

PERANCANGAN SISTEM MONITORING KECEPATAN DAN ARAH ANGIN MENGGUNAKAN KOMUNIKASI ZIGBEE 2,4 GHz

Bonanto Eko P.¹, Sumardi, ST. MT.², Darjat, ST. MT.²

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

Abstrak

Penggunaan sistem 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 arah dan kecepatan angin yang akan dikirim 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. Kecepatan angin diukur menggunakan sensor Rotary Incremental Enkoder yang dihubungkan dengan wind cup. Dan untuk arah mata angin digunakan sensor IR led dan phototransistor yang dipasang berpasangan mewakili 8 arah mata angin. Sedangkan sebagai pusat pengolah data, digunakan mikrokontroler AVR ATmega5835.

Sistem monitoring kecepatan angin memiliki hasil pengukuran yang hampir sama dengan alat standart yang ada di stasiun klimatologi klas 1 Semarang dengan rata – rata error 8,22%. Hasil perancangan monitoring arah mata angin mempunyai resolusi sebesar 45⁰ dapat menunjukkan 8 arah mata angin. Jarak pancar modul wifi ini mampu mengirimkan data suhu dengan jangkauan radius 90M pada ruang, dan mampu mengirimkan data sampai dengan 500M pada kondisi line of sight.

Kata kunci : monitoring, mikrokontroler, Rotary Incremental Enkoder, IR led dan phototransistor, Zigbee/XBee PRO.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan sistem 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 arah dan kecepatan angin yang akan dikirim 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. Kecepatan angin diukur menggunakan sensor Rotary Incremental Enkoder yang dihubungkan dengan wind cup. Dan untuk arah mata angin digunakan sensor IR led dan phototransistor yang dipasang berpasangan mewakili 8 arah mata angin. Sedangkan sebagai pusat pengolah data, digunakan mikrokontroler AVR ATmega5835.

1.2 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah :

1. Pembuatan alat ukur kecepatan dan arah angin
2. Mempelajari komunikasi wireless 2,4GHz dengan menggunakan modul zigbee/XBee PRO

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

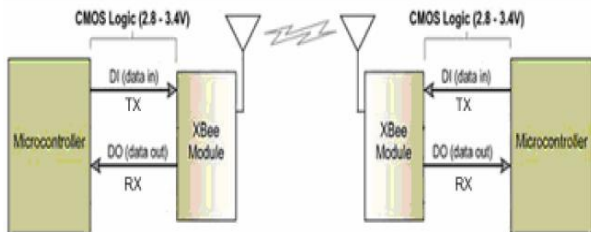
1. Plant yang dibuat adalah alat ukur kecepatan dan arah angin
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AVR Atmega8535.
3. Sensor yang digunakan adalah sensor rotary incremental encoder untuk kecepatan angin sedangkan untuk arah angin menggunakan IR LED dan Phototransistor.
4. Sebagai komunikasi wireless 2,4GHz digunakan modul ZigBee/XBee PRO
5. Resolusi penunjukan arah mata angin adalah 45⁰, menunjukkan 8 arah mata angin.
6. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang diadaptasikan pada software Code Vision AVR.
7. Program tampilan di komputer menggunakan bahasa pemrograman Delphi.

II. DASAR TEORI

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 transmitter 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 melalui *hyperterminal*. Untuk melakukan setting 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)
ATDL1A0D <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

```

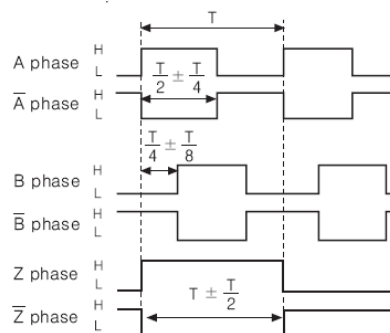
+++                                     OK <CR> (Enter
into Command Mode)
ATDL <Enter>                           {current value}
                                          <CR> (Read
Destination Address
Low)
ATDL1A0D,WR,CN<Cr>                    OK, OK, OK <CR>
                                          (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 setting pertama adalah mengubah alamat tujuan yaitu dengan perintah *ATDL* diikuti dengan alamat.

Inkremental Encoder

Pada enkoder jenis ini, arah putaran diperoleh dari beda fase 2 buah rangkaian pulsa. Rangkaian pulsa pertama (pulsa A) dan rangkaian pulsa kedua (pulsa B). Terdapat pula sebuah pulsa ketiga (pulsa Z) yang berfungsi sebagai pulsa sinkronisasi, yang akan muncul sekali dalam satu putaran. Pulsa Z ini disebut pula pulsa perintah (*command pulse*) yang digunakan untuk menghitung putaran batang enkoder.

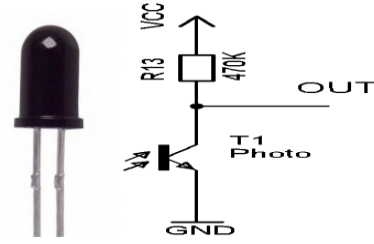


Gambar 2.4 Keluaran pulsa enkoder tipe incremental

Berikut adalah gambar dari enkoder yang digunakan.



Gambar 2.5 Autonics Rotari Incremental Encoder 100 P/R



Gambar 2.6 bentuk dan rangkaian phototransistor

Enkoder di atas adalah enkoder dengan resolusi 100P/R, yaitu dalam satu kali rotasi akan menghasilkan pulsa sebanyak 100 kali.

Phototransistor dan LED Infra Merah

Phototransistor merupakan jenis transistor yang bias tegangannya berupa cahaya infra merah. Besarnya arus yang mengalir di antara kolektor dan emitor sebanding dengan intensitas cahaya yang diterima phototransistor tersebut. Seperti terlihat pada Gambar 2.6 prinsip kerja dari phototransistor adalah bila terkena cahaya maka phototransistor akan bekerja (On) dalam keadaan jenuh (Saturasi) sehingga kaki kolektor akan terhubung dengan emitor dengan demikian tegangan keluaran Vo akan mendekati Vcc dan sebaliknya jika phototransistor tidak menerima cahaya maka phototransistor tidak bekerja (Off) dalam keadaan mati (cut-off) tegangan keluaran Vo menjadi 0 V. Besarnya arus kolektor (Ic) dan arus emitor (IE) DC pada transistor dianggap sama untuk memudahkan perancangan, dan besarnya arus basis (IBM) ditentukan oleh besarnya intensitas cahaya infra merah. Intensitas infra merah ditentukan oleh phototransistor. Persamaan 2.1 merupakan rumusan cara menghitung besarnya arus tertentu. Gambar 2.6 adalah contoh bentuk fisik dan rangkaian phototransistor.

$$I_C \approx I_E = \beta \times I_{BM} \dots\dots(2.1)$$

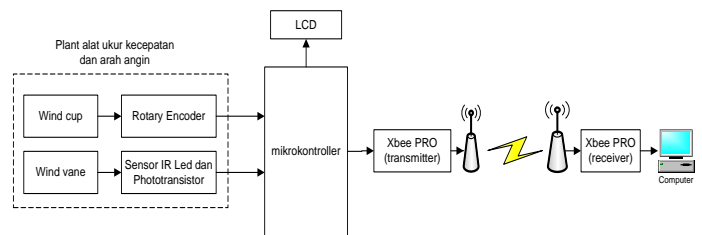
$I_C \approx I_E$: Arus kolektor atau emitor DC yang mengalir melalui kolektor-emitor transistor.

B: Penguatan/perolehan suatu transistor (*beta-seef*)

I_{BM} : Arus basis transistor bersesuaian dengan intensitas cahaya infra Merah

III. PERANCANGAN

Secara keseluruhan sistem dapat digambarkan dengan diagram seperti dibawah ini:



Gambar 3.1 Blok diagram sistem keseluruhan

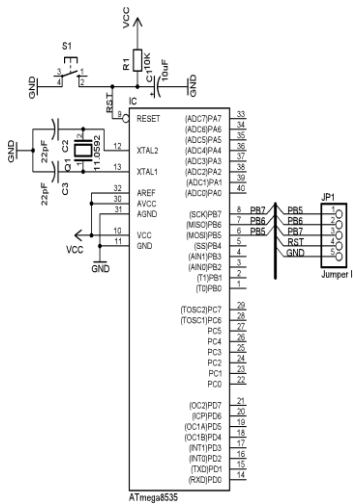
Dari blok diagram pada Gambar 3.1 menunjukkan sketsa perangkat keras pendukung sistem. Pada plant alat ukur terdiri dari dua buah sensor yaitu untuk alat ukur kecepatan angin menggunakan rotari enkoder dan untuk penunjuk arah angin menggunakan sensor IR led dan phototransistor yang dipakai secara bersamaan. Sensor rotari enkoder akan ikut berputar sesuai dengan putaran wind cup dan akan menghasilkan pulsa, kemudian pulsa ini akan dibaca dan di olah di dalam mikrokontroler. Sensor IR led dan phototransistor masing-masing berjumlah 8 buah yang ditempatkan secara berpasangan pada sebuah bidang lingkaran yang masing-masing pasangan merepresentasikan arah mata angin.

Hasil data yang diolah oleh mikrokontroler kemudian dikirim menggunakan modul Xbee pro, kemudian modul penerima akan menampilkan data yang diterima ke PC secara serial.

3.1 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

3.1.1 Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 8535

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



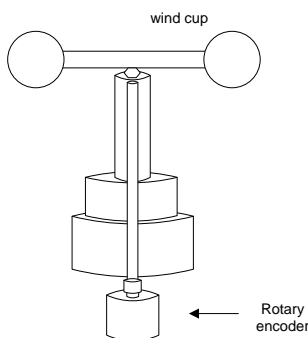
Gambar 3.2 Sistem mikrokontroler Atmega8535

Pada Gambar 3.2 menunjukkan rangkaian minimal yang diperlukan agar mikrokontroler mampu bekerja. Sistem tersebut terdiri dari x-tal Q1 senilai 11,0593MHz, 2 buah kapasitor senilai 22pF. Komponen ini berfungsi sebagai osilator untuk mikrokontroler. 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 10µF/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 Sistem Kecepatan Angin

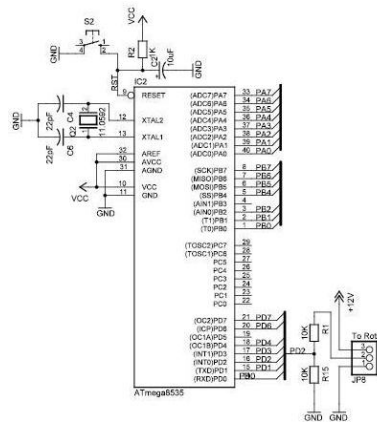
Pada sistem Kecepatan angin menggunakan sensor rotari enkoder yang dihubungkan langsung dengan *wind cup* seperti pada gambar 3. 3



Gambar 3.3 Mekanik sistem sensor kecepatan angin

Prinsip kerja dari mekanik ini adalah angin akan memutar *wind cup* sehingga *wind cup* berputar, dengan berputarnya *wind cup* maka rotari enkoder juga akan ikut berputar sesuai dengan putaran *wind cup*. Putaran rotari enkoder akan menghasilkan pulsa yang kemudian akan di *counter* menggunakan mikrokontroler. Rotari enkoder yang digunakan pada tugas akhir ini dari jenis *incremental* dengan resolusi 100 pulsa setiap satu kali putaran penuh.

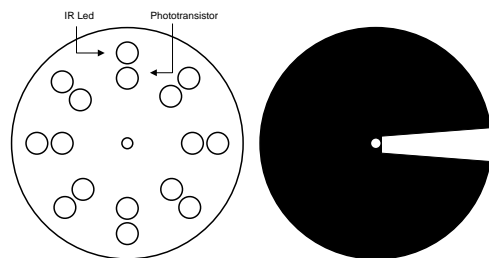
Gambar 3.4 menampilkan konfigurasi sensor rotari enkoder dengan mikrokontroler Atmega8535.



Gambar 3.4 Konfigurasi mikrokontroler dan rotari enkoder

3.1.3 Perangkat Sensor Sistem Arah Angin

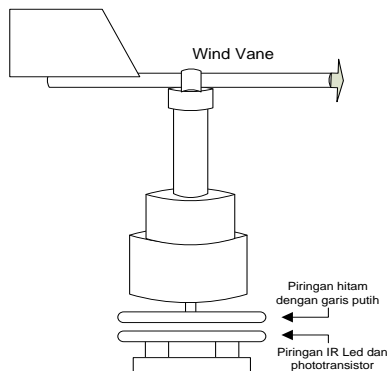
Pada sistem pembacaan arah mata angin digunakan sensor IR led dan *phototransistor* yang diletakan secara berpasangan seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Konfigurasi sensor IR led dan Phototransistor

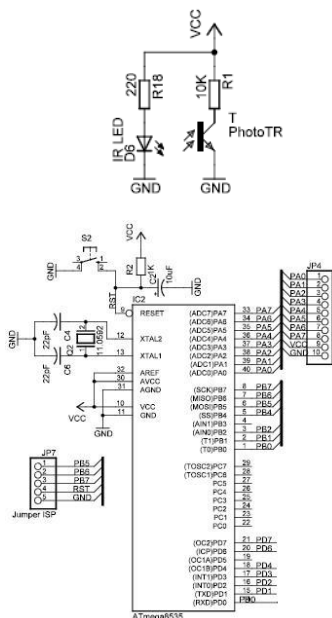
Prinsip kerja dari sensor ini adalah IR led akan memancarkan gelombang infra merah yang kemudian akan dipantulkan oleh bidang di atasnya yang dihubungkan dengan *wind vane* pantulan ini akan diterima oleh *phototransistor* pasangan dari IR led. Seperti yang terlihat pada gambar 3.6 bidang lingkaran yang terhubung dengan *wind vane* dibuat dengan konfigurasi hitam dengan garis putih. Hal ini dimaksudkan agar gelombang infra merah tidak selalu dipantulkan, gelombang ini tidak akan dipantulkan apabila mengenai pada bidang hitam dan akan dipantulkan apabila mengenai garis putih.

Garis putih ini dibuat sesuai dengan ujung penunjuk dari *wind vane*. Sedangkan secara mekanis keseluruhannya seperti pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 Mekanik keseluruhan sistem arah mata angin

Gambar 3.7 menampilkan konfigurasi sensor IR Led dan *Phototransistor* dengan mikrokontroler Atmega8535.



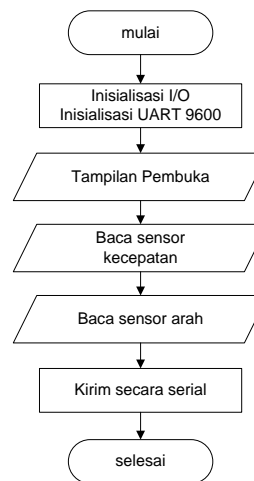
Gambar 3.7 Konfigurasi mikrokontroler dengan IR Led dan *Phototransistor*

Masing-masing keluaran dari *phototransistor* dihubungkan dengan pin ADC di PORT A, kemudian ADC akan membaca besarnya tegangan yang masuk. Prinsip kerja dari fototransistor adalah bila terkena cahaya maka *phototransistor* akan bekerja (On) dalam keadaan jenuh (*Saturasi*) sehingga kaki kolektor akan terhubung dengan emiter dengan demikian tegangan keluaran V_o akan mendekati Vcc dan sebaliknya jika fototransistor tidak menerima cahaya maka *phototransistor* tidak bekerja (Off) dalam keadaan mati (*cut-off*) tegangan keluaran V_o menjadi 0 V.

Dengan konfigurasi seperti pada gambar 3.9 dimana kaki emitor terhubung dengan GND dan kaki kolektor terhubung dengan R dan VCC dan output berada pada kaki kolektor. Seperti pada prinsip kerja *phototransistor* diatas apabila terkena cahaya maka kaki emitor akan terhubung dengan kaki kolektor sementara kaki emitor sendiri terhubung dengan GND sehingga output di kaki kolektor akan mendekati tegangan GND. Dan apabila tidak terkena cahaya maka tegangan output di kaki kolektor akan mendekati VCC

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 3.8.



Gambar 3.8 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 Kecepatan

Sub rutin ini berisi program yang membaca hasil pulsa enkoder yang dihasilkan oleh perputaran *wind cup*, yang kemudian melakukan penghitungan dari pulsa dirubah ke kecepatan.

3.2.3 Sub Rutin Baca Sensor Arah

Sub rutin ini berisi program yang membaca ADC. Berdasarkan hasil pembacaan ADC kemudian ditentukan *phototransistor* yang mana yang aktif. Aktif disini dimaksudkan adalah yang terkena bidang putih. Sehingga diketahui arah angin.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengujian perangkat keras meliputi beberapa komponen yang digunakan dalam sistem alat ukur kecepatan dan arah angin .

4.1 Pengujian dan Kalibrasi Sensor Kecepatan Angin.

Pengujian sensor kecepatan dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran anemometer yang dibuat pada tugas akhir ini dengan anemometer standart yang ada di Stasiun Klimatologi klas 1 Semarang type *Handheld Anemometer AMES 822* seperti yang terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Handheld Anemometer AMES 822*

Pengujian dilakukan dengan alat bantu kipas angin. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan variasi kecepatan kipas angin. Kemudian membandingkan hasil pengukuran antara anemometer standart dan anemometer yang dibuat pada tugas akhir.



Gambar 4.2 Proses pengujian anemometer

Hasil pengukuran dari anemometer standart adalah dalam satuan Knot, sehingga untuk menyamakan dengan hasil pengukuran anemometer yang dibuat dalam tugas akhir yang dalam satuan KM./h maka hasil pengukuran anemometer standart harus diubah dulu ke dalam satuan KM/h. konversi ini dilakukan dengan mengalikan keluaran dari alat ukur standart dengan 1,85 sehingga diperoleh satuan KM/h (1 Knot = 1,85 KM/h).

Dari hasil pengukuran diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengujian kecepatan angin

Hasil pengukuran anemometer standart (knot)	Konversi anemometer standart ke KM/h	Hasil pengukuran anemometer uji (KM/h)	error	error (%)
3,3	6,11	6,34	0,24	3,86
3,9	7,22	7,92	0,71	9,77
4	7,40	8,10	0,70	9,46
4,5	8,33	9,15	0,82	9,91
5,6	10,36	11,58	1,22	11,78
5,8	10,73	11,88	1,15	10,72
6,3	11,66	12,92	1,27	10,85
6,8	12,58	13,60	1,02	8,11
7,2	13,32	14,26	0,94	7,06
10,2	18,87	19,01	0,14	0,74

Dari data yang diperoleh dapat dilihat hasil pengukuran antara anemometer yang dibuat pada tugas akhir dan anemometer standart yang ada di Stasiun Klimatologi klas 1 Semarang type *Handheld Anemometer AMES 822* terdapat perbedaan yang sangat sedikit dengan rata – rata error sebesar 8,22%.

4.2 Pengujian dan Kalibrasi Sensor Arah Angin

Pengujian terhadap sensor arah angin dilakukan dengan mengukur tegangan *phototransistor* saat terkena garis putih. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik *phototransistor* dan IR led yang digunakan sebagai sensor arah. Dari hasil pengukuran didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengujian tegangan *phototransistor*

TEGANGAN (volt)	ADC								Data Dikirim
	ADC 0	ADC 1	ADC 2	ADC 3	ADC 4	ADC 5	ADC 6	ADC 7	
4.6	4.74	4.8	4.84	4.88	4.48	4.72	3.20	4.74	TIMUR
4.62	4.78	4.82	4.8	4.49	4.72	4.5	3.5	4.78	TENGGARA
3.4	4.78	4.78	4.8	4.45	4.78	4.57	4.78	4.78	SELATAN
4.7	3.49	4.78	4.82	4.5	4.8	4.6	4.8	4.78	BARAT DAYA
4.72	4.8	3.2	4.84	4.49	4.78	4.5	4.72	4.78	BARAT
4.65	4.72	4.8	3.45	4.5	4.72	4.65	4.8	4.78	BARAT LAUT
4.7	4.9	4.78	4.8	3.49	4.8	4.6	4.78	4.78	UTARA
4.6	4.65	4.78	4.82	4.45	3.5	4.55	4.78	4.78	TIMUR LAUT

Berdasarkan hasil data diatas, saat *phototransistor* terkena garis putih tegangan dari *phototransistor* berkisar antara 3V – 3,5V sedangkan saat terkena bidang hitam tegangannya antara 4V – 4,9V. hal ini sesuai dengan dasar teori yang telah dijelaskan sebelumnya.

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
	kecepatan(KM/h)	arah	kecepatan(KM/h)	arah	
10	6,34	U	6,34	U	terkirim
20	7,92	TL	7,92	TL	terkirim
30	8,10	T	8,10	T	terkirim
40	9,15	TG	9,15	TG	terkirim
50	11,58	S	11,58	S	terkirim
60	11,88	BD	11,88	BD	terkirim
70	12,92	B	12,92	B	terkirim
80	13,60	BL	13,60	BL	terkirim
90	10,34	U	10,34	U	terkirim
100	9,58	TL	-	-	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*)

Jarak	DATA TAMPIL LCD		DATA DITERIMA KOMPUTER		Keterangan
	kecepatan(KM/h)	arah	kecepatan(KM/h)	arah	
20	5,34	U	5,34	U	terkirim
40	6,88	TL	6,88	TL	terkirim
60	8,10	T	8,10	T	terkirim
80	7,58	TG	7,58	TG	terkirim
100	7,92	S	7,92	S	terkirim
120	5,88	BD	5,88	BD	terkirim
140	6,15	B	6,15	B	terkirim
160	7,60	BL	7,60	BL	terkirim
180	4,10	U	4,10	U	terkirim
200	8,92	TL	8,92	TL	terkirim

Dari data diatas diketahui pengiriman dapat dilakukan sampai dengan jarak 90 meter untuk *indoor* atau pengujian dilakukan dengan penerima (*receiver*) diletakkan didalam ruangan.

Dari datasheet XBee PRO untuk jarak pengiriman data pada *indoor* adalah sejauh 60 – 90 meter, sedangkan dari percobaan yang dilakukan didapatkan jarak maksimal pengiriman data adalah 90 meter. Dapat disimpulkan percobaan yang dilakukan telah sesuai dengan *datasheet* modul XBee PRO.

Sedangkan untuk pengujian secara *in line sight* data masih dapat diterima sampai pada jarak 200 meter.

V. PENUTUP

5.1 Penutup

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

1. Hasil perancangan alat ukur kecepatan angin menggunakan sensor rotari enkoder dapat menghasilkan pengukuran yang hampir sama dengan alat pengukur kecepatan angin standar yang dimiliki Stasiun Klimatologi kelas 1 Semarang dengan error rata-rata sebesar 8,22%.
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

Beberapa hal yang dapat disarankan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk perancangan alat ukur kecepatan angin lebih lanjut hendaknya digunakan sensor dengan pengaruh gesekan sekecil mungkin.
2. Agar modul XBee PRO dapat mengirimkan data lebih jauh sebaiknya ditempatkan pada tempat yang mempunyai halangan yang sedikit.

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

BIODATA MAHASISWA



BONANTO EKO P.
(L2F 002 565)
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