

# ALAT PENUNJUK ARAH ANGIN DAN PENGUKUR KECEPATAN ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89C51

Rizal Banodin

e-mail: [rizal\\_banodin@yahoo.com](mailto:rizal_banodin@yahoo.com)

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

**Abstrak-** Angin secara umum adalah setiap gerakan udara relatif terhadap permukaan bumi. Dalam pengertian teknis, yang dimaksud dengan angin adalah setiap gerakan udara yang mendatar atau hampir mendatar. Angin mempunyai arah dan kecepatan yang ditentukan oleh adanya perbedaan tekanan udara dipermukaan bumi. Angin bertiup dari tempat bertekanan tinggi ke tempat bertekanan rendah. Semakin besar perbedaan tekanan udara semakin besar kecepatan angin.

Untuk keperluan ilmu pengetahuan, khususnya mengenai Meteorologi dan geofisika diperlukan suatu alat yang dapat mengukur kecepatan angin dan arah angin. Dalam tugas akhir ini, dibuat dua perangkat keras yaitu untuk mengukur kecepatan angin dan untuk menunjukkan arah angin. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin menggunakan sensor optocoupler sebagai transducer. Alat ini dibuat sedemikian hingga dapat mengukur kecepatan angin minimal 0,1 KM/Jam. Sedangkan untuk menunjukkan arah angin menggunakan sensor rotary encoder yaitu suatu sensor digital yang keluarannya berupa bit-bit digital sehingga mampu menunjukkan arah angin dari  $0^{\circ}$  hingga  $360^{\circ}$  dengan ketelitian  $0,5^{\circ}$ .

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

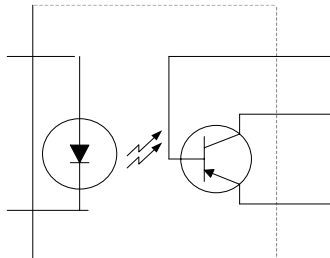
Untuk keperluan ilmu pengetahuan, khususnya mengenai Meteorologi dan geofisika diperlukan suatu alat yang dapat mengukur kecepatan angin dan menentukan arah angin.

Dengan memperhatikan hal tersebut diatas, maka penulis tertarik untuk mengembangkan suatu alat untuk mengukur kecepatan angin dan sekaligus menentukan arahnya. Sensor yang diaplikasikan untuk penentu arah angin ini yaitu sensor digital *rotary encoder* dan sensor yang diaplikasikan untuk pengukur kecepatan angin yaitu sensor *optocoupler* dengan mikrokontroler AT89C51 sebagai pusat pengolahan datanya yang hasilnya akan ditampilkan pada LCD M1632. Oleh karena itu penulis mengajukan judul tugas akhir ini dengan judul "Alat Penunjuk Arah Angin dan Pengukur Kecepatan angin Berbasis Mikrokontroler AT89C51".

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Optocoupler

Isolator optik (*Opto - Isolator*) atau sering disebut dengan optocoupler adalah rangkaian terpadu yang terdiri dari fototransistor dan LED (*Light Emitting Diode*) / kombinasi antara *emitter* dan *detector*. Susunan dari optocoupler diperlihatkan pada Gambar 2.1.

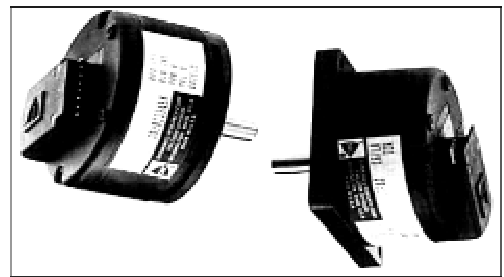


Gambar 2.1 Kombinasi Emitter dan Detektor

Penerimaan cahaya infra merah akan membuat transistor peka cahaya menjadi konduksi. Ketika transistor konduksi, keluarannya akan menjadi masukan logika rendah. Jadi keluaran rangkaian transduser akan berlogika rendah ketika transistor konduksi. Pada saat LED tidak konduksi (*off*), LED tidak akan memancarkan cahaya infra merah sehingga transistor juga akan mati. Hal ini akan memberi keluaran dari transistor berlogika tinggi.

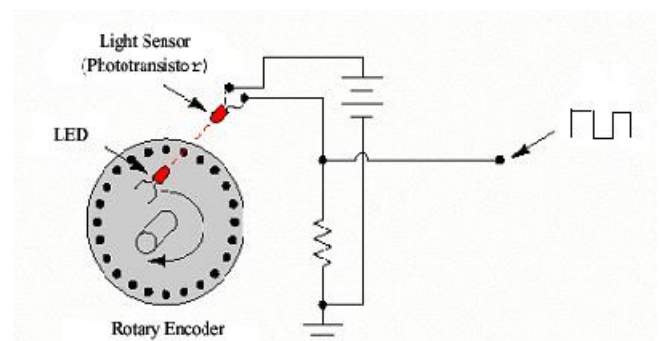
### 2.2 Rotary encoder

*Rotary encoder* adalah peralatan elektro-mekanik yang menggunakan sensor optik yang menghasilkan rentetan pulsa-pulsa yang dapat diubah kedalam suatu gerakan, posisi, atau arah. Contoh dari *rotary encoder* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh dari Rotary encoder

Pada Gambar 2.3 menunjukkan prinsip kerja secara umum dari *rotary encoder*, dimana sebuah piringan tipis dan LED yang di tempatkan sedemikian rupa sehingga cahayanya tetap terfokus pada piringan tersebut. Sebuah transistor aktif cahaya di tempatkan pada sisi lain dari piringan sehingga dapat mendeteksi cahaya dari LED. Piringan tersebut ditempatkan pada poros (*shaft*) yang bergerak. Dimana pergerakan piringan tersebut sesuai dengan pergerakan poros (*shaft*), sehingga ketika poros (*shaft*) berputar, maka piringan ikut berputar. Ketika piringan yang diatasnya ditempatkan LED yang memancarkan cahaya yang terfokus terhadap fototransistor, fototransistor akan berada dalam keadaan saturasi yang keluarannya berupa pulsa gelombang kotak.



Gambar 2.3 Prinsip kerja secara umum dari rotary encoder

**2.3 Absolute encoder**

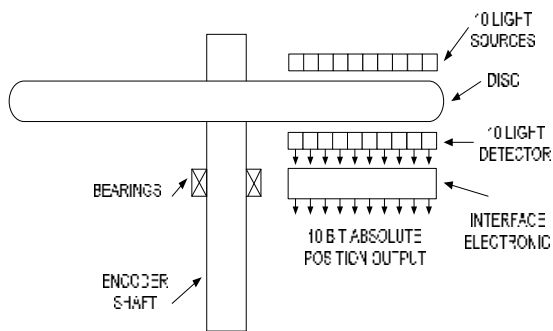
*Absolute encoder* adalah suatu tipe *encoder* yang mempunyai keluaran kode unik (khas) untuk setiap posisi *shaft*. Gambar 2.4 adalah contoh dari piringan *internal encoder*.



Gambar 2.4 Contoh Piringan dari *absolut encoder*

Dari Gambar tersebut dapat dilihat bahwa bagian dari piringan *absolut encoder* mempunyai bagian yang transparan dan gelap secara bergantian seperti halnya piringan pada *incremental encoder*. Tetapi, Pada *absolut encoder* piringannya mempunyai beberapa jalur (*track*) yang berupa lingkaran-lingkaran konsentris. Lingkaran-lingkaran konsentris pada piringan tersebut dimulai dari dekat poros (*shaft*) menuju ke arah bagian luar dari poros (*shaft*). Dan setiap lingkaran mempunyai bagian transparan dan gelap yang berbeda dimana semakin dekat dengan poros maka bagian transparan dan gelapnya akan semakin sedikit.

Bagian transparan dan gelap pada masing-masing lingkaran dibuat sedemikian rupa sehingga menyusun sinyal biner yang khas untuk setiap posisi poros (*shaft*). Contoh dari optik internal *absolut encoder* dapat dilihat pada Gambar 2.5. Dimana, pada Gambar tersebut pada piringannya terdapat 10 jalur (*track*) yang di atasnya ditempatkan sebuah sumber cahaya pada masing-masing jalur (*track*) dan sebuah detektor cahaya yang ditempatkan di sisi lain dari piringan yang buat sedemikian rupa sehingga detektor cahaya tersebut dapat mendeteksi cahaya dari sumber cahaya. Sehingga pada Gambar tersebut dibutuhkan 10 sumber cahaya dan 10 detektor cahaya.



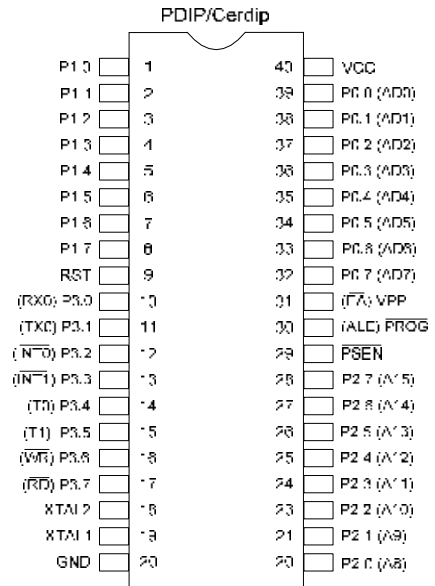
Gambar 2.5 Contoh optik internal dari *absolut encoder*

**2.4 Mikrokontroler AT89C51**

Mikrokontroler AT89C51 adalah sebuah chip mikrokomputer 8 bit yang mempunyai 4 Kbyte memory program jenis *flash* atau disebut *Flash Programable and Erasable Read Only Memory (PEROM)*. Piranti mikrokontroler ini dibuat dengan menggunakan teknologi *memory non-volatile*

dari Atmel dengan instruksi-instruksi program yang kompatibel dengan mikrokontroler standart MCS51.

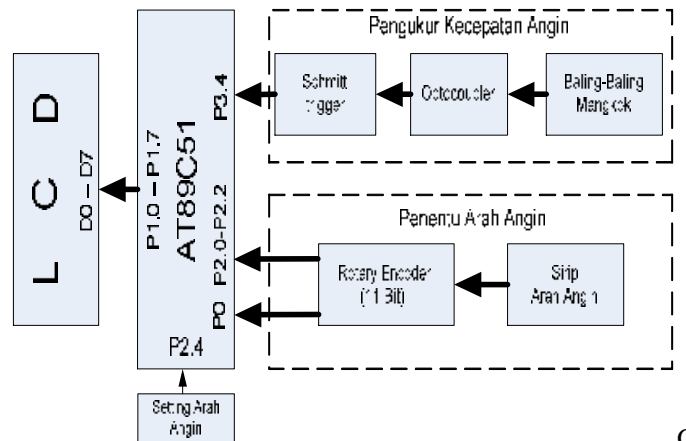
Oleh karena chip mikrokontroler ini terdiri dari kombinasi CPU 8 bit dengan *flash memory*, sehingga AT89C51 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi pengontrolan. AT89C51 mempunyai beberapa kelebihan antara lain: memiliki *flash* memori 4 Kbyte, RAM 256 byte, 32 keluaran *Input-Output*, dua *timer* 16 bit, 2 masukan Interupsi, *port* serial dua arah, rangkaian *clock* dan osilator *internal*. Konfigurasi dari kaki AT89C51 ini dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Konfigurasi kaki mikrokontroler AT89C51

**III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Secara umum blok diagram pengembangan alat adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Alat yang dibuat akan membentuk suatu sistem alat pengukuran kecepatan dan penentu arah angin.



Gambar 3.1 Diagram kerja perangkat keras

**3.1 Pengukur Kecepatan Angin**

Pengukur kecepatan angin terdiri dari baling-baling mangkok yang dikopel dengan piringan sensor, sensor kecepatan *optocoupler*, IC pemacu *schmit* 74LS14, mikrokontroler AT89C51 serta LCD M1632.

**3.1.1 Mekanik Pengukur Kecepatan Angin**

Mekanik pengukur kecepatan angin ini berupa baling-baling mangkok yang dibuat sedemikian rupa hingga setiap

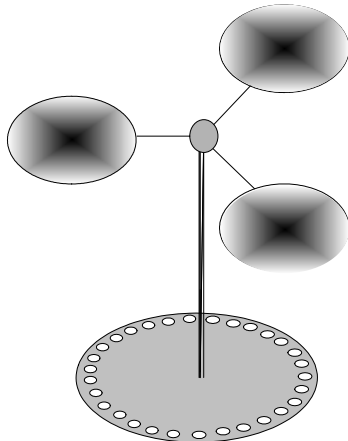
kecepatan angin sebesar 0,1 km/jam diwakili oleh 1 pulsa detak setiap detik.

Suatu benda yang bergerak dengan kecepatan 3 km/jam dalam satu detik akan menempuh jarak sejauh 83,3 cm. Dasar perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$v = 3 \text{ km/jam} \\ = 83,3 \text{ cm/s}$$

Baling-baling mangkok mempunyai bentuk lintasan yang melingkar, karena itu sejauh 83,3 cm merupakan panjang keliling lingkaran dari baling-baling mangkok. Keliling lingkaran baling-baling mangkok 83,3 cm mempunyai jari-jari lingkaran baling-baling mangkok 13,26 cm.

Mangkok penangkap angin yang digunakan pada tugas akhir ini mempunyai diameter 6,6 cm, karena itulah jari-jari baling-baling mangkok diperpanjang empat kali menjadi 13,2 cm mengakibatkan keliling lingkaran baling-baling mangkok menjadi 82,9 cm. Bentuk dari baling-baling mangkok diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Mekanik baling-baling dan piringan sensor

Keliling lingkaran sepanjang 82,9 cm dapat ditempuh dalam satu detik dengan kecepatan mendekati 3 km/jam. Alat ukur ini dirancang agar kecepatan 0,1 km/jam setiap detiknya diwakili oleh satu pulsa, dengan demikian kecepatan 3 km/jam diwakili oleh 30 pulsa tiap detik. Ini berarti bahwa tiap satu putaran baling-baling mangkok dikopel dengan piringan sensor yang dapat menghasilkan 30 pulsa tiap detiknya.

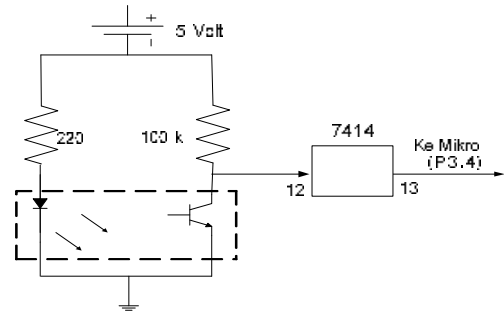
Piringan sensor adalah alat yang digunakan untuk mengindera kecepatan putar baling-baling mangkok. Titik pusat piringan sensor dan titik pusat baling-baling mangkok dihubungkan dengan sebuah poros, sehingga kecepatan putar piringan sensor sama dengan kecepatan putar baling-baling mangkok. Bentuk dari piringan sensor yang dikopel dengan baling-baling diperlihatkan pada Gambar 3.2 diatas.

### 3.1.2 Sensor Kecepatan

Dalam perancangan alat pengukuran kecepatan angin, sensor kecepatan merupakan salah satu rangkaian yang memegang peranan yang sangat penting. Sensor kecepatan ini akan membaca slot pada piringan sensor. Piringan sensor berfungsi untuk menghasilkan pulsa-pulsa listrik yang akan di indra oleh *optocoupler* (sensor kecepatan) dengan cara memberi lubang pada tiap pinggir piringan.

Piringan sensor yang digunakan sejumlah 30 slot, skema yang digunakan untuk sensor kecepatan ini adalah seperti pada Gambar 3.3. Penerimaan cahaya infra merah akan membuat transistor peka cahaya menjadi konduksi. Ketika transistor konduksi, keluarannya akan menjadi masukan logika rendah ke *schmitt trigger* dan yang digunakan dalam rancangan adalah

komponen 74LS14. *Schmitt trigger* berfungsi untuk membersihkan sinyal. Jadi keluaran rangkaian transduser akan berlogika rendah ketika transistor konduksi.



Gambar 3.3 Rangkaian sensor untuk piringan sensor

Pada saat LED tidak konduksi (off), LED tidak akan memancarkan cahaya infra merah sehingga transistor juga akan mati. Hal ini akan memberi masukan logika tinggi ke *schmitt trigger*. Dalam keadaan baling-baling mangkok berputar, rangkaian sensor kecepatan akan memberikan keluaran dalam bentuk gelombang kotak dengan 30 pulsa tiap putaran baling-baling.

### 3.1.3 Schmitt trigger

IC ini berfungsi menegaskan output *optocoupler* (LED dan phototransistor), ketika berubah dari low ke high bila kurang dari nilai *Positif Going Threshold Voltage* (PGTV) maka output akan dibawa ke logika low dan sebaliknya bila lebih dari nilai PGTV maka output akan dibawa ke logika high. Ketika berubah dari high ke low bila lebih dari nilai *Negative Going Threshold Voltage* (NGTV) maka output akan dibawa ke logika high dan sebaliknya bila kurang dari nilai NGTV, maka output akan dibawa ke logika low. Nilai PGTV IC 74LS14 adalah 1,5 sampai 2 volt dan NGTVnya adalah 0,6 sampai 1,1 volt.

### 3.1.4 Mikrokontroler AT89C51 Untuk Kecepatan Angin

Mikrokontroler AT89C51 berfungsi untuk mengolah data yang inputnya berasal dari schmitttrigger dan hasilnya akan ditampilkan di LCD M1632.

Piringan sensor ini prinsip kerjanya menghitung jumlah pulsa dalam jumlah waktu tertentu. Untuk mempermudah menampilkan data hasil perhitungan sehingga tidak diperlukan pengali maka dibuat metode pengambilan data persatuan waktu yang khusus. Diambil contoh untuk kecepatan angin 3 KM/Jam, metodenya sebagai berikut :

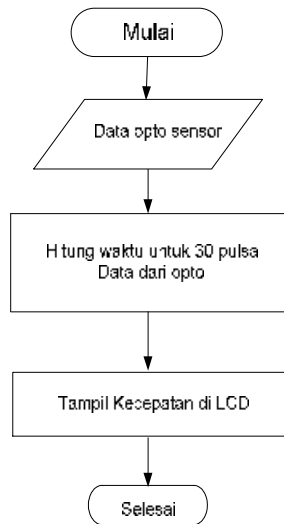
$$3 \text{ KM/Jam} = 1 \text{ rps}$$

karena digunakan 30 slot maka dalam

$$1 \text{ rps} = 30 \text{ slot} = 3 \text{ KM/Jam}$$

sehingga setiap 1 pulsa akan sama dengan 0,1 KM/Jam

Rancangan pemograman dari mikrokontroler untuk mengolah data yang inputnya berasal dari sensor kecepatan mengikuti *flowchart* dibawah ini :



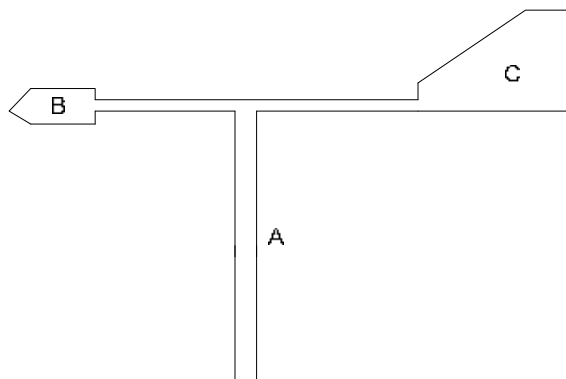
Gambar 3.4 Diagram alir kalang tertutup kecepatan angin

### 3.2 Penentu Arah Angin

Penentu arah angin ini terdiri atas 3 macam piranti, yaitu sirip penunjuk arah angin, sensor *rotary encoder* dan mikrokontroler AT89C51 serta LCD untuk menampilkan hasilnya.

#### 3.2.1 Mekanik Penentu Arah Angin

Arah angin dinyatakan dengan arah dari mana datangnya angin, misalnya: angin barat yang artinya angin datang dari barat, angin tenggara yang artinya angin datang dari tenggara, dan sebagainya. Mekanik penentu arah angin ini berupa sirip untuk menunjukkan arah angin seperti yang terlihat pada Gambar 3.5 Sirip ini berfungsi untuk memutar sensor *rotary encoder* untuk menunjukkan arah angin sesuai dengan arah datangnya angin.



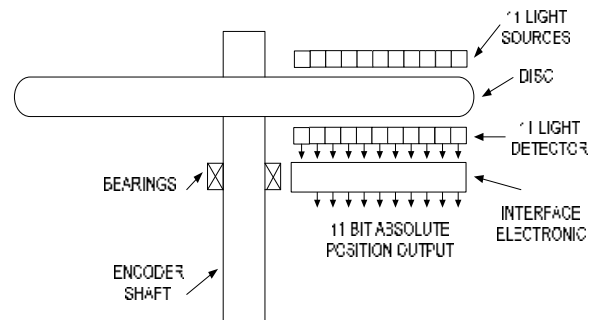
Gambar 3.5 Mekanik penunjuk arah angin

Seperti terlihat pada Gambar 3.5, mekanik arah angin mempunyai poros vertikal A. Ekor angin C mempunyai daya tangkap angin yang lebih besar dari ujung mekanik B. Dengan demikian, maka dari manapun angin datang bertiup, ujung mekanik B senantiasa mengambil kedudukan menuju ke arah dari mana datangnya angin.

#### 3.2.2 Sensor *Rotary encoder*

Sensor *rotary encoder* yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu type ENP50S8 buatan Autonics. Prinsip kerja dari sensor ini yaitu dengan menghubungkan poros (*shaft*) pada sebuah piringan sensor seperti diperlihatkan pada Gambar 3.8. Dimana piringan sensor ini terdiri dari beberapa jalur (*track*) yang berupa lingkaran-lingkaran yang konsentris dan setiap

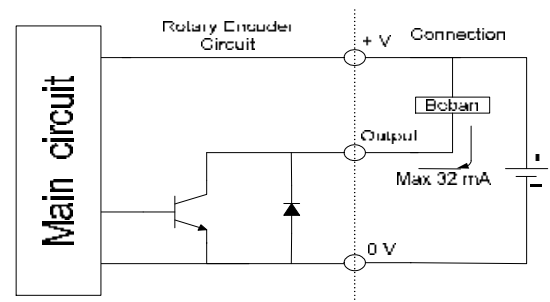
jalur di hubungkan dengan sebuah sumber cahaya dan detektor cahaya. Sumber cahaya ini berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi cahaya, dan cahaya ini akan mengkonduksikan detektor cahaya jika mengenai bagian yang transparan dari piringan tersebut. Sehingga, keluaran dari detektor cahaya akan mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Sehingga, masing-masing jalur (*track*) dapat diketahui MSB (*Most Significant Bit*) dan LSB (*low Significant Bit*) pada outputnya yang berupa bilangan biner yang menyusun sebuah sandi BCD.



Gambar 3.6 Prinsip kerja absolut encoder 11 bit

Keluaran dari masing-masing detektor cahaya akan dikontrol dengan NPN *open collector* seperti terlihat pada Gambar 3.11, dengan beban sebesar 10KΩ. Transistor ini berfungsi sebagai saklar dan untuk menguatkan tegangan supaya keluaran dari sensor ini dapat genap +5 V dan 0 V, hal ini dikarenakan keluaran dari detektor cahaya tidak genap +5 V atau 0 V tapi sekitar +2,7 V untuk logika tinggi dan sekitar +1,6 V untuk logika rendah. Jadi keluaran dari transistor akan berlogika tinggi (+ 5 V) jika masukan berlogika rendah dan begitupun sebaliknya.

Sensor ini mempunyai keluaran 11 bit yang dihubungkan ke mikrokontroler dimana 8 bit LSB masuk melalui port 0 dan 3 bit MSB masuk melalui port 2.0-2.2 yang diperlihatkan seperti pada Gambar 3.1 diatas. Pada aplikasinya sebagai penentu arah angin sensor *rotary encoder* yang digunakan mempunyai ketelitian sampai 0,5 derajat, hal ini disebabkan karena sensor ini mempunyai pulse/1 putaran sebesar 720 division.

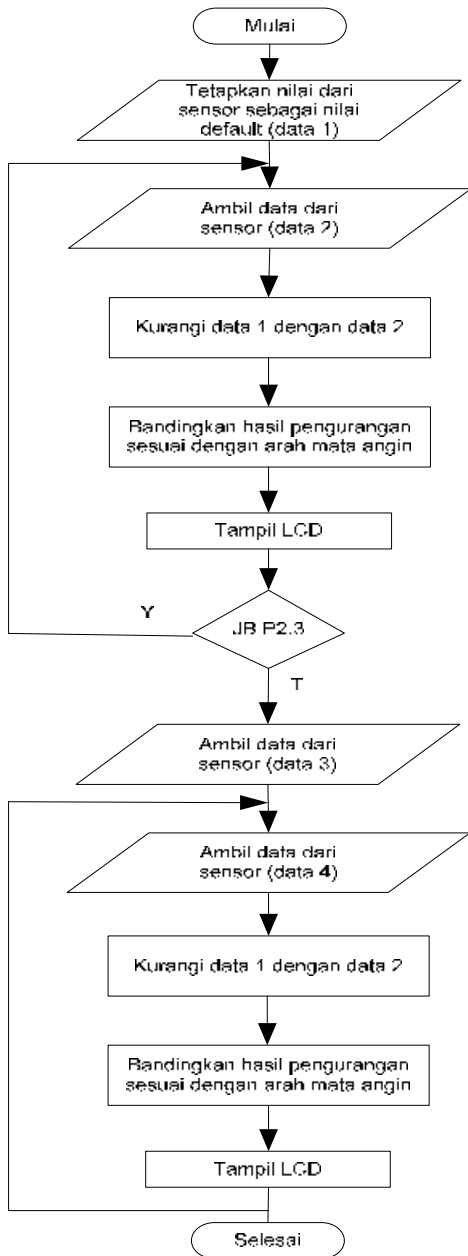


Gambar 3.7 control output NPN open collector

#### 3.2.3 Mikrokontroler AT89C51 Untuk Arah Angin

Mikrokontroler AT89C51 berfungsi untuk mengolah data yang inputnya berasal dari sensor *rotary encoder* dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD M1632. Skematik rangkaian mikrokontroler ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 diatas. Rancangan pemograman dari mikrokontroler untuk penentu arah angin ini terbagi menjadi dua bagian yaitu tampilan untuk nilai *default* dan tampilan untuk nilai *setting*. Tampilan untuk nilai *default* ini digunakan pada saat alat pertama kali dijalankan, dengan catatan bahwa tombol set tidak ditekan. Jika sewaktu-waktu diinginkan pengesetan arah angin, maka tombol

set ditekan setelah mengatur arah angin sesuai keinginan. Diagram alir untuk penentu arah angin ini dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram alir untuk arah angin

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian pada sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang telah direalisasikan ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem tersebut dapat bekerja sesuai dengan teori-teori yang ada atau tidak, serta untuk mengetahui seberapa besar kesalahan hasil pembacaan perangkat keras yang dibuat yaitu dengan cara melakukan kalibrasi dengan anemometer (alat ukur kecepatan angin) yang ada. Pengujian sistem ini dilakukan pada masing-masing bagian, yaitu dengan membandingkan hasil pengukuran alat yang dibuat dengan alat ukur yang ada di Badan Metereologi dan Geofisika (BMG) Maritim Semarang. Pengukuran yang dilakukan terbagi menjadi 2 bagian yaitu pengukuran untuk kecepatan angin dan pengukuran untuk penentu arah angin

##### 4.1. Pengujian Alat Ukur Kecepatan angin

Kalibrasi untuk alat pengukur kecepatan angin yang dibuat ini dilakukan di BMG Maritim Klas II Semarang. Alat

ukur pembanding yang ada pembacaannya menggunakan teknologi analog dengan ketelitian sebesar 0,5 m/s atau sekitar 1,8 Km/jam. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan kipas angin yang diarahkan ke baling-baling mekanik alat yang dibuat dan baling-baling mekanik pembanding dengan besar kecepatan kipas angin dan jarak yang sama.

Pengukuran dilakukan pada kecepatan 0,5 m/s sampai 5 m/s. Hal ini dilakukan karena keterbatasan besarnya kecepatan angin yang dipakai hanya mampu menggerakkan baling-baling mekanik sampai dengan kecepatan 5 m/s. Hasil pengukuran kecepatan angin pada kedua alat tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil pengujian alat ukur kecepatan angin

m/s	I	II	III
	Km/Jam	Km/Jam	Km/Jam
0,5	1,7	1,8	1,7
1	3,4	3,5	3,4
1,5	5	5,1	5,3
2	7,2	7,3	7,0
2,5	9,1	9,1	9,2
3	10,6	10,6	10,7
3,5	12,2	12,0	12,0
4	14,2	14,6	14,3
4,5	16,1	15,8	15,8
5	18,3	18	18,1

Berdasarkan hasil pengujian yang didapat seperti pada Tabel 4.1 dapat dilakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil pengukuran kecepatan 0,5 m/s

No	Alat Ukur Pembanding (Km/Jam)	Alat Ukur TA	Sim-pangan $(x - \bar{x})$	Simpangan Kuadrat $(x - \bar{x})^2$
1	1,8	1,7	-0,1	0,01
2	1,8	1,8	0	0
3	1,8	1,7	-0,1	0,01
Jumlah				0,02

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas dapat dilakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{0,02}{3(3-1)}}$$

$$S_{\bar{x}} = 0,06$$

$$e = 0,06 / 1,8 \times 100 \%$$

$$= 3,33 \%$$

Dimana:

$\bar{x}$  = Harga pembanding

n = Jumlah pengukuran

$S_{\bar{x}}$  = Standar deviasi rata-rata

Berdasarkan contoh perhitungan, maka dapat dicari besarnya kesalahan rata-rata untuk pengukuran kecepatan angin melalui Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Perhitungan kesalahan rata-rata kecepatan angin

No	Kecepatan Angin (Km / Jam)	Error (%)	Simpangan ( $e - \bar{e}$ )	Simpangan Kuadrat ( $(e - \bar{e})^2$ )
1	1,8	3,33	1,38	1,90
2	3,6	3,40	1,45	2,10
3	5,4	3,88	1,93	3,72
4	7,2	1,26	-0,24	0,05
5	9	1,11	-0,84	0,71
6	10,8	0,90	-1,05	1,10
7	12,6	3,01	1,06	1,12
8	14,4	0,83	-1,12	1,25
9	16,2	1,11	-0,84	0,71
10	18	0,71	-1,24	1,54
Jumlah		$\bar{e} = 1,95$		$\Sigma(e - \bar{e})^2 = 14,20$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\Sigma(e - \bar{e})^2}{n(n-1)}}$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{14,20}{10(10-1)}}$$

$$S_{\bar{x}} = 0,39$$

$$\text{Toleransi} = \frac{0,39}{1,95} \times 100\% = 20\%$$

Jadi harga kesalahan rata-rata pengukuran kecepatan angin adalah sebesar 1,95 % dengan harga toleransinya adalah sebesar 20%, dengan

$$\text{Ketepatan} = 100\% - 0,39\% = 99,61\%$$

Dari Tabel pengukuran kecepatan angin yang dilakukan di BMG Maritim Klas II Semarang dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara alat ukur kecepatan angin tugas akhir dengan alat ukur kecepatan angin pembanding. Hal ini disebabkan karena pada alat ukur pembanding skala pembacaannya dilakukan secara analog dengan satuan m/s dan intervalnya sebesar 0,5 m/s (1,8 Km/Jam) sedangkan alat ukur tugas akhir skala pembacaannya dilakukan secara digital dengan satuan Km/Jam dan ketelitiannya sebesar 0,1 Km/Jam sehingga pada kedua alat terdapat perbedaan satuan dan ketelitian hasil pembacaan yang dapat mengakibatkan kesalahan hasil pengamatan pada waktu pengukuran.

#### 4.2 Pengujian Alat Ukur Penentu Arah Angin

Pengujian alat pengukur arah angin dilakukan untuk mengetahui apakah alat pengukur arah angin yang dibuat dapat mengukur hingga 360<sup>0</sup> dalam satu putarannya atau tidak dan untuk menguji seberapa tinggi ketelitian alat ukur tersebut, serta membandingkannya dengan penentu arah angin yang ada di BMG Maritim Klas II Semarang, pengujian dilakukan dengan cara mengarahkan mekanik alat yang dibuat dan mekanik alat dari BMG ke arah utara yang menandakan bahwa

kedua alat diposisikan pada arah yang sama yaitu pada posisi 0<sup>0</sup> yang artinya bahwa angin datang dari arah utara,

Setelah kedua alat di set pada posisi 0<sup>0</sup>, kemudian kipas angin diarahkan ke kedua alat tersebut dan mencatat hasilnya, Pengarahan kipas angin ini dilakukan pada berbagai arah, Hal ini dimaksudkan untuk melihat seberapa besar ketelitian alat yang dibuat, Perbandingan hasil antara alat penentu arah angin yang dibuat dengan yang ada di BMG Maritim Semarang adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil pengujian alat ukur arah angin

Alat Pembanding (Derajat)	Alat Tugas Akhir (derajat)		
	I	II	III
0	0	0	0
25	26	26,5	26
60	60,5	60,5	60
70	69	71	69
100	100	103	102
124	124	124	124,5
160	160	160,5	160,5
176	175	175	175
193	195	195	194
209	209	210	209
232	235	233	233
235	233	235	233
285	285	285	285
302	302	300	302
325	324	324	324,5

Untuk mengetahui seberapa besar kesalahan pembacaan alat ukur yang dibuat terhadap alat ukur pembanding, maka dapat dibuat Tabel perhitungan-perhitungan berdasarkan Tabel 4.4. Dimana, contoh perhitungannya dapat dilihat pada perhitungan untuk kecepatan angin.

Tabel 4.5 Perhitungan kesalahan rata-rata penentu arah angin

No	Arah Angin	Error (e) (%)	Simpangan ( $e - \bar{e}$ )	Simpangan Kuadrat ( $(e - \bar{e})^2$ )
1	0	0	-0,63	0,40
2	25	3,36	2,73	7,45
3	60	0,4	-0,23	0,05
4	70	1,01	0,38	0,14
5	100	1,47	0,84	0,71
6	124	0,16	-0,47	0,22
7	160	0,18	-0,45	0,20
8	176	0,39	-0,24	0,06
9	193	0,76	-0,13	0,02
10	209	0,19	-0,44	0,19
11	232	0,63	0	0
12	235	0,50	-0,13	0,02
13	285	0	-0,63	0,40
14	302	0,27	-0,36	0,13
15	325	0,18	-0,45	0,20
Jumlah		$\bar{e} = 0,63$		$\Sigma(e - \bar{e})^2 = 10,19$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\Sigma(e - \bar{e})^2}{n(n-1)}}$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{10,19}{15(15-1)}}$$

$$S_{\bar{x}} = 0,22$$

$$\begin{aligned} \text{Toleransi} &= \frac{0,22}{0,63} \times 100 \% \\ &= 34,92 \% \end{aligned}$$

Jadi harga kesalahan rata-rata pengukuran arah angin adalah sebesar 0,63% dengan harga toleransinya sebesar 34,92%, dengan

$$\begin{aligned} \text{Ketepatan} &= 100\% - 0,63 \% \\ &= 99,37 \% \end{aligned}$$

Hasil pengukuran arah angin yang diperoleh dapat dilihat bahwa alat yang dibuat mampu menentukan arah angin hingga  $360^0$  dengan ketelitian sebesar  $0,5^0$ . Meskipun terdapat perbedaan hasil pengukuran antara alat ukur tugas akhir dengan alat ukur pembanding, namun perbedaan ini tidak terlalu jauh. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu:

1. Pengaruh ruangan terhadap sistem dimana angin dari luar maupun angin dari kipas angin yang memantul dapat mempengaruhi pergerakan mekanik dari alat ukur sehingga mengakibatkan mekanik arah angin alat ukur tidak selalu tepat menunjukkan nilai yang konstan, meskipun perubahannya sedikit tetapi dapat mengakibatkan kesalahan dalam pengamatan.
2. Terdapat perbedaan skala yaitu pada alat ukur tugas akhir skalanya sebesar  $0,5^0$  sedangkan skala alat ukur pembanding sebesar  $1^0$  sehingga pada alat ukur pembanding apabila jarum berada diantara suatu nilai misal antara  $1^0$  dan  $2^0$  maka nilai yang diperoleh adalah salah satu dari kedua nilai tersebut yaitu  $1^0$  atau  $2^0$ . Sedangkan pada alat ukur tugas akhir bisa  $1^0$ ,  $1,5^0$ , atau  $2^0$  sehingga dapat mengakibatkan perbedaan pada hasil pengukuran.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sensor kecepatan berupa rangkaian elektronik yang terdiri dari optocoupler jenis U dan schmitt trigger MC74LS14 yang menghasilkan frekuensi keluaran yang sebanding dengan kecepatan mekanik baling-baling mangkok
2. Pengukuran kecepatan angin dilakukan pada angin yang bergerak mendatar dengan kecepatan minimal yang dapat diukur adalah 0,1 Km/jam.
3. Dari hasil kalibrasi yang dilakukan di Badan Metereologi dan Geofisika (BMG) Maritim Semarang, diperoleh *error* rata-rata untuk pengukuran kecepatan angin sebesar 1,95 %.
4. Sensor untuk penentu arah angin ini menggunakan sensor *absolut rotary encoder* buatan Autonics yang menghasilkan 720 pulsa dalam satu putaran sehingga mampu menentukan arah angin dengan ketelitian sebesar  $0,5^0$ .
5. Dari hasil kalibrasi yang dilakukan, alat penentu arah angin Tugas Akhir mempunyai kesalahan rata-rata yang cukup rendah yaitu sebesar 0,63% terhadap alat yang ada di BMG Maritim.

## 5.2 Saran

Untuk penyesetan arah angin apabila catu daya mati maka nilai yang akan ditampilkan adalah nilai default sehingga perlu dilakukan penyesetan ulang arah utara. Maka sebagai saran untuk pengembangan alat ini, masih perlu ditambahkan memori eksternal seperti EEPROM (*Electrical Erasable Programable Read Only Memory*) agar apabila catu daya mati tidak perlu dilakukan penyesetan ulang arah utara.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Buyung Nusantara, *Alat Pengukur Kecepatan dan Penentu Arah Angin Berbasis Komputer*, Teknik Elektro UNDIP, Semarang, 2000.
2. Arsyad, Sofyan, *Ilmu Iklim dan Pengairan*, CV Yasagama, Jakarta, 1983.
3. Barry Gwoollard, *Elektronika Praktis Cetakan Kedua*, PT. Praditya Paramita, Jakarta, 1998.
4. Ibnu Malik, Muhammad, Anistardi, *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 1997.
5. Malvino Leach, *Prinsip-Prinsip dan Penerapan digital Edisi ketiga*, Erlangga, Jakarta, 1992.
6. Malvino, Paul Albert, *Prinsip – Prinsip Elektronika Jilid I*, Diterjemahkan oleh Sahat Pakpahan, Erlangga, Jakarta, 1996.
7. Millman, Halkias, *Elektronika Terpadu*, Erlangga, Jakarta, 1993.
8. Roger L. Tokheim, Sutisna, *Prinsip-Prinsip Digital Edisi Kedua*, Erlangga, 1994.
9. Putra, Agfianto Eko, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi*, Gaya Media, Yogyakarta, 2002.
10. ...., *AT89C51 Datasheet*, <http://www.Atmel.com>, 2005.
11. ...., *Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual*. Seiko Instrumen Inc, Japan, 1987.
12. ...., *Rotary Encoder Datasheet*, <http://www.autonics.com>, 2005.
13. ...., *Rotary Encoder Datasheet*, <http://www.omron.com>, 2005.

**Rizal Banodin** lahir di Garut, 23 Oktober 1981. Lulus dari SMUN 01 Malangbong, Garut tahun 2000. Saat ini sedang menempuh pendidikan tinggi di Jurusan Teknik Elektro UNDIP, konsentrasi elektronika dan telekomunikasi.

Menyetujui dan mengesahkan

Pembimbing I

Pembimbing II

Adian Fatchur R, S.T., M.T.  
NIP. 132 205 680

Trias Andromeda, ST, MT.  
NIP. 132 283 185



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.