

Makalah Seminar Tugas Akhir

PERANCANGAN SISTEM MONITORING KELEMBABAN DAN TEMPERATUR MENGUNAKAN KOMUNIKASI ZIGBEE 2,4 GHz

Hendrit Garaudy¹, Sumardi, ST. MT.², Darjat, ST. MT.²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

Abstract

The implementation of wireless communication system as a transfer media in computer network growing rapidly in recent years. This grows make information exchange and communication become easier and faster. In this final project, monitoring system of humidity and temperature constructed is going to be wireless delivered into computer by using data communication at range frequency 2,4 GHz.

The 2,4GHz frequency module concerned in this final project is ZigBee/XBee PRO, i.e RF module that using IEEE standard protocol 802.15.4. Sensor which used for measuring temperature and humidity is SHT11. While microcontroller AVR ATmega8535 is being used for the data processing.

The results of the design tool of temperature and humidity measurement showed that the temperature measured by SHT have errors ± 1 ° C while the humidity is measured differences $\pm 20\%$. And the ZigBee module can deliver data at maximum range up to 90 meter indoor, and up to 200 meter in line sight.

Key Word : monitoring, microcontroller, SHT11, Temperature, Humidity, zigbee/XBee PRO.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan system komunikasi nirkabel (wireless) sebagai media komunikasi pada sistem jaringan komputer semakin populer sekarang ini . Hal ini membuat proses pertukaran informasi dan komunikasi menjadi cepat dan mudah.. Pada Tugas Akhir ini dirancang sebuah sistem monitoring kelembaban dan temperatur yang akan dikirimkan ke komputer secara wireless menggunakan komunikasi data pada frekuensi 2,4GHz

Frekuensi 2,4GHz yang dipilih pada perancangan ini adalah ZigBee/XBee PRO yaitu RF modul yang menggunakan protocol standard IEEE 802.15.4. Sebagai sensor pengukur temperatur dan kelembaban digunakan SHT11. SHT11 memiliki beberapa keuntungan diantaranya hanya membutuhkan dua buah sinyal untuk bekerja, keluaran hasil pengukuran telah digital, ukurannya kecil dan stabil untuk waktu yang lama. Sedangkan sebagai pusat pengolah data, digunakan mikrokontroler AVR ATmega8535.

1.2 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah :

1. Pembuatan alat ukur suhu dan kelembaban

2. Mempelajari dan menerapkan aplikasi komunikasi wireless 2,4GHz dengan menggunakan modul zigbee/XBee PRO.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Plant yang dibuat adalah alat ukur kelembaban dan temperature.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AVR Atmega8535.
3. Sensor yang digunakan adalah SHT11.
4. Sebagai komunikasi wireless 2,4GHz digunakan modul ZigBee/XBee PRO
5. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang diadaptasikan pada software Code Vision AVR.
6. Program tampilan di komputer menggunakan bahasa pemrograman Delphi.

II. DASAR TEORI

Kelembaban

Kelembaban merupakan suatu tingkat keadaan lingkungan udara basah yang disebabkan oleh adanya uap air. Tingkat kejenuhan sangat dipengaruhi oleh temperatur. Grafik tingkat

¹Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP

²Dosen Teknik Elektro UNDIP

³Dosen Teknik Elektro UNDIP

kejenuhan tekanan uap air terhadap temperatur diperlihatkan pada Gambar 2.1.



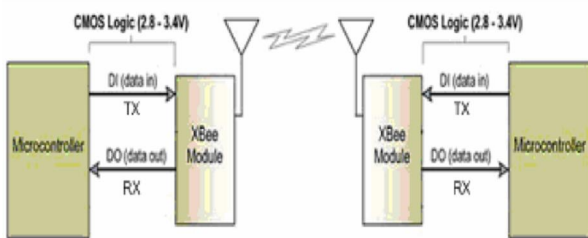
Gambar 2.1 Saturasi tekanan uap air terhadap temperature

Jika tekanan uap parsial sama dengan tekanan uap air yang jenuh maka akan terjadi pepadatan. Secara matematis kelembaban relative (RH) didefinisikan sebagai prosentase perbandingan antara tekanan uap air parsial dengan tekanan uap air jenuh.

$$RH(\%) = \frac{Pu_{\text{air}}}{Pu_{\text{jenuh}}} \times 100\%$$

Modul Wireless Radio frekuensi 2.4Ghz XBee PRO

Radio Frequency Transceiver atau pengirim dan penerima frekuensi radio ini berfungsi untuk komunikasi secara *full duplex* Salah satu modul komunikasi wireless dengan frekuensi 2.4Ghz adalah Xbee-PRO OEM ZigBee/IEEE 802.15.4 2.4GHz. Radio frequency transceiver ini merupakan sebuah modul yang terdiri dari RF receiver dan RF trnsmitter dengan sistem interface serial UART asynchronous.



Gambar 2.1 ilustrasi prinsip kerja modul Xbee



Gambar 2.2 modul Xbee PRO

Setting Alamat Modul Xbee PRO (AT command)

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menggunakan Xbee- PRO agar dapat

melakukan komunikasi *point to point* adalah melakukan setting konfigurasi alamat (*address*). Proses konfigurasi ini dapat dilakukan melalui perangkat lunak X-CTU yang merupakan perangkat lunak aplikasi khusus untuk Xbee-PRO. Cara lain untuk melakukan setting dapat dilakukan melauai *hyperterminal*. Untuk melakukan seting konfigurasi address melalui hyperterminal ada dua metode. Metode pertama disebut *one line per command* dan metode kedua disebut *multiple command on one line*.

Metode 1 (One line per command)

Send AT Command Sistem Response

```
+++ OK <CR> (Enter
into Command Mode)
ATDL <Enter> {current value}
<CR> (Read
Destination Address
Low)
ATDLIA0D <Enter> OK <CR> (Modify
Destination Address Low)
ATWR <Enter> OK <CR> (Write to
non-volatile memory)
ATCN
<Enter> OK <CR> (Exit
Command Mode)
```

Metode 2 (Multiple commands on one line)

Send AT Command Sistem Response

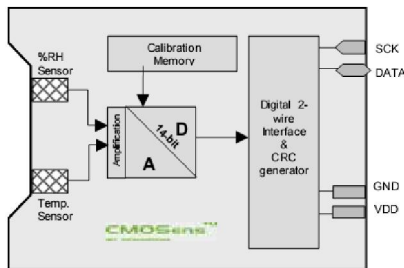
```
+++ OK <CR> (Enter
into Command Mode)
ATDL <Enter> {current value}
<CR> (Read
Destination Address
Low)
ATDLIA0D,WR,CN<Cr> OK, OK, OK <CR>
(Command
execution is
triggered upon each
instance of the
comma).
```

Instruksi dengan karakter +++ <Enter> adalah tanda atau protokol untuk masuk ke *ATCommand mode*. Dari *ATCommand mode* inilah setting konfigurasi dilakukan. ATDL <Enter> untuk melihat alamat tujuan (*destination address*), selanjutnya seting pertama adalah mengubah alamat tujuan yaitu dengan perintah ATDL diikuti dengan alamat.

Sensor SHT11

SHT11 adalah sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul

sensor yang outputnya telah dikalibrasikan secara digital. Di bagian dalamnya terdapat kapasitif polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. Output kedua sensor digabungkan dan dihubungkan pada ADC 14 bit dan sebuah interface serial pada satu chip yang sama. Sensor ini menghasilkan sinyal keluaran yang baik dengan waktu respon yang cepat. SHT11 dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan hygrometer sebagai referensinya. Koefisien kalibrasinya telah diprogramkan ke dalam OTP memory. Koefisien tersebut digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran.

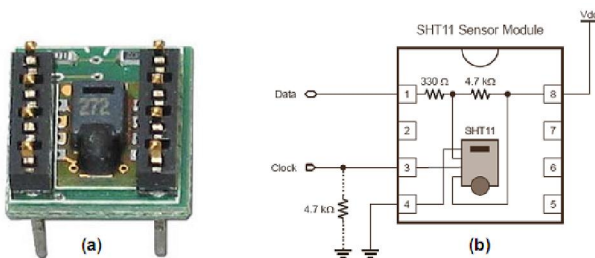


Gambar 2.2. Blok diagram pada chip SHT 11

SHT 11 membutuhkan supply tegangan 2.4 dan 5,5volt. SCK (*Serial Clock Input*) digunakan untuk mensinkronkan komunikasi antara mikrokontroller dengan SHT11. DATA (*Serial Data*) digunakan untuk transfer data dari dan ke SHT 11.

Beberapa spesifikasi SH11 antara lain :

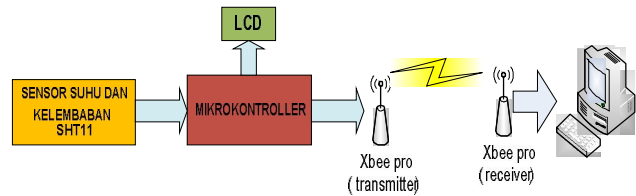
- Output digital dan telah terkalibrasi
- Antarmuka 2-wire serial
- Supply 2,4 – 5,5 VDC
- Sensor kelembaban : range = 0- 100 %RH, resolusi = 0,03 %RH, akurasi = +/-2,0 %RH
- Sensor suhu : range = -40 to +123,8 C, resolusi = 0,01 C, akurasi = +/-0,4 C.



Gambar 2.3 Sensirion SHT11 sensor module (a) dan diagram pengkabelannya (b)

III. PERANCANGAN

Secara keseluruhan sistem dapat digambarkan dengan diagram seperti dibawah ini:



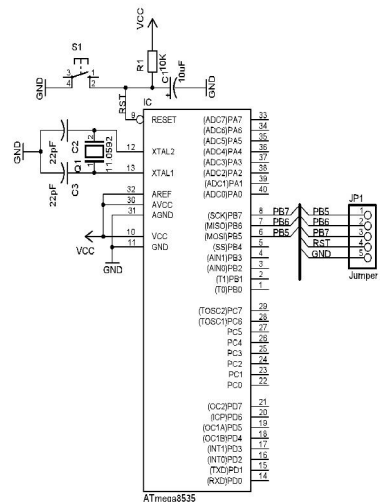
Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Dari blok diagram pada Gambar 3.1 menunjukkan sketsa perangkat keras pendukung sistem. Pada plant alat ukur terdiri sebuah sensor SHT11 yang berfungsi sebagai alat ukur kelembaban dan suhu. Keluaran sensor berupa data digital yang kemudian diolah oleh mikrokontroller. Hasil data yang diolah oleh mikrokontroller ditampilkan di LCD dan dikirimkan ke komputer secara wireles melalui Xbee.

3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

3.1.1 Sistem Minimum Mikrokontroller ATmega 8535

Pada Gambar 3.2 menampilkan rangkaian sistem minimum mikrokontroller Atmega8535, atau dengan kata lain rangkaian yang harus ada untuk menjalankan suatu mikrokontroller.



Gambar 3.2 Sistem mikrokontroller Atmega8535

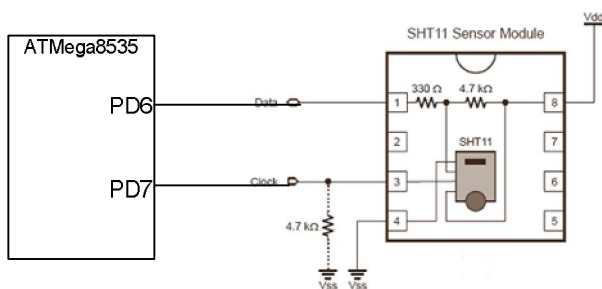
Pada Gambar 3.2 menunjukkan rangkaian minimal yang diperlukan agar mikrokontroller mampu bekerja. Sistem tersebut terdiri dari x-tal Q1 senilai 11,0593MHz, 2 buah kapasitor senilai 22pF. Komponen ini berfungsi sebagai osilator untuk mikrokontroller. Nilai x-tal 11,0592MHz diatur dengan pertimbangan untuk menghasilkan nilai *baud rate* tanpa *error* saat berkomunikasi dengan modul *wireless* 2,4GHz ke sisi penerima. Nilai Baudrate yang akan digunakan adalah 9600bps.

Sistem reset otomatis menggunakan kapasitor 10uF/16V dan sebuah resistor senilai 10KΩ. Dengan pemasangan kapasitor dan resistor

ini, pada saat *power supply* dinyalakan maka mikrokontroler akan reset secara otomatis, kemudian bekerja secara normal. Hal ini disebabkan oleh proses pengisian dan pengosongan pada komponen kapasitor. Pada kaki-kaki PB5, PB6 dan PB7 serta RST (Reset) dihubungkan ke PC untuk jalur pemrograman secara langsung. Atau biasa disebut ISP (*In Sistem Programming*).

3.1.2 Perangkat Sensor Suhu dan Kelembaban

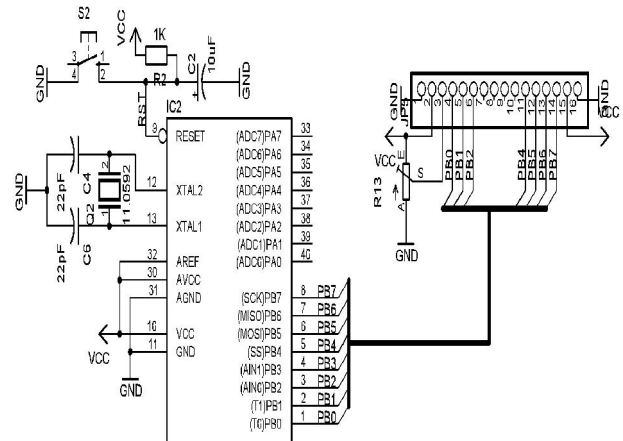
Sistem sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban adalah SHT11 dengan sumber tegangan 5 volt dan komunikasi *bidirectional 2-wire*. Sistem sensor ini mempunyai 1 jalur data yang digunakan untuk perintah pengalamatan dan pembacaan data. Pengambilan data untuk masing-masing pengukuran dilakukan dengan memberikan perintah pengalamatan oleh mikrokontroler. Port D pin 6 (PD6) mikrokontroler memberikan perintah pengalamatan pada pin Data SHT11 untuk pengukuran kelembaban relatif dan untuk pengukuran temperatur. SHT11 memberikan keluaran data kelembaban dan temperatur pada pin Data secara bergantian sesuai dengan *clock* yang diberikan oleh mikrokontroler pada Port D pin7 (PD7) agar sensor dapat bekerja. Sensor SHT11 memiliki ADC (*Analog to Digital Converter*) di dalamnya sehingga keluaran data SHT11 sudah terkonversi dalam bentuk digital dan tidak memerlukan ADC *eksternal* dalam pengolahan data pada mikrokontroler. Skema pengambilan data SHT11 disajikan dalam Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Konfigurasi mikrokontroler dan SHT11

3.1.3 Penampil LCD 16 x 2

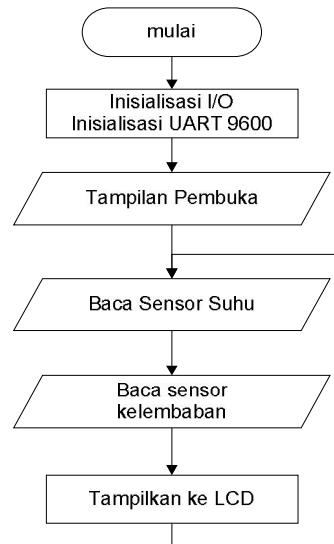
Penampil LCD digunakan untuk menampilkan informasi suhu dan kelembaban yang telah diolah oleh mikrokontroler. Penampil LCD yang digunakan adalah LCD 16x2. LCD ini dapat menampilkan karakter ASCII dengan jumlah karakter 16 kolom dalam 2 baris.



Gambar 3.4 Konfigurasi LCD

3.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Program utama mengatur keseluruhan jalannya program yang meliputi sub rutin-sub rutin. Sub rutin akan melaksanakan fungsi-fungsi tertentu yang dibutuhkan untuk sistem pengendalian. Adapun diagram alir dari program utama ditunjukkan pada Gambar 3.5.



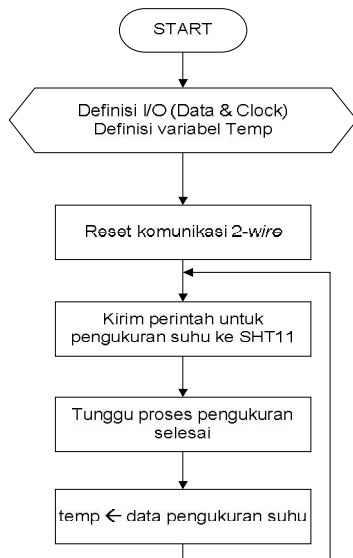
Gambar 3.5 Diagram alir program utama

3.2.1 Sub Rutin Inisialisasi I/O dan UART

Sub rutin inisialisasi I/O dan UART digunakan untuk meng inisialisasi seluruh register masukan dan keluaran AVR dan untuk mengeset UART pada *baud rate* 9600.

3.2.2 Sub Rutin Baca Sensor Suhu

Diagram alir untuk pengukuran suhu adalah sebagai berikut :



Gambar 3.6 Diagram alir pembacaan suhu

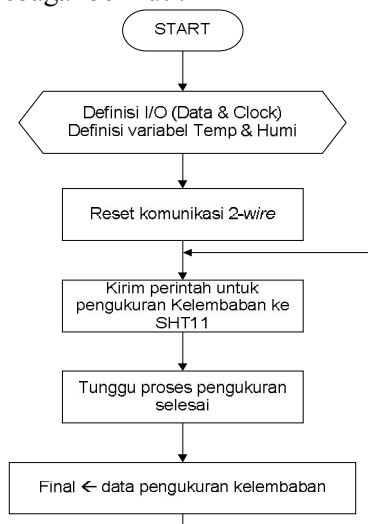
Proses yang pertama kali dilakukan adalah menentukan definisi pin I/O (data dan *Clock*) untuk komunikasi serial *2-wire*. Dan deklarasi variabel suhu sebagai tempat untuk menampung data pengukuran suhu.

Proses selanjutnya yaitu *me-reset* jalur komunikasi *2-wire* dengan memberi logika “1” pada pin Data dan memberikan pin *Clock* sebanyak 9 kali diikuti dengan kondisi *start*. Proses ini dilakukan oleh prosedur *SHT_Connection_Reset*.

Kemudian program akan mengirim perintah ke SHT11 untuk melakukan pengukuran suhu. Kemudian menunggu sampai proses pengukuran selesai yaitu saat pin Data berlogika “0”. Mengambil data pengukuran dan mengolahnya dengan rumus suhu lalu disimpan ke dalam variabel suhu. Proses ini dilakukan oleh fungsi *SHT_Measure_Temp*.

3.2.3 Sub Rutin Baca Sensor Kelembaban

Diagram alir untuk pengukuran kelembaban adalah sebagai berikut :



Gambar 3.7 Diagram alir pembacaan kelembaban

Untuk melakukan pengukuran kelembaban Proses selanjutnya yaitu *me-reset* jalur komunikasi *2-wire* dengan memberi logika “1” pada pin Data dan memberikan pin *Clock* sebanyak 9 kali diikuti dengan kondisi *start*. Proses ini dilakukan oleh prosedur *SHT_Connection_Reset*.

Setelah melakukan pengukuran suhu program mengirimkan perintah ke SHT11 untuk melakukan pengukuran kelembaban. Kemudian menunggu sampai proses pengukuran selesai yaitu saat pin Data berlogika ‘0’. Mengambil data pengukuran kelembaban lalu di simpan dalam variabel final. Proses ini dilakukan oleh fungsi *SHT_Measure_Humidity*.

Kemudian data diolah dari variabel hasil $\{(hasil * 0.0045) - (hasil^2 * 0.0000028) - 4\}$, dan hasilnya disimpan dalam variabel final.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengujian perangkat keras meliputi beberapa komponen yang digunakan dalam sistem alat ukur suhu dan kelembaban .

4.1 Pengujian dan Kalibrasi Alat

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran SHT11 yang dibuat pada tugas akhir ini dengan thermometer air raksa. Dan membandingkan hasil pengukuran Kelembaban SHT11 dengan Higrometer analog GRECER.



Gambar 4.1 Proses pengujian SHT11

Pengujian dilakukan pada suhu awal kamar 30°C dan kelembaban 60%. Dengan mendekatkan

sensor pada pemanas berupa solder. Dari hasil pengukuran diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengujian pengukuran temperatur dan kelembaban

Suhu Termo raksa(°C)	Suhu SHT (°C)	Error (°C)	Kelembaban Greecer (%)	Kelembaban SHT (%)
30	28	2	60	50,64
31	32	1	60	49,94
33	33	0	55	45,55
34	34	0	55	47,26
34	33	1	55	45,28
37	38	1	55	44,56
38	38	0	52	40,93
38	39	1	52	42,57
43	44	1	52	40,46
44	46	2	52	44,86

Dari data yang diperoleh dapat dilihat suhu yang terukur SHT11 mendekati suhu yang terukur dengan thermometer, dengan kesalahan $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Sedangkan terdapat perbedaan antara kelembaban yang terukur dengan hygrometer analog dengan data dari SHT11. Pada tabel di atas terlihat kelembaban yang terukur oleh hygrometer analog relatif stabil, sedangkan kelembaban yang terukur oleh SHT11 berubah-ubah.

4.3 Pengujian Modul XBee PRO

Pengujian terhadap modul wifi XBee 2.4Ghz dilakukan dengan melakukan pengiriman data dari transmitter ke receiver, kemudian data yang dikirim di bandingkan dengan data yang diterima. Model Pengujian yang lain adalah dengan menguji kemampuan daya pancar modul wifi, dengan memberikan variasi jarak antara transmitter dan receiver.

Untuk pengujian yang pertama dilakukan dengan membandingkan tampilan di LCD yang ada pada bagian pengirim (transmitter) dengan data yang tampil di komputer, karena data yang tampil di LCD ini adalah data yang nantinya akan dikirimkan. Pada pengujian yang pertama ini sisi penerima diletakkan di dalam ruangan. Dari hasil pengamatan antara data yang tampil di LCD dengan data yang tampil di komputer diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil pengujian pengiriman data XBee PRO (penerima di dalam ruangan)

Jarak	DATA TAMPIL LCD		DATA DITERIMA KOMPUTER		Keterangan
	Temperatur (°C)	Kelembaban (%)	Temperatur (°C)	Kelembaban (%)	
10	29	40,25	29	40,25	terkirim
20	29	39,64	29	39,64	terkirim
30	30	36,52	30	36,52	terkirim
40	28	38,55	28	38,55	terkirim
50	28	38,98	28	38,98	terkirim
60	27	39,42	27	39,42	terkirim
70	29	45,76	29	45,76	terkirim
80	30	39,65	30	39,65	terkirim
90	30	41,68	30	41,68	terkirim
100	29	41,72	-	-	tidak terkirim

Dari data yang diperoleh diatas dapat dilihat kesesuaian antara data yang tampil di LCD dengan data yang dikirimkan. Hal ini menunjukkan bahwa data dapat terkirim dengan sempurna.

Pada pengujian yang kedua, dilakukan sama persis dengan pengujian yang pertama hanya saja pada pengujian yang kedua ini penerima (receiver) diletakkan diluar ruangan sehingga antara pengirim dan penerima mempunyai halangan yang kecil (kondisi *in line sight*). Berikut hasil pengujian pengiriman data untuk kondisi *in line sight*.

Tabel 4.5 Hasil pengujian pengiriman data XBee PRO (kondisi *in line sight*)

No.	Jarak (meter)	Status
1	20	terkirim
2	40	terkirim
3	60	terkirim
4	80	terkirim
5	100	terkirim
6	120	terkirim
7	140	terkirim
8	160	terkirim
9	180	terkirim
10	200	terkirim

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Hasil perancangan alat ukur temperatur dan kelembaban menunjukkan bahwa Suhu yang terukur oleh SHT mempunyai kesalahan $\pm 1^{\circ}\text{C}$ sedangkan kelembaban yang terukur terdapat perbedaan $\pm 20\%$.
2. Jarak jangkauan pengiriman data modul XBEE PRO dalam kondisi penerima di dalam ruang mampu mencapai jarak 90 meter data masih dapat diterima dengan baik.
3. Pada kondisi *in line sight* dimana antara pengirim dan penerima halangan kecil jarak pengiriman data bertambah, pada jarak 200 meter data masih dapat diterima dengan baik.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan penulis masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itu penulis memberikan beberapa saran, antara lain :

1. Untuk perancangan alat ukur suhu dan kelembaban sebaiknya sensor diletakkan di tempat yang terlindung dari hujan dan panas namun udara masih dapat masuk.
2. Agar modul XBee PRO dapat mengirimkan data lebih jauh sebaiknya ditempatkan pada tempat yang mempunyai halangan yang sedikit.
3. Alat ukur ini dapat dipadukan dengan database dan internet.

BIODATA MAHASISWA



Hendrit Garaudy

(L2F 002 584)

Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Semarang, dengan pilihan konsentrasi
Kontrol.

Mengetahui/Mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II

SUMARDI, ST. MT.
NIP. 132 125 670

DARJAT, ST. MT.
NIP. 132 231 135

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kadir, Abdul, “*Pemrograman C++*”, Andi Offset, Yogyakarta, 2001.
- [2] Malvino, Albert Paul, Ph.D.& Donald P. Leach, Ph.D. “*Prinsip – Prinsip Elektronika*”, Erlangga, Jakarta, 1996.
- [3] Tocci, Ronald J., “*Digital systems Principles and Applications*”, Fifth Edition, Prentice Hall International Inc., New Jersey, 1991.
- [4] Wasito S., “*Vademekum Elektronika*”, PT. Gramedia, Jakarta, 1985.
- [5] Bejo, A., “*Rahasia Kemudahan C dan AVR*, Gava Media”, Yogyakarta, 2007
- [6], “*XBee PRO product manual*”, Digi International Inc, 2008.
- [7], “*Liquid Crystal Display Module M1632 : User Manual Guide*”, Seiko Instrument Inc., Japan, 1987.
- [8], www.digi.com/technology/wireless/products.jsp