

PERANCANGAN MONITORING TEMPERATUR DAN DENYUT JANTUNG DI INKUBATOR BAYI BERBASIS APLIKASI MOBILE DI RUMAH SAKIT IBU DAN ANAK BUDHI MULIA PEKANBARU

Fadhli Palaha¹ dan Zaini²

¹ Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Riau

² Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

E-mail : fadhlyyy@yahoo.com

Abstrak

Inkubator bayi merupakan suatu wadah tertutup yang kehangatannya dapat diatur dengan cara memanaskan udara dengan temperatur tertentu. Untuk mempermudah memonitor keadaan *temperature* inkubator, diperlukan sebuah sistem yang dapat memonitor inkubator tersebut dari jarak jauh. Tulisan ini merancang sistem monitoring temperatur inkubator berbasis aplikasi *mobile* menggunakan beberapa sensor dan dilengkapi dengan aplikasi *web* dan *database*. Sistem alat ini mempunyai fungsi sebagai Tx (pengirim) dan sebagai Rx (penerima) yang masing-masing Tx dan Rx ini mempunyai bagian komponen sendiri. Untuk Tx mempunyai bagian komponen yaitu *Pulse Sensor* sebagai mengukur detak jantung bayi, DHT11 sebagai mengukur temperatur di inkubator, modul X-Bee series 2 sebagai pengirim data melalui jaringan nirkabel dan arduino uno sebagai pengolahan data analog atau data digital sedangkan alat untuk Rx yaitu modul X-Bee series 2 dan arduino uno. Dari pengujian didapatkan hasil yang sangat memuaskan karena alat yang dirancang bekerja dengan baik dan mempunyai kesalahan dari masing-masing pembacaan sensor yaitu, untuk *pulse sensor* mempunyai kesalahan sebesar $\pm 7,3$ BPM sedangkan untuk DHT 11 temperatur $\pm 0,4$ °C. Sedangkan pembacaan data Xbee bisa dilihat melalui perangkat lunak yaitu ZiggBee Operator dan untuk hasil aplikasi tampilan *web* yang sudah diinput melalui database berupa grafik secara *realtime*.

Kata Kunci: Monitoring, inkubator, *Pulse Sensor*, Sensor DHT11, XBee2, Arduino Uno

Abstract

Infant incubator is a closed container that its warmth can be regulated by heating the air with certain temperature. It is also a medical device that keeps the stability of a room temperature. In order to monitor the incubator temperature, there is a system that can monitor the incubator temperature by long distance monitoring. This research designed the monitoring system of incubator temperature based on mobile applications using multiple sensors and equipped with web applications and databases. The system has a function as a research tool Tx (sender) and the Rx (receiver) in which each Tx and Rx has its own component parts. Tx has a component called Pulse Sensor functioned to measure the heart rate of baby, DHT11 to measure the temperature in the incubator, while Rx has the X-Bee module series 2 as the data sender over wireless networks, and arduino uno for processing the analog or digital data. The results of this study are satisfactory enough because the tools designed work well with the error of each of the sensor readings. The pulse sensor has an error of ± 7.3 BPM while DHT11 has ± 0.4 °C. Whereas the data reading of X-Bee can be monitored by using ZiggBee Operator software and to display the results of the web application that has been inputted through the database in the form of graphs in realtime.

Keywords : Monitoring, infant incubator, *Pulse Sensor*, DHT11, XBee2, Arduino Uno

1. Pendahuluan

Jaringan sensor memiliki potensi yang sangat banyak untuk mempengaruhi aspek peralatan dalam perawatan medis. Dengan perlengkapan pasien *wireless* sensor tanpa jaringan nirkabel yang dapat mengumpulkan data secara real-time, status fisiologis yang rinci sangat dapat disederhanakan. Inkubator salah satu peralatan medis yang akan digunakan dalam tulisan ini.

Untuk memonitor keadaan inkubator, diperlukan sebuah sistem yang dapat memonitor inkubator jarak jauh. Perancangan Monitoring Temperatur Inkubator Bayi Berbasis Aplikasi Mobile Di Rumah Sakit Ibu Dan Anak Budhi Mulya Pekanbaru ini dapat memantau temperatur inkubator secara *realtime* dari jarak jauh sehingga dapat menguntungkan dalam pelayanan rumah sakit seperti, tidak perlu repot - repot untuk pergi ke ruangan tempat inkubator bayi untuk memantau temperatur setiap inkubator .

Dalam tulisan ini akan dibandingkan dua teknologi yang muncul untuk *wireless* jaringan sensor Standar IEEE 802.15.1 dan 802.15.4. dan meninjau fitur utama dari Protokol MAC didefinisikan oleh standar-standar tersebut, menggambarkan sistem operasi, dan membandingkannya dari segi karakteristik kinerja suchas (akses dan *end-to-end* paket penundaan), pemanfaatan bandwidth, dan skalabilitas untuk penyebaran jaringan yang besar.

2. Metode Penelitian

Inkubator Bayi



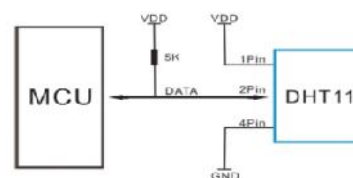
Gambar 1. Inkubator Jenis GEA YP-90A

Inkubator bayi merupakan suatu wadah tertutup yang kehangatannya dapat diatur dengan cara memanaskan udara dengan suhu tertentu dan juga

salah satu alat kesehatan yang berfungsi untuk menjaga suhu sebuah ruangan supaya suhu tetap konstan/stabil.

Sensor Suhu

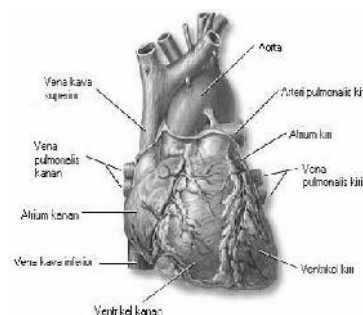
Sensor adalah sebuah alat yang mampu merubah besaran fisik seperti gaya, kecepatan perputaran dan penerangan menjadi besaran listrik yang sebanding, disebut juga alat elektronik yang bisa mengubah fenomena alam sekitar menjadi sinyal elektronik. Sensor dapat digunakan sebagai sumber *input* bagi keseluruhan sistem. Jadi sensor suhu yang akan digunakan untuk perancangan alat ini yaitu DHT 11.



Gambar 2. Rangkaian Sensor DHT11

Jantung

Jantung adalah salah satu organ tubuh yang paling vital fungsinya dibandingkan dengan organ tubuh vital lainnya. Fungsi utama jantung adalah sebagai *single* pompa yang memompakan darah ke seluruh tubuh untuk kepentingan metabolisme sel-sel demi kelangsungan hidup.



Gambar 3. Jantung

Denyut jantung yang normal yakni 60-100 kali setiap menit, sedang denyut jantung lambat kurang dari 60 kali per menit dan yang cepat lebih dari 100 kali per menit. Nadi adalah denyut nadi yang teraba pada dinding pembuluh darah arteri yang berdasarkan systol dan gystole dari jantung. Jumlah denyut nadi yang normal berdasarkan usia seseorang adalah :

Bayi baru lahir :140 kali per menit
 Umur di bawah 1 bulan : 110 kali per menit
 Umur 1 - 6 bulan:130 kali per menit
 Umur 6 - 12 bulan:115 kali per menit
 Umur 1 - 2 tahun:110 kali per menit
 Umur 2 - 6 tahun:105 kali per menit
 Umur 6 - 10 tahun : 95 kali per menit
 Umur 10 - 14 tahun : 85 kali per menit
 Umur 14 - 18 tahun : 82 kali per menit
 Umur di atas 18 tahun:60-100 kali per menit
 Usia Lanjut : 60 -70 kali per menit

Sensor Pulsa (Pulse Sensor)

Pulsa sensor bekerja dengan cara memanfaatkan cahaya. Saat sensor ini diletakkan dipermukaan kulit, sebagian besar cahaya yang diserap atau dipantulkan oleh organ dan jaringan (kulit, tulang, otot, darah), namun beberapa cahaya akan melewati jaringan tubuh jika mereka cukup tipis.

Kit Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang.



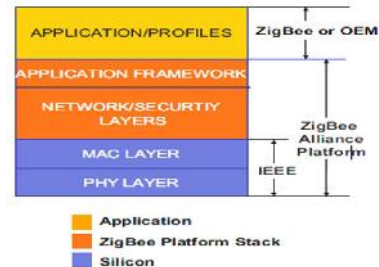
Gambar 4. Board Mikrokontroler Arduino Uno AVR ATmega 328

Sebuah rangkaian elektronik berukuran kecil sebesar kartu nama, yang dapat di program untuk membaca sensor mengendalikan *akuator*, dan juga berkomunikasi dengan komputer.

Zigbee

ZigBee adalah protokol jaringan nirkabel yang ditargetkan untuk otomasi dan aplikasi *remote control* dengan teknologi data *rate* rendah, konsumsi daya rendah, dan harga murah. IEEE dan Aliansi *ZigBee* telah bekerja sama untuk

menentukan *protocol stack* keseluruhan. IEEE 802.15.4 berfokus pada spesifikasi dari dua lapisan bawah *protocol* (lapisan fisik dan lapisan MAC).



Gambar 5. ZigBee Protocol Stack

XBee

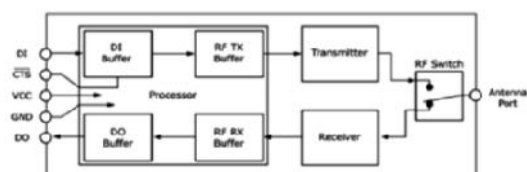
XBee merupakan modul yang memungkinkan Arduino untuk berkomunikasi secara *wireless* menggunakan *protocol ZigBee*. *ZigBee* beroperasi pada spesifikasi IEEE 802.15.4 radio fisik dan beroperasi pada *band* berlisensi termasuk 2.4 GHz, 900 MHz dan 868 MHz. Modul ini memungkinkan komunikasi *wireless* dalam jangkauan hingga 30 meter (dalam ruangan) atau 100 meter (luar ruangan).



Gambar 6. Modul XBee.

Pada dasarnya, *XBee* merupakan komunikasi serial. Akan tetapi, apabila mode API digunakan, dibutuhkan pemaketan data RF.

Gambar 7. Diagram Data Flow Internal.



XCTU

X-CTU merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengonfigurasi dan menguji radio modem *MaxStream*. Pemberian alamat pada XBee dilakukan melalui X-CTU. X-CTU juga dapat mengkonfigurasi XBee menjadi *coordinator* ataupun menjadi *end device*. Antarmuka X-CTU.

Aplikasi Mobile

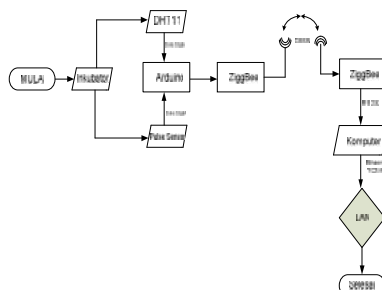
Mobile dapat diartikan sebagai perpindahan yang mudah dari satu tempat ke tempat yang lain, misalnya telepon *mobile* berarti bahwa terminal telepon yang dapat berpindah dengan mudah dari satu tempat ke tempat lain tanpa terjadi pemutusan atau terputusnya komunikasi.

Pemrograman Mobile

Pemrograman *mobile* sebagai bentuk tampilan hasil output akan ditampilkan secara realtime melalui mysql sebagai tempat penyimpanan *datasenya* yang nantinya berbentuk *web*, kemudian modul-modul layanan *mobile* yang sudah didapatkan sebelumnya.

2.1 Perancangan Sistem Alat

Perancangan sistem alat ini dibuat untuk memberikan suatu gambaran atau informasi tentang monitoring temperatur inkubator bayi berbasis aplikasi mobile di rumah sakit ibu dan anak pekanbaru yang si usernya bisa melihat dari *web-sitenya*.



Gambar 8. Flow Chart Perancangan Alat Monitoring

2.2 Rancangan Perangkat lunak

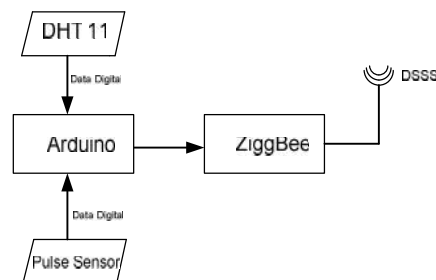
Berikut adalah beberapa kebutuhan spesifikasi perangkat lunak yang menunjang dalam pembuatan aplikasi monitoring menggunakan *wireless* sensor, di antaranya yaitu *Arduino library*, X-CTU, ZiggBee Operator, Microsoft Visual studio, Adobe Dreamweaver, Xampp server, MySQL Server, Phpmyadmin.

2.3 Rancangan Konfigurasi Sistem

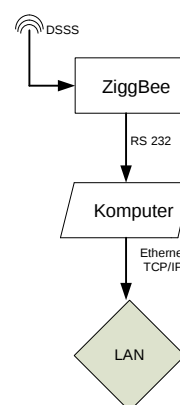
Langkah awal dalam pembuatan sistem ini ialah konfigurasi dari beberapa *hardware*.

Rancangan Konfigurasi Rangkaian

Hardware yang akan dipakai ada dua jenis yaitu sebagai *transmitter* dan *receiver*. Masing-masing *hardware* di instalasi dengan bentuk yang berbeda. Gambar 3.2 dibawah ini merupakan rangkaian dari instalasi *hardware* sebagai *transmitter*.



Gambar 9. Rancangan Instalasi pada Transmitter Wireless Sensor

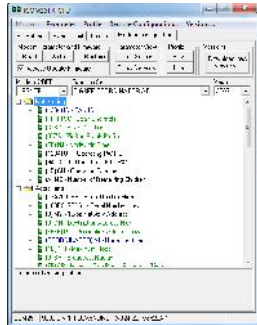


Gambar 10. Rancangan Instalasi pada Receiver Wireless Sensor

Rancangan Konfigurasi XBee

Program X-CTU merupakan *software* untuk pengkonfigurasi semua perangkat XBee supaya

berfungsi sebagaimana mestinya. Pada tahap ini perangkat XBee akan dikonfigurasi menggunakan mode AT. Untuk komunikasi yang baik maka, masing-masing XBee di konfigurasi menjadi *Coordinator* dan *Router/End device*.



Gambar 11. Rancangan Hasil Konfigurasi XBee Coordinator AT

Untuk selanjutnya masing-masing XBee yang telah dikonfigurasi dihubungkan ke masing-masing arduino. “*Zigbee Coordinator AT*” sebagai penerima atau *receiver* dan “*Zigbee Router AT*” sebagai pengirim atau *transmitter*.

4. Hasil Dan Pembahasan

Untuk memudahkan penelitian monitoring dan pembacaan sensor ini, maka ditampilkan dalam bentuk sebuah *website* sederhana yang terhubung dengan *mysql*. Sistem yang dirancang kemudian di

uji-cobakan pada ruangan Rumah Sakit Ibu dan Anak Budhi Mulia Pekanbaru. Analisis Penelitian ini adalah penguraian dari suatu sistem yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan.

3.1 Pengujian dan Kalibrasi Sensor

Tahap awal dalam melakukan pengujian sistem ini adalah dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur suhu dan denyut jantung. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur temperatur yaitu termometer digital dan alat ukur denyut jantung adalah ECG (Elektrocardiography).



Gambar 12. Proses Pengujian

Dari hasil pengujian dari pengukuran didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Temperatur dan Denyut Jantung

Inkubator	Temperatur Alat Ukur (°C)	Temperatur DHT11 (°C)	Kesalahan (°C)	ECG (BPM)	Pulse Sensor (BPM)
Inkubator 1	26	26	0	154	154
Inkubator 2	28	28	0	143	144
Inkubator 3	30	30	0	144	146
Inkubator 4	30	29	1	135	138
Inkubator 5	30	29	1	135	148
Rata-rata kesalahan Alat Ukur Temperatur DHT11			0,4	-	-
Rata-rata kesalahan Alat Ukur BPM					7,3

3.2 Pengaruh Jarak Terhadap Pengiriman Data

Pada pengujian ini dilakukan beberapa kondisi yaitu dengan penghalang (*line of sight*) dan tanpa penghalang (*in line sight*). Pengujian ini diamati menggunakan software X-CTU untuk membaca hasil konfigurasi Xbee yang didapat.

Gambar 13. Hasil Pembacaan data di XCTU

Untuk pengujian pertama dilakukan dengan meletakkan Xbee pengirim didalam ruangan bayi dan penerima dengan jarak yang berbeda. Berikut ini hasil yang didapatkan dari pengujian berbagai macam penghalang dengan variasi jarak.

Tabel 2. Pengiriman Data Kerja Xbee dengan Berbagai Penghalang

Jarak (m)	Kondisi dengan Berbagai Penghalang		Keterangan
	Temperatur	Denyut Jantung	
5	28	138	Terkirim
10	29	134	Terkirim
15	32	133	Terkirim
25	32	130	Terkirim
25,8	-	-	Tidak Terkirim

Untuk pengujian kedua, dilakukan hal sama dengan pengujian pertama hanya saja pada pengujian kedua ini penerima dan pengirim diletakkan pada luar rumah sakit yang tidak memiliki penghalang atau *line in sight*.

Tabel 3. Pengiriman Unjuk Kerja Xbee *In Line Sight*

Jarak (m)	Kondisi Tanpa Penghalang (<i>In Line sight</i>)		Keterangan
	Temperatur (°C)	Denyut Jantung	
10	26	136	Terkirim
20	28	146	Terkirim
30	29	140	Terkirim
70	32	138	Terkirim
80	32	136	Terkirim
90	32	136	Terkirim
100	32	129	Terkirim
120	32	132	Terkirim
130	32	128	Terkirim
140	32	128	Terkirim
190	32	122	Terkirim
200	32	124	Terkirim
210	32	126	Terkirim
220	32	127	Terkirim
222	-	-	Tidak Terkirim

3.3. Pengaruh Waktu Penerimaan

Untuk mengukur kualitas waktu dari penerimaan data maka dilakukan dengan beberapa percobaan. Untuk percobaan pertama dengan menggunakan variasi *delay* yang diberikan pada arduino dengan jarak yang sama yaitu 15 meter.

Tabel 4. Tabel Pengiriman XBee Berdasarkan *Delay* yang diberikan

<i>Delay</i> (Sekon)	Waktu Penerimaan (Sekon)
2	1.98
4	4.01
6	5.00
8	8.02
10	9.95
15	11.68

Untuk pengujian kedua, dilakukan dengan menggunakan variasi jarak terhadap pengirim dan penerima.

Tabel 5. Waktu Pengiriman Berdasarkan Variasi Jarak

Jarak (m)	Waktu Penerimaan
5	1.98
10	2.18
15	3.13
20	3.93
25	4.65

3.4 Pengujian Fungsional dengan Menggunakan Web Interface

Pengujian sistem ini dilakukan dengan cara menguji fungsional sistem monitoring temperatur dan denyut jantung berbasis *mobile*.

Tabel 6. Hasil Pengujian Web Interface Sistem

No	Test Factor	Hasil	Keterangan
1	Program pembacaan port serial dengan interface	√	Berhasil membaca hasil data pengukuran dari port serial
2	Koneksi ke database	√	Program pembacaan port berhasil menyimpan data pengukuran ke database
3	Menampilkan hasil pembacaan sensor ke web interface secara real time	√	Aplikasi web Interface berhasil menampilkan hasil pembacaan dari sensor yang disimpan dan ditampilkan database melalui grafik
4	Menampilkan hasil pembacaan sensor sebelumnya	√	Aplikasi web interface berhasil menampilkan pembacaan sensor sebelum waktu yang sebenarnya

3.5. Analisa Pengujian dan Kalibrasi Sensor

Pengujian ini, dilakukan untuk pengkalibrasian alat ukur dengan sistem monitoring temperatur dan denyut jantung yang telah dibuat. Alat ukur untuk temperatur menggunakan termometer digital dan untuk denyut jantung menggunakan ECG. Percobaan ini dilakukan di beberapa inkubator berbeda.

Dari data diperoleh temperatur yang terukur DHT11 mendekati temperatur yang terukur dengan thermometer. Rata-rata kesalahan pada pengukuran dari temperatur adalah ± 1 °C. Hal ini sesuai dengan dengan spesifikasi sensor DHT11 yaitu *error* pembacaan untuk temperatur yaitu ± 2 °C. Selanjutnya, perbandingan alat ukur ECG dengan pengukuran denyut jantung pada Pulse Sensor. Pada percobaan didapatkan rata-rata kesalahan untuk pulse sensor sebesar $\pm 7,3$ BPM. Hal ini tidak berpengaruh terlalu besar pada pengukuran. Kesalahan pembacaan atau *error* dapat diminimalisir dengan tidak memindahkan letak dari pengirim atau *transmitter*.

3.6 Analisa Pengaruh Jarak terhadap Penerimaan Data

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengiriman data dari *transmitter* ke *receiver* dengan menguji daya pancar modul XBee, dengan memberikan variasi jarak antara keduanya. Pengujian pengiriman data ber kondisi garis lurus dan pengirim dalam keadaan statis. Untuk percobaan pertama, dilakukan didalam ruangan *rumah sakit* yang mempunyai banyak penghalang. Dari hasil didapatkan jarak 5 m sampai 25,8 m data masih bisa terkirim. Hal ini disebabkan oleh banyaknya penghalang yang ada diantara ruangan rumah sakit tersebut, sehingga data yang dikirimkan terpantul atau dibelokkan dan data tidak dapat diterima dengan baik oleh *receiver*. Inilah salah satu penyebab terganggunya sistem komunikasi pada sistem *wireless*.

Pengujian selanjutnya, dilakukan diluar ruangan dengan keadaan tanpa penghalang. Dari hasil yang didapatkan jarak 10 m sampai dengan 221 m data masih terkirim. Hal ini disebabkan karena tidak adanya pantulan dan redaman yang disebabkan oleh penghalang, sehingga dengan jarak 221 data masih bisa diterima dengan baik oleh *receiver*.

Tabel 7. Kesimpulan Penilaian dan Respon.

No	Keterangan	Kesimpulan Penilaian Dan Respon			
		Penilaian Pasien	Keterangan Pasien	Penilaian Perawat	Keterangan Perawat
1	Aplikasi Web (Internet) Hasil tampilan pembacaan suhu	OK	Buat tampilan berbentuk digital dan juga tampilan bentuk dari anak seperti idetitasnya, wajah anak dll yang di incubator	OK	Buat tampilan menu lainnya seperti pengaturan indicator alarm, dan tampilan berbentuk Digital
2	Hasil tampilan pembacaan Denyut jantung	OK	SDA	OK	SDA
3	Bentuk tampilan aplikasi Web (Internet)	OK	Di perbanyak menu aplikasi	OK	Tampilannya simple dan sederhana

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian perancangan alat ukur temperatur dan denyut jantung menunjukkan bahwa temperatur yang terukur oleh DHT11 mempunyai kesalahan rata-rata pada suhu $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ sedangkan denyut jantung yang terukur terdapat kesalahan rata-rata $\pm 7,3$ BPM dari pengukuran alat ukur sebenarnya.
2. Jarak jangkauan pengiriman data modul Xbee seri 2 dalam kondisi penerima didalam ruangan mampu mencapai jarak 25,8 meter.
3. Pada kondisi *in line sight* dimana antara pengirim dan penerima tidak ada halangan dan jarak pengiriman data semakin bertambah, pada jangkauan 221 meter.
4. Pengaruh jarak terhadap waktu penerimaan data adalah berbanding lurus. Semakin jauh jarak antara *transmitter* dan *receiver*, maka semakin lama waktu penerimaan data.
5. Hasil pembacaan sensor dapat disimpan pada *database* dan dapat ditampilkan dengan grafik melalui *web interface* secara *real time*.

Daftar Acuan

- [1] Anon. 2012. "Suhu dan Temperatur". (elib.unikom.ac.id/download.php?id=92218 diakses pada 30 November 2013 pukul 23.53)
- [2] DHT11 Humidity & Temperature Sensor

<http://www.micro4you.com/files/sensor/DHT11.pdf> diakses pada 20 November 2013 pukul 22.42

- [3] Fadilla Zennifa, Fitrilina, Husnil Kamil. 2013 "Prototipe Alat Deteksi Dini Dan Mandiri Penyakit Jantung Menggunakan Sistem Pakar Vcirs, Arduino Dan Handphone Android" Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Andalas Teknik Elektro 2013
- [4] Faishol Fathu Riza. Iwan Setiawan, Sumardi "Perancangan Sistem Pengendali Suhu Dan Memonitoring Kelembaban Berbasis Atmega8535 Pada Plant Inkubator". <http://eprints.undip.ac.id/25518/1/ML2F305208.pdf> diakses pada tanggal 10 oktober 2013 pukul 15:05
- [5] Hendrit Garaudy, Sumardi, Darjat, "Perancangan Sistem Monitoring Kelembaban Dan Temperatur Menggunakan Komunikasi Zigbee 2,4 GHz". <http://eprints.undip.ac.id/25317/1/ML2F002584.pdf> diakses pada 19 November 2013 pukul 15.37
- [6] Joel. 2012. Anatomy of The DIY Heart Rate Monitor.
- [7] MIŠICM.RIDHO APRIYADI 2012. "Miniatur Pemantau Suhu Inkubator Bayi Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Dan Jaringan Nirkabel". <http://>

repository.gunadarma.ac.id/
bitstream/123456789/5383/1/JURNAL.pdf.
Diakses pada tanggal 11 oktober 2013 pukul
15:11

- [8] **Nalwan, Andi. 2012.** “*Teknik rancang bangun robot, tingkat dasar*”,.Yogyakarta : CV. Andi Offset, p. 34,38,39,45,59.
- [9] **Puput Dani Prasetyo Adi, Muhammad Niswar dan Amil A. Ilham. 2012.** “*Kinerja Jaringan Sensor Nirkabel Ieee 802.15.4 Untuk Monitoring Denyut Nadi Pasien*”. Pasca Unhas (<http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files/ca757a6b3db4161c93f076134fcaa1dc.pdf> diakses pada 30 November 2013 pada pukul 23.20)
- [10] **Roni Wijaya, F. Dalu Setiaji, Daniel Santoso 2013** “*Inkubator Bayi Berbasis Mikrokontroler Dilengkapi Sistem Telemetry Melalui Jaringan RS 485*”. Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika Vol.12 No.1 April 2013 Hal 75 – 90. <http://www.jurnaltechne.org/archives/2013121/201312107-ds.pdf> diakses pada tanggal 10 oktober 2013 pukul 14:43
- [11] **S.R. Vijayalakshmi*and S. Muruganand 2012**” *Real-time monitoring of ubiquitous wireless ECG sensor node for medical care using ZigBee*”. International Journal of Electronics. Vol. 99, No. 1, January 2012, 79–89
- [12] **VOJISLAV B. MIŠICand JELENA 2007** “*A Comparison of Two IEEE 802.15.x Protocols for Use in Sensor Networks*” international Journal of Distributed Sensor Networks, 3: 87–104, 2007. ISSN: 1550-1329 print/1550-1477 online. DOI: 10.1080/15501320601069515
- [13] **Winardi.2012.** “*Mengenal Teknologi Zigbee Sebagai Standar Pengiriman Data Secara Wireless*”. (<http://comp-eng.binus.ac.id/files/2012/06/Mengenal-Teknologi-ZigBee-Sebagai-Standar-Pengiriman-Data-Secara-Wireless-Winardi.pdf> diakses pada 12 November 2013 pukul 22.08)