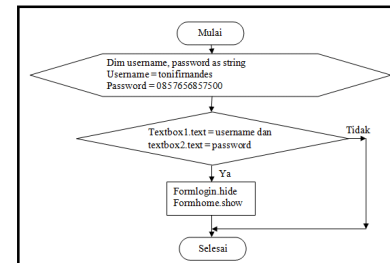
Gambar 3.10 Tampilan Form Home

3.2.1 Flowchart Form Loading



Gambar 3.11 Diagram Alir Algoritma Form Loading

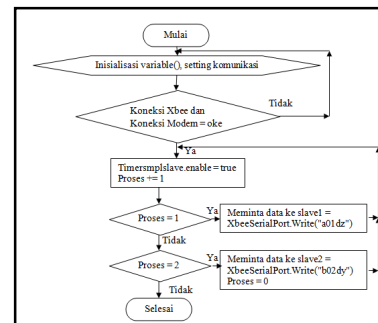
3.2.2 Flowchart Form Login



Gambar 3.12 Diagram Alir Form Login

3.2.3 Flowchart Form Home

Pada menu atau form home terdapat dua program utama yaitu, program komunikasi node master ke setiap node slave serta pengolahan dan penampilan data dari setiap node slave. Flowchartnya adalah berikut,

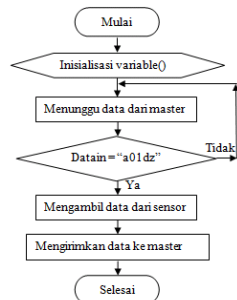


Gambar 3.13 Diagram Alir Form Home Komunikasi

3.3. Perancangan Software pada Slave Node

Pada node slave aplikasi atau software yang digunakan

adalah Arduino. Program arduino terdiri dari program untuk merespon ketika node master mengirimkan data berupa permintaan untuk mengirimkan data kondisi ruangan. Kemudian berisi program untuk membaca data sensor dan program untuk mengirimkan data dari setiap sensor ke node master. Pada program arduino sendiri menggunakan library tambahan, berupa software serial dan library sensor DHT11.



Gambar 3.15 Diagram Alir Program Arduino Node Slave 1

4. Pengujian dan Analisa Data

4.1 Pengujian Alat

Setelah alat dipastikan dapat berfungsi secara baik, pengujian atas alat pun dapat dilakukan. Seperti yang telah dijelaskan pada pembukaan diatas, pengujian alat dibagi menjadi dua bagian utama yaitu pengujian node slave 1 dan node slave 2.

4.1.1 Pengujian Xbee

Pengujian Xbee terdiri dari dua bagian utama yaitu pengujian kemampuan untuk mengirimkan data dan pengujian kelengkapan data yang dikirimkan. Pengujian akan dilakukan di dalam ruangan dan di luar ruangan.

4.1.2 Hasil Pengujian Xbee

Hasil pengujian kemampuan pengiriman dan kelengkapan data yang dikirim Xbee pada node slave 1 dan node slave 2 adalah,

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kemampuan Pengiriman XbeeNode Slave 1 di dalam ruangan

No	Jarak (Meter)	Terkirim
1	1	Ya
2	3	Ya
3	5	Ya
4	7	Ya
5	10	Ya
6	15	Ya
7	20	Ya
8	25	Ya
9	30	Ya
10	31	Tidak

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kemampuan Pengiriman Xbee Node Slave 2 di dalam ruangan

No	Jarak (Meter)	Terkirim
1	1	Ya
2	3	Ya
3	5	Ya

4	7	Ya
5	10	Ya
6	15	Ya
7	20	Ya
8	25	Ya
9	30	Ya
10	31	Tidak

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kemampuan Pengiriman XbeeNode Slave 2 di luar ruangan

No	Jarak (Meter)	Terkirim
1	10	Ya
2	15	Ya
3	20	Ya
4	25	Ya
5	30	Ya
6	35	Ya
7	40	Ya
8	45	Ya
9	50	Ya
10	55	Ya
11	60	Ya
12	65	Ya
13	70	Ya
14	75	Ya
15	80	Ya
16	83	Ya
17	85	Ya
18	87	Ya
19	90	Ya
20	91	Tidak
21	92	Tidak
22	93	Tidak
23	94	Tidak
24	95	Tidak
25	96	Tidak

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kelengkapan Pengiriman Data Xbee Node Slave 1 di dalam ruangan

No	Jarak (Meter)	Jumlah Data yang Diterima
1	1	60
2	3	60
3	5	60
4	7	60
5	10	60
6	15	60
7	20	59
8	25	59
9	30	59
10	31	0

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kelengkapan Pengiriman Data Xbee Node Slave 2 di dalam ruangan

No	Jarak (Meter)	Jumlah Data yang Diterima
1	1	60
2	3	60
3	5	60
4	7	60
5	10	60
6	15	58,9
7	20	58,8
8	25	59
9	30	59
10	31	0

4.1.3 Pengujian Sensor Cahaya (LDR)

Pengujian sensor cahaya (LDR) pada alat dilakukan dengan membandingkan nilai intensitas cahaya yang terukur oleh Lux Meter dan alat. Intensitas cahaya diatur atau dirubah

4.1.4 Hasil Pengujian Sensor Cahaya (LDR)

Hasil pengujian pengukuran intensitas cahaya oleh alat pada node slave 1 dan node slave 2 adalah,

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Sensor Cahaya Node Slave 1

No	Luxmeter (Lux)	Alat (Lux)
1	10	11,14
2	35	35
3	60	60,15
4	85	85,41
5	110	109,68
6	130	130,22
7	150	150,2
8	175	176,42
9	200	200,14
10	225	225,85
11	250	250,73
12	275	275,9
13	300	299
14	330	332,05
15	360	361,6
16	390	390,36
17	400	399,82
18	420	419,69
19	435	436,8
20	450	452

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Sensor Cahaya Node Slave2

No	Luxmeter (Lux)	Alat (Lux)
1	10	11,16
2	35	35,32
3	60	60,2
4	85	85,36
5	110	109,92
6	130	130,21
7	150	150,19
8	175	176,05
9	200	200,18
10	225	225,81
11	250	250,73
12	275	275,94
13	300	299,62
14	330	330,94
15	360	361,49
16	390	390,75
17	400	400,22
18	420	419,66
19	435	436,25
20	450	450,46

4.1.5 Pengujian Sensor DHT11 (Suhu)

Pengujian sensor DHT11 pada alat yaitu melakukan pengujian terhadap pengukuran suhu ruangan.

4.1.6 Hasil Pengujian Sensor DHT11

Hasil pengujian pengukuran suhu ruangan menggunakan sensor DHT11 di node slave 1 dan node slave 2 adalah,

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Pengukuran Suhu Sensor DHT11 Node Slave 1

No	Thermometer (Derajat Celcius)	Alat (Derajat Celcius)
1	10	9,98
2	15	15,05
3	20	20,04
4	25	24,98
5	30	30,12
6	35	34,82
7	40	40,17
8	45	45,04

9	50	50,13
10	51	0

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Pengukuran Suhu Sensor DHT11 Node Slave 2

No	Thermometer (Derajat Celcius)	Alat (Derajat Celcius)
1	10	9,99
2	15	15,09
3	20	20,05
4	25	25
5	30	30,13
6	35	34,82
7	40	40,18
8	45	45,16
9	50	50,15
10	51	0

4.1.7 Pengujian Sensor PIR

Pengujian sensor PIR dilakukan dengan mendeteksi pergerakan orang yang melalui sensor dengan jarak dan sudut 110 derajat.

4.1.10 Hasil Pengujian Sensor PIR

Hasil dari pengujian sensor PIR pada node slave 1 dan node slave 2 untuk mendeteksi adanya pergerakan orang adalah,

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Pendeteksian Pergerakan Orang Sensor PIR Node Slave 1

No	Jarak (Meter)	Terdeteksi
1	0,5	Ya
2	1	Ya
3	1,5	Ya
4	2	Ya
5	2,5	Ya
6	3	Ya
7	3,5	Ya
8	4	Ya
9	4,5	Ya
10	5	Ya
11	5,5	Ya
12	6	Ya
13	6,5	Ya
14	7	Ya
15	7,1	Tidak

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Pendeteksian Pergerakan Orang Sensor PIR Node Slave 2

No	Jarak (Meter)	Terdeteksi
1	0,5	Ya
2	1	Ya
3	1,5	Ya
4	2	Ya
5	2,5	Ya
6	3	Ya
7	3,5	Ya
8	4	Ya
9	4,5	Ya
10	5	Ya
11	5,5	Ya
12	6	Ya
13	6,5	Ya
14	7	Ya
15	7,1	Tidak

4.2 Analisa Data

4.2.1 Analisa Data Hasil Pengujian Xbee

Berdasarkan data hasil pengujian kemampuan pengiriman data Xbee pada slave node 1 dan slave node 2,

Xbee mampu mengirimkan data pada setiap jarak yang diuji di dalam ruangan dan di luar ruangan dengan presentasi keberhasilan pengiriman adalah 100% pada jarak 0–30 meter untuk di dalam ruangan dan 0–90 meter di luar ruangan.

4.2.2 Analisa Data Hasil Pengujian Sensor PIR

Hasil pengujian dan data dari pendeteksi pergerakan orang yang berada pada area deteksi dengan jarak-jarak tertentu atau berbeda yang telah diuji pada sensor PIR memberikan nilai kemampuan pendeteksian sensor PIR yang baik. Pengujian sensor PIR untuk mendeteksi adanya pergerakan orang pada jarak 0,5–7 meter memberikan hasil yang sempurna yaitu 100%, dimana semua pergerakan orang dapat dideteksi. Namun untuk jarak lebih dari 7 meter pergerakan orang sudah tidak dapat terdeteksi sama sekali.

4.2.6 Analisa Data Hasil Pengujian Wavecom Modem GSM

Berdasarkan hasil pengujian pengiriman sms peringatan ke user sesaat setelah terdeteksi pergerakan orang. Hasilnya cukup baik yaitu, SMS dapat terikirim semuanya dan dalam kurun waktu terhitung saat terdeteksi gerakan pada tiap slave node sampai diterima di handphone user berkisar antara 5–10 detik.

Ketepatan terkirimnya SMS Alert tentunya tidak lepas dari jaringan GSM kartu modem dan juga kartu user yang digunakan dalam keadaan baik atau tidak gangguan.

5. Kesimpulan

1. Semua sensor alat bekerja dengan baik dengan rata-rata persentase error yang tidak melebihi 2% yaitu untuk pengukuran suhu oleh sensor DHT11 persentase error maksimum 0,33%, pengukuran intensitas cahaya maksimum 0,85% dan pengukuran tegangan maksimum 1,38%.
2. Alat dapat dioperasikan dengan baik di dalam ruangan (maksimum 30 meter) maupun di luar ruangan (maksimum 90 meter) dengan persentase pengiriman 100% serta dengan paket data yang dikirimkan atau diterima cukup sempurna dengan persentase error untuk pengiriman data di dalam ruangan maksimum 0,5% dan di luar ruangan maksimum 1,37%.
3. Informasi peringatan dapat berjalan dengan baik yaitu pengiriman sms alert ketika terdeteksi pergerakan orang terkirim 100% dimana dengan rata – rata waktu pengiriman yang cukup kecil yaitu maksimum 10 detik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Panama, Nikolas. Pertumbuhan Ekonomi Kepri di atas Nasional. (Online), (<http://kepri.antaranews.com>), diakses 1 Oktober 2012.
- [2] Naim, YJ. Pertumbuhan Penduduk Batam Tertinggi Ketiga di Indonesia. (Online), (<http://kepri.antaranews.com>), diakses 1 Oktober 2012.
- [3] Sohraby, Kazem., Minoli, Daniel., Znati, Taieb., *Wireless Sensor Network: Technologies, Protocols and Application*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.

- [4] Arief Puspita, Stephanie. Analisis Algoritma Pegasis Pada Jaringan Sensor Nirkabel. (Online), (<http://digilib.ittelkom.ac.id>), diakses 2 Oktober 2012.
- [5] Zhao, Zhiwei, Zhang, Xinming, Sun, Peng, Liu, and Pengxi, “A Transmission Power Control MAC Protocol for Wireless Sensor Networks”, Sixth International Conference on Networking, ICN '07, pp.5-5, 22-28 April, 2007.
- [6] T. He, P. Vicaire, T. Yan, L. Luo, L. Gu, G. Zhou, R. Stoleru, Q. Cao, J. Stankovic, and T. Abdelzaher, *Real-Time Analysis of Tracking Performance in Wireless Sensor Networks*, IEEE Real-Time Applications Symposium, May 2006.
- [7] Gunnar Heine and Holger Sagkob. *GPRS Gateway to Third Generation Mobile Networks*. Artech House, Inc, 2003.
- [8] Luca Mottola, Gian Pietro Pica, *Programming Wireless Sensor Network: Fundamental concepts and the State of The Art*, University of Trento, Italy, 2006.
- [9] Jon S. Wilson, *Sensor Technology Handbook*, Newnews, 2005.
- [10] LM35 Product Overview. (Online), (<http://digi.com>), diakses 2 Oktober 2012.
- [11] SHT11 Product Overview. (Online), (<http://digi.com>), diakses 2 Oktober 2012.
- [12] PIR Sensor Product Overview. (Online), (<http://digi.com>), diakses 2 Oktober 2012
- [13] ADXL 213AE Product Overview. (Online), (<http://digi.com>), diakses 3 Oktober 2012
- [14] Light Dependent Resistor. (Online), (<http://www.technologystudent.com>), diakses 3 Oktober 2012
- [15] Volatage Follower. (Online), (<http://markallen.com>), diakses 2 Oktober 2012

BIOGRAFI



Toni Firmandes, lahir pada tanggal 30 Januari 1993 di Selindung, Pangkal Pinang. Penulis adalah putra dari Bapak Andilala dan Ibu Misyati dan merupakan anak ke tiga dari empat bersaudara. Pendidikan sekolah dasar dimulai sejak tahun 1998 dan ditamatkan pada tahun 2004.

Selanjutnya pendidikan menengah pertama dijalani di SMP Negeri 4 Batam dan tamat pada tahun 2007. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikannya di SMA Negeri 1 Batam dan masuk jurusan IPA ketika memasuki kelas dua. Pada tahun 2010 menyelesaikan sekolah menengah atasnya.



Kamarudin, ST. Sekolah dasar SDN 23 Kp. Mansur tamat tahun 1995. MTs Nurul Iman Kijang tamat tahun 1998. SMK Negeri 3 Tanjung Pinang Jurusan Elektronika Komunikasi tamat tahun

2001. Politeknik Negeri Batam
Program Studi Elektronika Industri tamat tahun 2004. Institut
Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) Fakultas
Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Bidang Studi
Telekomunikasi Multmediatamat tahun 2007.



Sumantri K. Risandriya merupakan dosen politeknik negeri batam. berasal dari surabaya. Menamatkan kuliah S1 dan S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopemeber Surabaya (ITS). Setelah menamatkan kuliah S2, kembali mengajar di Politeknik Negeri Batam. Dan saat mengajar kembali, diangkat menjadi Ketua atau Kepala Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam.