

**PENGEMBANGAN STASIUN PENCATAT PARAMETER  
CUACA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DAN  
PC**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Oleh:

**FENDI AGUS TRIANTO**  
**0410930015-93**



**JURUSAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN**  
**ALAM**  
**UNIVERSITA BRAWIJAYA**  
**MALANG**  
**2009**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

### PENGEMBANGAN STASIUN PENCATAT PARAMETER CUACA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DAN PC

Oleh :

FENDI AGUS TRIANTO

0410930015-93

Telah dipertahankan di depan Majelis Pengaji

pada tanggal .....

dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I

Drs. Arinto Yudi P.W. M.Sc. PhD

NIP : 131 837 956

Pembimbing II

Dr.Eng. Didik R. Santoso

NIP : 132 086 158

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo. PhD

NIP : 131 960 447

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FENDI AGUS TRIANTO

NIM : 0410930015

Jurusan : Fisika

Penulis skripsi berjudul :

### PENGEMBANGAN STASIUN PENCATAT PARAMETER CUACA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DAN PC

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Juni 2009  
Yang menyatakan,

(Fendi Agus Trianto)

NIM. 0410930015

# Pengembangan Stasiun Pencatat Parameter Cuaca Otomatis Berbasis Mikrokontroler dan PC

## ABSTRAK

Peralatan stasiun pencatat parameter cuaca otomatis yang ada di pasar komersial umumnya mempunyai kompleksitas yang sangat tinggi, sehingga menjadikannya berharga mahal. Jika peralatan ini dikembangkan sendiri akan dapat dibuat lebih sederhana, sehingga dapat menurunkan biaya produksi. Penelitian ini telah mengembangkan sistem peralatan pencatat parameter cuaca yang dapat bekerja secara otomatis dalam bentuk yang lebih sederhana. yang mengukur suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan arah angin

Sistem peralatan dibangun dengan sensor SHT11 untuk mengukur suhu udara dan kelembaban udara, optocouple sebagai sensor kecepatan angin yang menghitung jumlah putaran anemometer cup dan photodioda sebagai sensor arah angin yang menunjukkan arah dari vane. Sensor-sensor tersebut dalam bekerjanya dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler PIC16F876. Sistem akuisisi data ini selanjutnya dihubungkan dengan sebuah logger data berupa PC melalui jalur komunikasi serial RS-485.

Dari hasil uji coba dan kalibrasi terhadap peralatan standar HHF11, sistem peralatan telah berjalan dengan baik dengan akurasi pengukuran sensor suhu adalah  $\pm 3^\circ\text{C}$ , akurasi pengukuran sensor kelembaban udara  $\pm 3\%\text{RH}$ , dan akurasi pengukuran sensor kecepatan angin  $\pm 5\%$ . Sistem peralatan mampu mendeteksi 16 arah mata angin.

*Kata kunci:*

*Pencatat cuaca, sensor cuaca, mikrokontroler, RS-485*

# **Development of Automatic recording weather station Based on Microcontroller and PC**

## **ABSTRACT**

In commercial market, the equipment of weather station were built with high complexity, therefore the price was very expensive. If the instruments were own developed with more simple, the production cost will decrease. This research has developed an automatically weather station in the form more simple to record temperature, air humidity, wind speed and wind direction.

The equipment system used a SHT11 censor for temperature and humidity measurement, an optocouple was used for a wind speed censor based on the measurement of count amount of an anemometer cup rotation, a photodiode was as a wind direction censor detecting a vane direction. Those censors were controllerd by a PIC16F876 microcontroller. Furthermore, the system of data akuisisi was attributed with a data logger in the form of PC pass through serial communication RS-485.

From result of experiment and calibrate for standart equipments HHF11, the sytem has worked well with accururation  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  for temperature,  $\pm 3\%$ RH for air humidity,  $\pm 5\%$  for wind speed. respectively. And the equipment sytem is able to detect wind in 16 directions.

**Key words:**

Weather recorder, weather parameter, microcontrouller, RS-485

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang MahaEsa, atas rahmat-Nya dalam terselesaikannya tugas akhir ini, dengan judul **“PENGEMBANGAN STASIUN PENCATAT PARAMETER CUACA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DAN PC”**, yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Fisika, di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang. Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, khususnya kepada:

1. Drs. Arinto Yudi P.W. Msc. PhD selaku dosen Pembimbing I dan DR.Eng. Didik R. Santoso., selaku pembimbing II, yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dukungan dan bantuan finansial yang bersumber dari dana DPPSPP dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Dr. Ir. D.J. Djoko Herry S. M.Phil., selaku dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan banyak saran dan nasehat selama menjalani studi.
3. Drs. Adi Susilo. PhD, selaku Ketua Jurusan Fisika, serta segenap Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Fisika.
4. Kedua orang tua yang selalu memberikan dorongan dan bantuan baik secara materiil maupun spirituul.
5. Mahasiswa Fisika Universitas Brawijaya, terutama angkatan 2004 yang senantiasa membantu.
6. Semua pihak yang telah membantu selama penelitian sampai terselesaikannya tugas akhir ini

Tugas akhir ini tentunya masih mempunyai banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Mei 2009

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL -----</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN-----</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN -----</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK -----</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT -----</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR -----</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI -----</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR-----</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL -----</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN -----</b>	<b>xii</b>

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang -----	1
1.2 Perumusan Masalah -----	2
1.3 Batasan Masalah -----	2
1.4 Tujuan Penelitian-----	2
1.5 Manfaat Penelitian -----	2

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Unsur-unsur Cuaca -----	3
2.1.1 Suhu udara-----	3
2.1.2 Kelembaban udara -----	4
2.1.3 Angin -----	4
2.2 Sensor Suhu dan Kelembaban SHT11 -----	6
2.2.1 Spesifikasi interface -----	9
2.2.2 Protokol transfer data -----	10
2.2.3 Konversi output SHTxx ke nilai fisik-----	14
2.3 Optocoupler-----	15
2.4 Photodioda-----	16
2.5 Mikrokontroler PIC16F876 -----	16
2.6 Device Network Interface Card (NIC) RS-485-----	17
2.7 Port Serial Komputer -----	18

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian-----	21
3.2 Tahapan Penelitian -----	21
3.3 Perencanaan Serta Perancangan Sistem	
3.3.1 Hardware -----	21
3.3.2 Software -----	22
3.4 Rencana Pengujian Alat-----	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Prototipe Sistem Alat	
4.1.1 Sensor suhu dan kelembaban -----	33
4.1.2 Sensor kecepatan angin -----	33
4.1.3 Sensor arah angin -----	35
4.1.4 Sistem akuisisi data-----	36
4.2 Uji Coba dan Pembahasan -----	40
4.2.2 Pengujian sensor suhu-----	40
4.2.3 Pengujian sensor kelembaban -----	42
4.2.4 Kalibrasi sensor kecepatan angin -----	43
4.2.5 Pengujian sensor arah angin -----	45
4.2.6 Tampilan program stasiun pencatat cuaca -----	46
4.2.7 Spesifikasi alat-----	48
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan -----	49
5.2 Saran -----	49
<b>DAFTAR PUSTAKA -----</b>	51
<b>LAMPIRAN -----</b>	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Vane -----	5
Gambar 2.2 Anemometer cup-----	6
Gambar 2.3 SHT1x -----	6
Gambar 2.4 Blok Diagram SHT1x/SHT7x -----	6
Gambar 2.5 Grafik akurasi kelembaban SHT1x -----	8
Gambar 2.6 Grafik akurasi temperatur SHT1x-----	8
Gambar 2.7 Interface SHT1x -----	9
Gambar 2.8 Transmisi start-----	10
Gambar 2.9 Timing diagram pengukuran -----	11
Gambar 2.10 Komunikasi reset-----	12
Gambar 2.11 Skematik pengukuran -----	12
Gambar 2.12 Skematik status register-----	13
Gambar 2.13 Output sensor kelembaban terhadap RH -----	14
Gambar 2.14 Optocoupler -----	15
Gambar 2.15 Susunan pin mikrokontroler PIC16F876 -----	17
Gambar 2.16 Susunan pin NIC RS-485 -----	18
Gambar 3.1 Sketsa perancangan sistem-----	22
Gambar 3.2 Flowchart program utama-----	23
Gambar 3.3 Flowchart subroutine inisialisasi awal-----	24
Gambar 3.4 Flowchart subroutine trigger -----	25
Gambar 3.5 Flowchart subroutine pengukuran suhu -----	26
Gambar 3.6 Flowchart subroutine pengukuran kelembaban-----	27
Gambar 3.7 Flowchart subroutine pengukuran arah angin-----	29
Gambar 3.8 Flowchart eksternal interupsi-----	29
Gambar 3.9 Diagram alir pengujian sensor SHT11 -----	30
Gambar 3.10 Diagram alir kalibrasi sensor kecepatan angin-----	31
Gambar 4.1 Rangkaian SHT11 dengan PIC16F876-----	33
Gambar 4.2 Hasil pembuatan anemometer cup -----	34
Gambar 4.3 Rangkaian optocoupler -----	34
Gambar 4.4 Hasil pembuatan vane -----	35
Gambar 4.5 Desain piringan -----	35
Gambar 4.6 Rangkaian photodioda -----	36
Gambar 4.7 Rangkaian mikrokontroller PIC16F876-----	37
Gambar 4.8 Hasil rangkaian mikrokontroller dengan SHT11--	37
Gambar 4.9 Rangkaian converterRS232-RS485-----	38

Gambar 4.10 Hasil rangkaian <i>converterRS232-RS485</i> -----	38
Gambar 4.11 Saluran komunikasi multi-drop -----	40
Gambar 4.12 Sketsa pengujian sensor suhu di atas es batu -----	41
Gambar 4.13 Sketsa pengujian sensor suhu di depan blower---	41
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan output suhu dari SHT11 dan HH12A -----	41
Gambar 4.15 Sketsa pengujian sensor kelembaban -----	42
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan output kelembaban dari SHT11 dan HHF11 -----	43
Gambar 4.17 Sketsa kalibrasi sensor kecepatan angin-----	44
Gambar 4.18 Grafik Kalibrasi sensor kecepatan angin -----	44
Gambar 4.19 Tampilan program delphi-----	46
Gambar 4.20 Tampilan data-----	47
Gambar 4.21 Tampilan data pada excel -----	47
Gambar L.1 Stasiun pencatat parameter cuaca -----	79



## DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

Tabel 2.1 Command SHTxx -----	10
Tabel 2.2 Status register -----	13
Tabel 2.3 Koefisien konversi kelembaban -----	14
Tabel 2.4 Kompensasi oleh temperatur -----	14
Tabel 2.5 Koefisien konversi temperatur -----	15
Tabel 4.1 Data pengamatan arah angin -----	45
Tabel L.1 Pengujian suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )-----	53
Tabel L.2 Pengujian kelembaban (%RH) -----	55
Tabel L.3 Pengujian kecepatan angin -----	56



## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

### Halaman

Lampiran 1 Data pengujian -----	53
Lampiran 2 Listing Program	
L.2.1 Listing program mikrokontroler -----	57
L.2.2 Listing program delphi07 -----	67
Lampiran 3 Foto peralatan-----	79



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Cuaca merupakan keadaan fisis atmosfer bumi setiap saat. Keadaan tersebut dinyatakan dengan tinggi rendahnya parameter suhu, tekanan udara, kelembaban udara, angin, dan berbagai fenomena lainnya yang ada misalnya adanya awan, hujan, badai guntur dan lain sebagainya. Parameter parameter tersebut disebut unsur cuaca. Suhu, tekanan udara, kelembaban udara dan angin dikenal sebagai unsur cuaca utama, parameter lain diturunkan dari unsur cuaca utama (BMG, 2007).

Dalam usaha untuk mengamati perubahan cuaca, diperlukan suatu stasiun cuaca yang bisa memberikan informasi cuaca yang terjadi di dalam suatu wilayah tertentu dan dalam waktu tertentu. Pengamatan cuaca dilakukan secara kontinu. Untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam pengukuran parameter cuaca, diperlukan suatu peralatan yang dapat bekerja secara otomatis mengukur dan mencatat parameter cuaca tersebut secara periodik.

Peralatan stasiun pencatat parameter cuaca otomatis yang ada di pasar komersial umumnya mempunyai kompleksitas yang sangat tinggi, sehingga mempunyai harga yang mahal. Peralatan ini dapat dikembangkan sendiri dengan membuatnya menjadi lebih sederhana, sehingga dapat menurunkan biaya produksi. Penelitian ini, mencoba mengembangkan sistem peralatan pencatat parameter cuaca yang dapat bekerja secara otomatis dalam bentuk yang lebih sederhana. Jenis parameter cuaca yang akan diukur dipilih yang umum-umum saja yaitu suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan arah angin. Sistem akuisisi data dibangun dengan menggunakan komponen utama berupa mikrokontroler dan untuk logger data digunakan sebuah PC.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengubah besaran fisis cuaca menjadi besaran listrik berupa data digital?
2. Bagaimana merancang dan membuat stasiun pencatat cuaca otomatis?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam perencanaan dan pembuatan alat ini diperlukan pembatasan masalah, pembatasan masalah yang diajukan dalam skipsi ini adalah:

1. Membuat prototipe stasiun cuaca otomatis yang mengukur parameter cuaca berupa suhu, kelembaban udara, kecepatan dan arah angin.
2. Suhu dan kelembaban diukur dengan sensor SHT11. Arah dan kecepatan angin dideteksi dengan menggunakan detektor photodioda dan optocouple.
3. Jenis mikrokontroler yang dipakai sebagai akuisisi data adalah PIC16F876

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan tugas akhir ini adalah merancangbangun sistem alat pencatat cuaca otomatis yang dapat berfungsi sebagai alat pengukur suhu, kelembaban udara, arah dan kecepatan angin dengan biaya yang murah.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dihasilkan alat pencatat cuaca otomatis yang lebih ekonomis dan efisien.
2. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat memberikan kemudahan dan efektivitas dalam bidang terkait dalam rangka pengamatan cuaca.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Unsur-unsur Cuaca**

Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat (Sarjani, 2009). Cuaca itu terbentuk dari gabungan unsur cuaca dan jangka waktu cuaca bisa hanya beberapa jam saja. Misalnya: pagi hari, siang hari atau sore hari, dan keadaannya bisa berbeda-beda untuk setiap tempat serta setiap jamnya.

Iklim adalah keadaan cuaca rata-rata dalam waktu satu tahun yang penyelidikannya dilakukan dalam waktu yang lama ( $\pm$  minimal 30 tahun) dan meliputi wilayah yang luas (Sarjani, 2009).

Ada beberapa unsur yang mempengaruhi keadaan cuaca dan iklim suatu daerah atau wilayah, yaitu: suhu atau temperatur udara, tekanan udara, angin, kelembaban udara, dan curah hujan. Dalam perancangan alat ini, unsur cuaca yang akan diamati adalah suhu udara, kelembaban udara dan angin.

##### **2.1.1 Suhu udara**

Suhu atau temperatur sering dianggap sebagai ukuran panas atau dinginnya suatu benda. Secara mikroskopis suhu merupakan energi kinetik internal rata-rata suatu benda (Tipler, 1998). Temperatur udara adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Alat untuk mengukur suhu atau temperatur udara atau derajat panas disebut Thermometer. Biasanya pengukuran suhu atau temperatur udara dinyatakan dalam skala Celcius (C), Reamur (R), dan Fahrenheit (F) (Sarjani, 2009).

Panas udara timbul karena adanya radiasi panas matahari yang diterima bumi. Tingkat penerimaan panas oleh bumi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (Sarjani, 2009) :

- Sudut datang sinar matahari, yaitu sudut yang dibentuk oleh permukaan bumi dengan arah datangnya sinar matahari. Makin kecil sudut datang sinar matahari, semakin sedikit panas yang diterima oleh bumi dibandingkan sudut yang datangnya tegak lurus.
- Lama waktu penyinaran matahari, makin lama matahari bersinar, semakin banyak panas yang diterima bumi.

- Keadaan muka bumi (daratan dan lautan), daratan cepat menerima panas dan cepat pula melepaskannya, sedangkan sifat lautan kebalikan dari sifat daratan.
- Banyak sedikitnya awan, ketebalan awan mempengaruhi panas yang diterima bumi. Makin banyak atau makin tebal awan, semakin sedikit panas yang diterima bumi.

### 2.1.2 Kelembaban udara

Udara mengandung uap air yang banyaknya tidak tetap. Uap air berasal dari berbagai sumber, misalnya dari penguapan laut, penguapan sungai, penguapan danau dan penguapan dari tumbuh-tumbuhan. Untuk menyatakan kadar uap air di dalam udara digunakan istilah kelembaban (BMG, 2007). Alat untuk mengukur kelembaban udara disebut psychrometer atau hygrometer.

Kelembaban udara dapat dibedakan menjadi (Sarjani, 2009).:

- 1) Kelembaban mutlak atau kelembaban absolut, yaitu kelembaban yang menunjukkan berapa gram berat uap air yang terkandung dalam satu meter kubik ( $1\text{ m}^3$ ) udara.
- 2) Kelembaban nisbi atau kelembaban relatif, yaitu bilangan yang menunjukkan berapa persen perbandingan antara jumlah uap air yang terkandung dalam udara dan jumlah uap air maksimum yang dapat ditampung oleh udara tersebut.

$$\text{Kelembaban Relatif} = \frac{\text{kelembaban mutlak}}{\text{kelembaban jenuh udara}} \times 100\% \quad (2.1)$$

### 2.1.3 Angin

Angin adalah udara yang bergerak dari daerah bertekanan udara tinggi ke daerah bertekanan udara rendah (Sarjani, 2009). Angin bergerak dengan kecepatan dan arah tertentu.

Kecepatan angin dapat ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- 1) Besar kecilnya gradien barometrik. Gradien Barometrik, yaitu angka yang menunjukkan perbedaan tekanan udara melalui dua garis isobar pada garis lurus, dihitung untuk tiap-tiap 111 km (jarak 111 km di equator 1 (atau  $1/360 \times 40.000\text{ km} = 111\text{ km}$ ). Menurut hukum Stevenson bahwa kecepatan angin bertiup berbanding lurus dengan gradien barometriknya. Semakin besar gradient barometriknya, semakin besar pula kecepatannya.

- 2) Relief permukaan bumi. Angin bertiup kencang pada daerah yang reliefnya rata dan tidak ada rintangan. Sebaliknya bila bertiup pada daerah yang reliefnya besar dan rintangannya banyak, maka angin akan berkurang kecepatannya.
- 3) Ada tidaknya tumbuh-tumbuhan. Banyaknya pohon-pohonan akan menghambat kecepatan angin dan sebaliknya, bila pohon-pohnannya jarang maka sedikit sekali sumber hambatan pada kecepatan angin.
- 4) Tinggi dari permukaan tanah. Angin yang bertiup dekat dengan permukaan bumi akan mendapatkan hambatan karena bergesekan dengan muka bumi, sedangkan angin yang bertiup jauh di atas permukaan bumi bebas dari hambatan-hambatan.

Menurut seorang ahli meteorologi bangsa Belanda yang bernama Buys Ballot mengemukakan hukumnya yang berbunyi: Udara mengalir dari daerah maksimum ke daerah minimum. Pada belahan utara bumi, udara/angin berkelok ke kanan dan di belahan selatan berkelok ke kiri. Pembelokan arah angin terjadi karena adanya rotasi bumi dari barat ke timur dan karena bumi bulat (Sarjani, 2009).

Peralatan mekanis dibutuhkan dalam mengkonversi parameter cuaca berupa angin (gerak dan arah). Untuk mengetahui arah dari gerakan angin, kita memerlukan sebuah *vane*. Ketika angin berhembus, *vane* akan berputar dan mengarah ke arah asal angin berhembus. Bentuk dari *vane* sebagai berikut:



Gambar 2.1 Vane

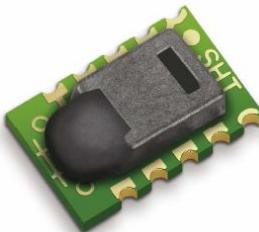
*Anemometer cup* digunakan untuk menangkap angin yang kemudian diubah menjadi gerak rotasi. Dalam pengukuran, *anemometer* terdiri atas: baling-baling dari aluminium yang pada ujung-ujungnya dipasang mangkuk kecil sebagai penangkap angin dengan arah yang sama sehingga baling-baling tersebut akan berputar jika terkena hembusan angin. Oleh karena angin mengadakan tekanan yang sama besar pada bagian yang cekung, maka mangkok akan selalu berputar ke satu arah (Waryono, 1987).



Gambar 2.2 *Anemometer cup*

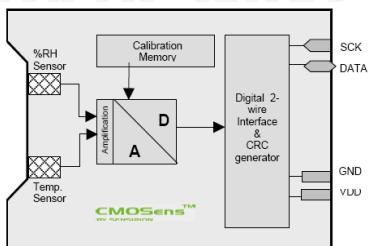
## 2.2 Sensor Suhu dan Kelembaban SHT 11

SHT1x merupakan multi sensor untuk suhu dan kelembaban secara digital. Produk ini mulai dipasarkan pada tahun 2002 yang diproduksi oleh SENSIRION Company di Zurich (Switzerland).



Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x

Gambar 2.3 SHT1x



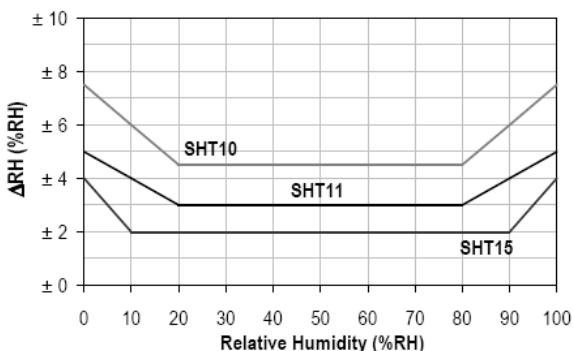
Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x  
**Gambar 2.4 Blok diagram SHT1x/SHT7x**

SHT1x/SHT7x menggunakan teknologi CMOS yang telah dipatenkan sehingga menjamin kestabilan dan reliability yang tinggi. Sensor ini terdiri dari elemen kapasitif (digunakan untuk mengukur kelembaban), sensor temperatur, 14 bit ADC (*Analog to Digital Converter*), dan *interface* serial 2 kabel. Di dalamnya juga terdapat memory kalibrasi yang digunakan untuk menyimpan koefisien kalibrasi hasil pengukuran sensor. Data hasil pengukuran dari SHT11/71 ini berupa *digital logic* yang diakses secara serial

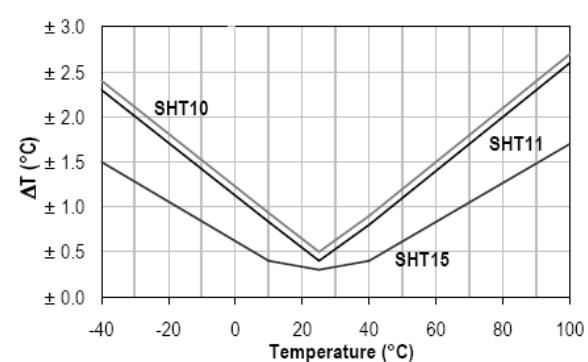
Koefisien yang terdapat dalam *One-Time-Programmable* (OTP) memory digunakan secara internal selama pengukuran untuk mengkalibrasi pembacaan sinyal oleh sensor.

*2-wire interface* dan *internal voltage* membuat sistem intergrasi yang mudah dan cepat. Juga karena bentuknya yang kecil dan konsumsi powerya yang hemat, sensor ini merupakan pilihan terbaik. Sensor ini tersedia dalam tipe bentuk yaitu surface-mountable LCC (*Leadless Chip Carrier*) dan *pluggable -pin single-in-line*.

SHTxx dapat diaplikasikan dalam bermacam-macam bidang seperti: automotif, medis, weather stations, penyimpanan barang, HVAC (*Ventilation and air conditioning system*), data logging, alat ukur, dll.



Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x  
**Gambar 2.5 Grafik akurasi kelembaban SHT1x**



Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x  
**Gambar 2.6 Grafik akurasi temperatur SHT1x**

\*\*Akurasi pengukuran kelembaban:

Tipe SHT11:

Untuk  $0\% \text{ RH} < H < 20\% \text{ RH}$  error pengukuran  $\pm 5\% \text{ RH}$

Untuk  $20\% \text{ RH} < H < 80\% \text{ RH}$  error pengukuran  $\pm 3\% \text{ RH}$

Untuk  $80\% \text{ RH} < H < 100\% \text{ RH}$  error pengukuran  $\pm 5\% \text{ RH}$

\*\*Akurasi pengukuran suhu:

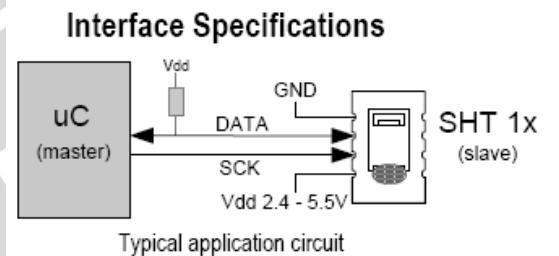
Tipe SHT11:

Untuk  $-40^{\circ}\text{C} < T < 25^{\circ}\text{C}$  error pengukuran  $\pm 2,25^{\circ}\text{C}$

Untuk  $25^{\circ}\text{C} < T < 123,8^{\circ}\text{C}$  error pengukuran  $\pm 3^{\circ}\text{C}$

## 2.2.1 Spesifikasi interface

Untuk menggunakan sensor SHT11, diperlukan sebuah mikrokontroler yang mengatur kerja dari sensor ini. Mikrokontroler berfungsi sebagai master sedangkan SHT11 menjadi slave. Berikut gambar *interface* SHT11 dengan Mikrokontroler.



Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x

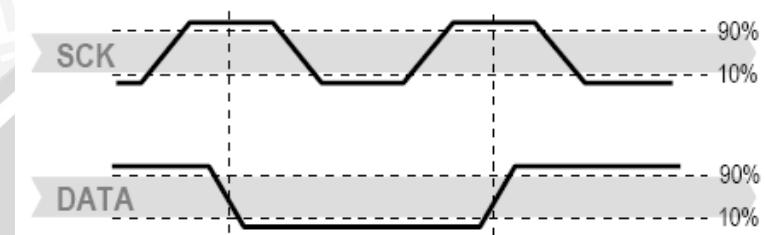
**Gambar 2.7 Interface SHT1x**

SHT11 memerlukan masukan tegangan antara 2,4 sampai 5,5V, setiap kali power up, chip ini memerlukan 11ms untuk mencapai keadaan stabil, sebelum keadaan ini tercapai tidak diperbolehkan adanya pengiriman ‘command’. Power supply pin (VCC dan GND) disarankan dihubungkan dengan kapasitor sebesar 100nF.

*Serial interface* dari SHT11 dioptimalkan untuk pembacaan sensor dan konsumsi power, dan tidak kompatibel dengan *I2C interface* (komunikasi serial berkecepatan tinggi). Serial Clock Input (SCK) digunakan untuk men-*sinkronisasi* komunikasi antara mikrokontroler dengan SHT11. Karena *interface* ini terdiri dari logika statis sepenuhnya maka tidak ada batasan frekuensi minimum dari SCK. Serial Data (DATA) pin merupakan *tri-state* pin yang digunakan untuk transfer data in dan data out. DATA berubah setelah transisi turun, dan valid pada transisi naik dari serial *clock* SCK. Selama transmisi, DATA *line* harus stabil selama SCK *high*. Untuk menghindari adanya signal *contention*, mikrokontroler hanya diperbolehkan men-*drive* DATA dengan keadaan rendah. Eksternal *pull-up* resistor (10K) diperlukan untuk memastikan logika tinggi.

## 2.2.2 Protokol transfer data

Untuk memulai transmisi dikirimkan ‘Transmisi Start’ yang berupa men-drive *low* DATA line ketika SCK *high*, diikuti keadaan *low* pada SCK dan men-drive *high* DATA line ketika SCK masih berlogika tinggi.



Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x

**Gambar 2.8 Transmisi start**

Sinyal perintah terdiri dari 8 bit. Bit-bit tersebut terdiri dari 3 bit alamat (yang mendukung hanya 000) dan 5 bit ‘Command’. SHT11 mengindikasikan penerimaan ‘Command’ dengan men-drive DATA *low* (ACK bit) setelah transmisi *low* ke-8 dari *clock* SCK. Kontrol DATA *line* dilepas (sehingga menjadi tinggi dikarenakan pull up) setelah transmisi turun ke-9 *clock* SCK.

**Tabel 2.1 Commad SHTxx**

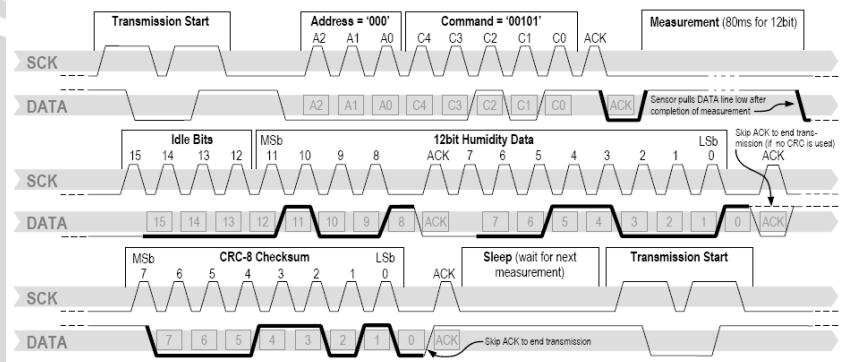
Command	Code
Reserved	0000x
Measure Temperature	00011
Measure Relative Humidity	00101
Read Status Register	00111
Write Status Register	00110
Reserved	0101x-1110x
Soft Reset, resets the interface, clears the status register to default values. Wait minimum 11 ms before next command	11110

Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x

Setelah mengirimkan perintah, mikrokontroler menunggu proses pengukuran selesai, ini memerlukan waktu kurang lebih 11/55/210ms untuk pengukuran 8/12/14 bit. Waktu sesungguhnya

bervariasi sampai  $\pm 15\%$  kecepatan dari *internal oscillator*. Untuk menandakan bahwa pengukuran selesai, SHTxx mendrive *low* DATA line. Mikrokontroler harus menunggu tanda ini sebelum menjalankan *clock* SCK lagi.

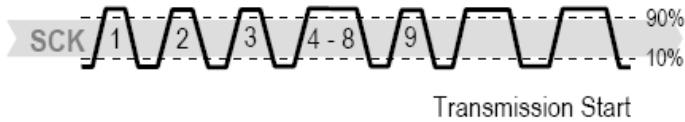
Kemudian 2 byte hasil pengukuran dan 1 byte CRC ditransmisikan. Mikrokontroler harus memberi signal *ocknowledge* untuk tiap byte dengan men-drive *low* DATA line. Semua nilai output dimulai dengan MSB atau *right justified*, (misal: SCK ke-5 adalah MSB untuk output 12bit; sedangkan untuk output 8 bit, byte pertama tidak digunakan). Komunikasi berhenti setelah *acknowledge* bit dari *CRC* output. Bila *CRC* tidak diperlukan, maka mikrokontroler dapat menghentikan komunikasi setelah output pengukuran LSB (dengan membiarkan *acknowledge* tinggi). Chip otomatis masuk dalam mode ‘sleep’ setelah pengukuran dan komunikasi berakhir. Beda waktu antara pengukuran sekitar 1 detik.



Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x

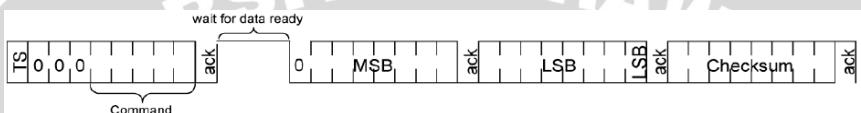
**Gambar 2.9 Timing diagram pengukuran**

Bila komunikasi dengan chip hilang maka diperlukan *reset serial interface* (dengan menjalankan *clock* SCK lebih dari 9 kali dengan menjaga DATA tetap tinggi yang kemudian diikuti dengan ‘Transmision Start’ dan ‘Command’. Reset ini tidak mempengaruhi pada isi status register.



Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x

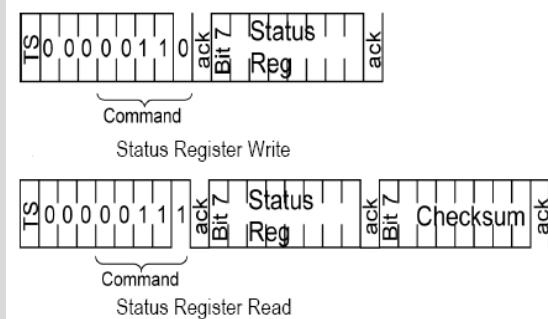
**Gambar 2.10 Komunikasi reset**



Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x

**Gambar 2.11 Skematik pengukuran**

Beberapa fungsi dari SHTxx terdapat pada ‘Status Register’, dibawah ini akan dideskripsikan lebih lanjut.



Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x

**Gambar 2.12 Skematik status register**

**Tabel 2.2 Status Register**

Bit	Type	Description	Default
7		reserved	0
6	R	End Of Battery (low voltage detection) ‘0’ for $V_{DD} > 2.47$ ‘1’ for $V_{DD} < 2.47$	X not default values. Bit onlt is only updated after a measurement
5		reserved	0
4		reserved	0
3		For testing only, do not use	0
2	R/W	Heater	0 off
1	R/W	No reload from OTP	0 Reload
0	R/W	‘1’ = 8bit RH/12bit Temperature resolution ‘0’ = 12bitRH/14bit Temperature resolution	0 12bit RH 14bit Temp.

Sumber: Datasheet-humidity-sensor-SHT1x

Default resolusi pengukuran adalah 14 bit (suhu) dan 12 bit (RH). Resolusi ini dapat diubah menjadi 12 bit (suhu) dan 8 bit (RH) untuk kegunaan transfer data kecepatan tinggi dan *low power application*.

Fungsi dari *end of battery* untuk mendeteksi  $V_{DD}$  dibawah 2,47V. Tingkat akurasi \*0.05V. bit ini hanya di-update bila terjadi pengukuran.

Di dalam chip SHTxx terdapat elemen heater yang dinyalakan. Heater ini bila dinyalakan akan meningkatkan temperatur dari sensor  $5^{\circ}\text{C}$  ( $9^{\circ}\text{F}$ ), dan konsumsi power naik sampai 40 mW. Dengan membandingkan hasil pengukuran temperatur dan RH sebelum dan sesudah penggunaan Heater maka akan diketahui berfungsi tidaknya sensor tersebut.

Dalam lingkungan dengan kelembaban tinggi (RH>95%), penggunaan heater akan menghambat terjadinya kondensasi, meningkatkan waktu respon dan tingkat akurasi. Bila SHTxx mengalami panas, pengukuran menunjukkan hasil pengukuran yang lebih tinggi dan RH lebih rendah daripada pengukuran pada kondisi normal.

### 2.2.3 Konversi output SHTxx ke nilai fisik Kelembaban Udara

Sensor kelembaban tidak dipengaruhi secara signifikan oleh besarnya tegangan. Untuk kompensasi ketidak *linear-an* dari sensor kelembaban dan untuk memperoleh akurasi yang tinggi, maka untuk suhu 25°C disarankan untuk menggunakan rumus sesuai persamaan 2.3, sedangkan untuk suhu selain 25°C kompensasi RH menggunakan rumus sesuai persamaan 2.4.

$$RH_{Linear} = c_1 + c_2 * SO_{RH} + c_3 * SO_{RH}^2 \quad (2.2)$$

Tabel 2.3 Koefisien Konversi Kelembaban

SO <sub>RH</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>
12 bit	-4	0.0405	-2.8*10 <sup>-6</sup>
8 mit	-4	0.648	-7.2*10 <sup>-6</sup>

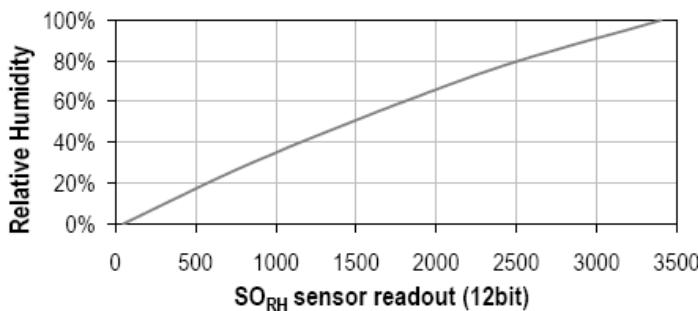
Sumber: SHT1x/SHT7x DataSheet

$$RH_{true} = (T_{0C} - 25) (t1 + t2 * SO_{RH}) + RH_{linear} \quad (2.3)$$

Tabel 2.4 Kompensasi Oleh Suhu

SO <sub>RH</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
12 bit	0.01	0.000008
8 mit	0.01	0.00128

Sumber: SHT1x/SHT7x DataSheet



Sumber: SHT1x/SHT7x Datasheet  
Grafik 2.13 Output sensor kelembaban terhadap RH

## Suhu Udara

Sensor suhu PPAT (*Proposional To Absolute Temperature*) merupakan sensor yang linear, konversi digital output menggunakan rumus sesuai dengan persamaan berikut:

$$\text{Temperature} = d_1 + d_2 * \text{SO}_T \quad (2.4)$$

Tabel 2.5 Koefisien Konversi Temperatur

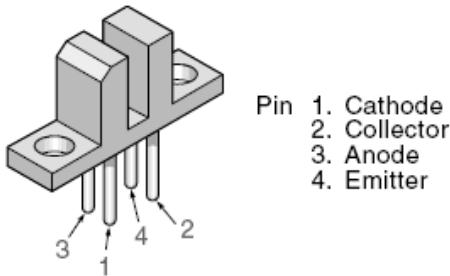
VDD	d <sub>1</sub> [°C]	d <sub>1</sub> [°F]
5V	-40.00	-40.00
4V	-39.75	-39.50
3.5V	-39.66	-39.35
3V	-39.60	-39.28
2.5V	-39.55	-39.23

	d <sub>2</sub> [°C]	d <sub>2</sub> [°F]
14bit	0.01	0.0018
12bit	0.04	0.072

Sumber: SHT1x/SHT7x DataSheet

## 2.3 Optocoupler

Merupakan gabungan dari sebuah LED dan sebuah fototransistor dalam satu paket. Optocoupler memiliki LED disisi input dan transistor disisi output. Gambar berikut menunjukkan contoh dari optocoupler.



Sumber: H21A1/H21A2/H21A3 Data Sheet

Gambar 2.14 Optocoupler

Pada saat transisitor mengalami saturasi, Vout besarnya 0V (Malvino, 1987). Pada saat Vin nol, atau tidak ada arus pada LED, transistor menjadi terbuka (open Circuit) dan tegangan output meningkat menjadi Vcc.

Keuntungan dari pemakaian optocoupler sebagai berikut:

1. Kecepatan operasi tinggi
2. Ukuran kecil
3. Tahan terhadap getaran dan benturan
4. Tidak mempunyai bagian yang bergerak yang dapat saling mendekat.

## 2.4 Photodiode

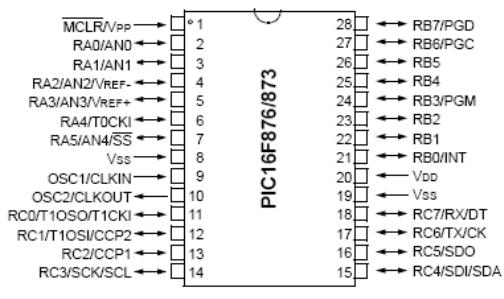
Photodioda merupakan komponen elektronika yang dapat mendeteksi cahaya. Apabila seberkas cahaya jatuh ke permukaan photodioda dengan level yang cukup, maka akan terjadi kejemuhan yang akan mengakibatkan mengalirnya arus dari anoda ke katoda dioda.

Salah satu komponen dalam arus balik dalam dioda adalah aliran pembawa-pembawa minoritas. Pembawa ini ada karena energi termal terus mengeluarkan elektron-elektron valensi dari orbit-orbitnya, menghasilkan elektron bebas dan hole dalam proses tersebut. Umur pembawa minoritas ini pendek, tetapi bila meraka ada, meraka dapat menambah arus balik. Bila energi cahaya menghujani persambungan *pn*, maka akan mengeluarkan elektron-elektron valensi. Dengan perkataan lain, jumlah cahaya yang menghujani persambungan dapat mengendalikan arus balik di dalam dioda (Malvino, 1987).

## 2.5 Mikrokontroler PIC16F876

Mikrokontroler merupakan IC yang memiliki kemampuan bertindak berdasarkan program yang telah diberikan pada mikrokontroler tersebut. Bagian-bagian penyusun mikrokontroler standar adalah unit memori, CPU, bus, unit I/O, pembangkit clock-oscilator, unit timer/counter, piranti tambahan lain, program. Memori terdiri dua macam yaitu ROM dan RAM. ROM (*Read Only Memory*) merupakan memori yang dapat dibaca saja yang digunakan untuk menyimpan program mikrokontroler. RAM (*Random Acces Memory*) merupakan memori yang dapat dibaca dan ditulis atau diisi berulang oleh program. CPU (*Central Prosesing Unit*) berfungsi melakukan eksekusi program dan melakukan koordinasi dengan bagian lain yang ada di dalam mikrokontroler. Unit I/O merupakan bagian mikrokontroler yang menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat luar (Malik, 2003).

Mikrokontroler PIC 16F876 merupakan mikrokontroler yang diproduksi oleh Microchip Inc. Mikrokontroler jenis ini memiliki 8Kbyte *flash memory*, 3 port I/O yaitu Port A, B dan C. Mikrokontroler PIC16F876 memiliki jumlah kaki sebanyak 28 pin. Masing masing pin memiliki fungsi yang berbeda dan beberapa pin memiliki fungsi ganda. Pengaturan fungsi pin dilakukan pada saat membuat program atau inisialisasi mikrokontroler.



Sumber: PIC16F87x DataSheet

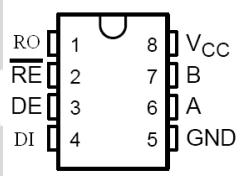
**Gambar 2.15 Susunan Pin Mikrokontroler PIC16F876**

Pin MCLR, pin 1 berfungsi untuk mengembalikan kondisi mikrokontroler pada keadaan semula (reset) ketika diberi tegangan rendah. Pin RA0-RA5 merupakan Port I/O (port A), port ini dapat perfungsi sebagai ADC 10 bit pada saat menerima masukan analog. Pin 8 dan 19 (V<sub>ss</sub>) sebagai masukan ground mikrokontroler. Pin 9 dan 10 merupakan masukan dan keluaran Kristal (clock mikrokontroler). Pin RC0-RC7 merupakan port I/O (port C), port ini dapat digunakan sebagai jalur komunikasi serial antara mikrokontroler dengan perangkat luar. Pin 17 (TX) berfungsi sebagai jalur pengirim data dari mikrokontroler dan pin 18 (RX) sebagai jalur penerima data. Pin 20 (V<sub>dd</sub>) sebagai pin sumber tegangan mikrokontroler. Pin RB0-RB7 merupakan port I/O (port B).

## 2.6 Device Network Interface Card (NIC) RS-485

Komunikasi serial standar pada PC menggunakan komunikasi serial RS-232. RS-232 memiliki keterbatasan pada jarak yang tidak bisa menjangkau terlalu jauh. Untuk komunikasi RS-485 dapat menjangkau jarak yang lebih jauh daripada RS-232 yang dapat mencapai jarak 4000 feet dengan kecepatan maksimal 1Megabit/detik. Keistimewaan RS-485 ini antara lain terletak pada transmisi diferensialnya (sering disebut juga sebagai *balanced*

*transmission).* Dalam transmisi diferensial ini level tegangan TTL diterjemahkan menjadi selisih tegangan antara output A dan B. Dengan demikian efek dari *noise* dapat diminimalkan, karena interferensi *noise* akan terjadi sekaligus pada jalur output (A) dan jalur *complementary output* (B) sehingga selisih tegangan antara output A dan B tetap. (Anonymous<sub>5</sub>, 2008).



Sumber: MAXIM 485 DataSheet

**Gambar 2.16 Blok diagram NIC RS-485**

NIC RS-485 memiliki kaki sebanyak 8 pin. Pin ,1 RO (*Receive Output*) merupakan pin yang akan menerima data dari perangkat komunikasi lain. Pin 2, RE (*Receive Output Enable*) merupakan pin yang mengatur kinerja dari pin RO, jika diberi logika 0 maka pin RO aktif. Pin 3, DE (*Driver Output Enable*) merupakan pin yang mengatur kinerja dari pin DI (*Driver Input*), dimana jika pin DE diberi logika tinggi maka pin DI aktif. Pin 4, DI berfungsi mengirimkan data ke perangkat komunikasi lain. Pin 5, merupakan masukan ground. Pin 6 dan 7, A dan B sebagai jalur data yang kinerjanya tergantung pada pin RE dan pin DE. Apabila RE berlogika rendah maka proses penerimaan data berlangsung, jika pin DE berlogika tinggi maka proses pengiriman data berlangsung. Pin A dan B dapat bekerja bila memiliki selisih tegangan antara A dan B sebesar 200mV. Pin 8 merupakan masukan Vcc sebesar 5 volt.

## 2.7 Port Serial Komputer

Komunikasi serial ialah pengiriman data secara serial (data dikirim satu persatu secara berurutan) sehingga komunikasi serial jauh lebih lambat dari pada komunikasi palarel. Kelebihan komunikasi serial ialah jangkauan kabel yang lebih jauh dibandingkan dengan palarel karena serial port mengirimkan logika 1 dengan kisaran tegangan -3 sampai -25V dan logika 0 sebagai +3 sampai +25V sehingga hilangnya daya kerena panjangnya kabel bukan masalah utama. Komunikasi serial bersifat tidak sinkron sehingga sinyal detak tidak dikirim bersama data. Setiap data disinkronkan dengan start bit dan sebuah clock internal kedua sisi

yang menjaga bagian data saat pewaktuan atau timing (Budiharto, 2004).

Perangkat keras pada komunikasi serial terdapat 2 macam, yaitu *Data Communication Equipment* (DCE) dan *Data Terminal Equipment* (DTE). Contoh DCE ialah modem, scanner, plotter dan lain-lain. Contoh DTE ialah terminal di komputer. Konektor serial terdiri dari 2 jenis, yaitu konektor 25 pin (DB25) dan konektor 9 pin (DB9).

Pada konektor DB 9 pin (DB 9) setiap pin memiliki fungsi yang berbeda beda. Untuk komunikasi serial, pin yang dipakai adalah pin no 2 yang berfungsi sebagai jalur penerima data, pin no 3 yang berfungsi sebagai jalur pengiriman data, dan pin no 7 yang sebagai jalur penanda kesiapan pengiriman data dari PC menuju ke peralatan lain. Untuk pemasangan antara dua konektor DB 9, pin-pin tersebut dipasang bersilangan yakni pin transmit data dihubungkan dengan pin received data, untuk pin request to send saling dihubungkan.

Jika peralatan memakai logika TTL. Sinyal serial port PC harus dikonversikan dahulu ke pulsa TTL sebelum digunakan. Sebaliknya, sinyal dari peralatan harus dikonversikan ke logika RS-232 sebelum dimasukan ke serial port PC. Konverter yang paling mudah adalah menggunakan MAX-232. Di dalam IC ini dapat membangkitkan +10V dan -10V dari sumber +5V tunggal dan terdapat 2 buah transmitemer dan receiver.

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, mulai bulan Oktober 2008 sampai April 2009.

#### **3.2 Tahapan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Studi literatur
- b. Perencanaan serta perancangan sistem alat
- c. Pembuatan sistem alat (hardware dan software)
- d. Pengujian alat, dan
- e. Pelaporan

#### **3.3 Perencanaan Serta Perancangan Sistem Alat**

##### **3.3.1 Hardware**

Stasiun cuaca didesain untuk mengukur suhu, kelembaban udara, arah dan kecepatan angin. Dalam perancangan alat ukur, kualitas hasil pengukuran merupakan hal yang paling penting. Penentuan ini mempengaruhi dalam hal pemilihan tipe sensor yang akan digunakan.

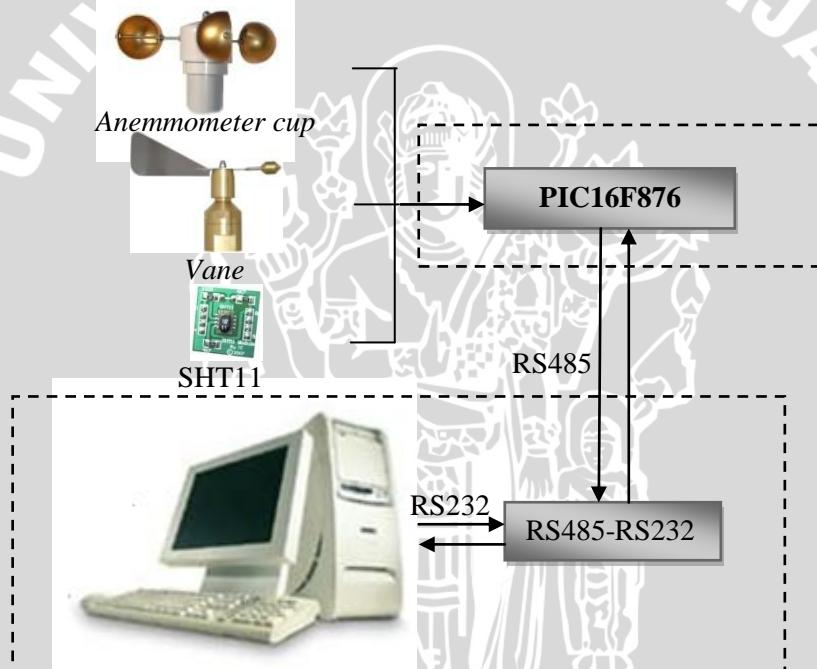
Untuk mengukur suhu dan kelembaban digunakan sensor SHT11, sensor ini dipakai karena keluaran dari sensor ini berupa data digital dan mempunyai waktu respon yang cepat. Arah dan kecepatan angin didekripsi dengan menggunakan peralatan mekanik berupa *vane* dan *anemometer cup*. *Vane* digunakan untuk menunjukkan arah angin, pendeksiannya menggunakan sensor photodioda. *Anemometer cup* berfungsi mengubah gaya tekan angin menjadi gerak rotasi. Untuk menghitung jumlah putaran yang dihasilkan *anemometer cup*, digunakan sebuah optocoupler.

Sensor-sensor tersebut dikontrol dan dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan adalah

PIC16F876. Pengontrolan sensor telah diatur dalam pembuatan program mikrokontroler yang akan dijelaskan pada bab selanjutnya.

Untuk sistem akuisisi data, peralatan dihubungkan dengan logger data berupa PC. Disini, PC mengendalikan mikrokontroler. Data yang diperoleh dari pengukuran suhu, kelembaban udara, arah dan kecepatan angin akan dikirimkan oleh mikrokontroler ke PC. Data yang diterima oleh PC akan diolah dan ditampilkan dalam layar monitor.

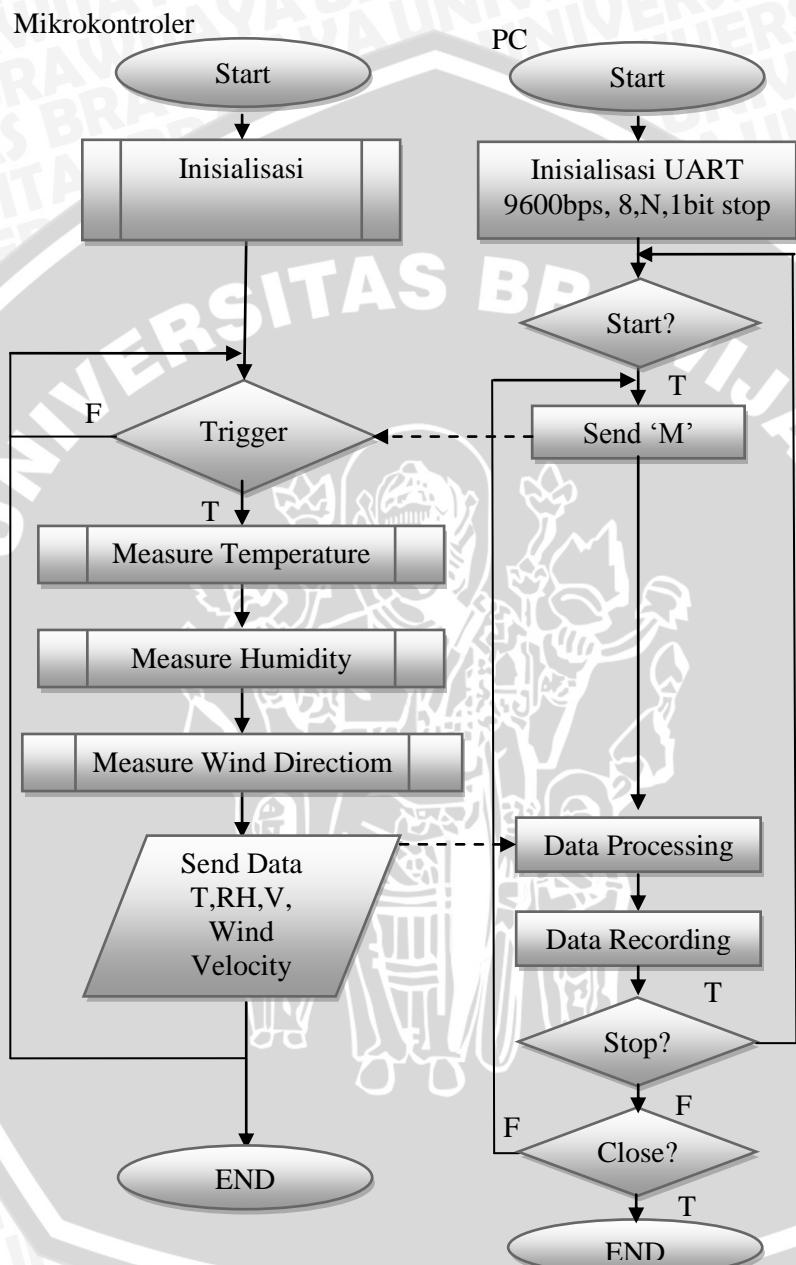
Komunikasi antara PC dan mikrokontroler berlangsung secara serial. Untuk memperpanjang jarak komunikasi diantara keduanya, digunakan komunikasi serial RS-485.



Gambar 3.1 Sketsa perancangan sistem

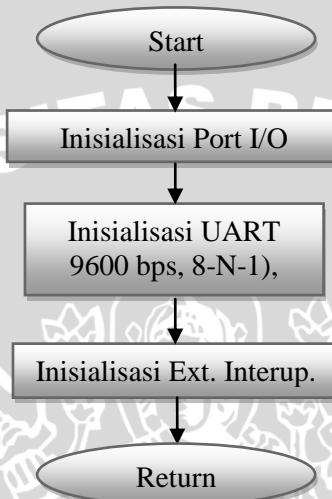
### 3.3.2 Software

Software yang dibuat untuk menjalankan mikrokontroler dan PC. Pada mikrokontroler, pemrograman menggunakan bahasa assembly sedangkan pada PC pemograman dilakukan dengan bantuan software Delphi 07. Berikut flowchart dari kedua program:



Gambar 3.2 Flowchart program utama

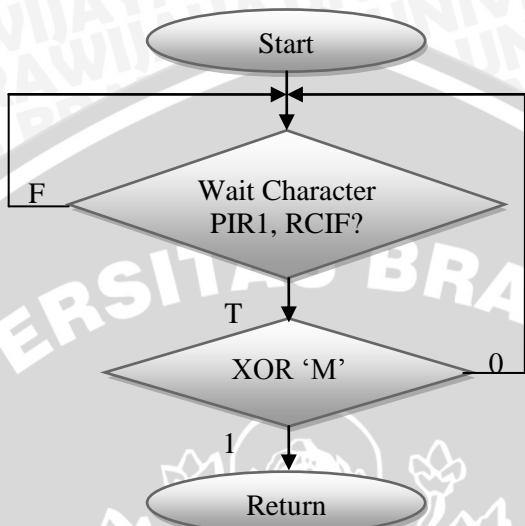
Software mikrokontroler terdiri dari beberapa subroutine yaitu inisialisasi, trigger, pengukuran suhu dan kelembaban, membaca photodioda untuk mendeteksi arah angin, dan interupsi eksternal untuk mencacah berapa kali optocoupler aktif untuk mengetahui jumlah putaran dari anemometer.



**Gambar 3.3 Flowchart subroutine inisialisasi**

Pada inisialisasi, mikrokontroler disetting dengan mengatur fungsi dari port-port yang akan digunakan, mengatur komunikasi serial dengan kecepatan transfer sebesar 9600 bps, jumlah data 8 bit, tanpa bit parity, dan 1 bit stop, men-setting eksternal interupsi.

Agar komunikasi serial dapat berjalan antara mikrokontroler dan PC. PC harus di setting sama dengan pengaturan komunikasi serial yang ada pada mikrokontroler yaitu dengan menggunakan kecepatan transfer sebesar 9600 bps, jumlah data 8 bit, tanpa bit parity



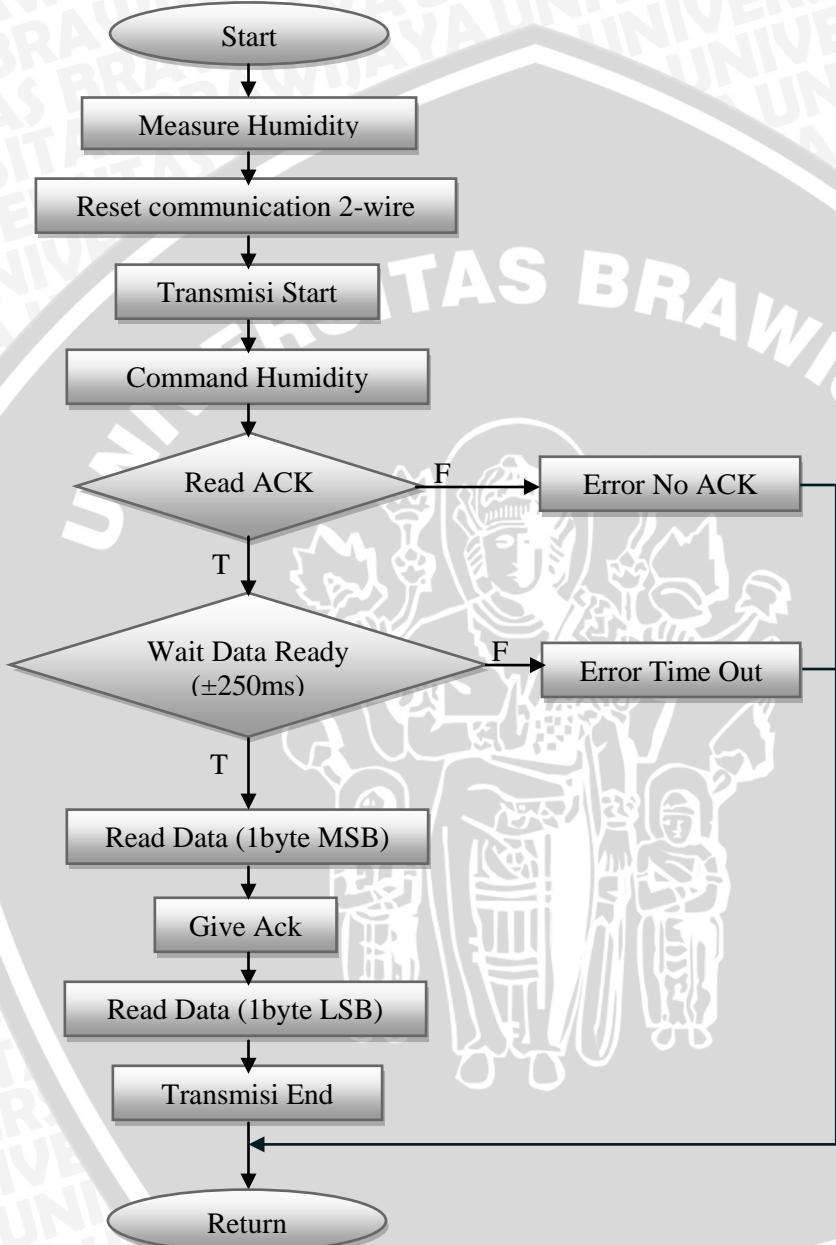
**Gambar 3.4 Flowchart subroutine trigger**

Setelah inisialisasi awal selesai dilakukan, mikrokontroler akan menunggu kiriman karakter dari PC. Karakter kuncinya adalah karakter ‘M’, jika selain karakter ‘M’ dikirimkan oleh PC, maka mikrokontroler tidak akan mengeksekusi perintah selanjutnya.

Di dalam PC pengiriman karakter ‘M’ diatur dengan menggunakan timer. Dengan menggunakan timer ini, pengambilan data bisa dilakukan secara kontinu dengan interval pengukuran yang dapat diatur.



Gambar 3.5 Flowchart subrutine pengukuran suhu



Gambar 3.6 Flowchart subroutine pengukuran kelembaban

Pengukuran suhu dan kelembaban udara digunakan 1 sensor SHT11, selang waktu pengukuran antara keduanya dibuat selama 1 detik. Berikut penjelasan dari flowchart pembacaan sensor SHT11 seperti pada lampiran listing program mikrokontroler:

- ♦ **Reset**, dengan menjalankan clock SCK sebanyak 9 kali dengan menjaga DATA tetap high
- ♦ **Transmisi Start**, berupa men-drive low DATA line ketika SCK high, diikuti keadaan low pada SCK dan men-drive high DATA line ketika SCK masih berlogika high.
- ♦ **Command**, melakukan pengiriman perintah kepada sensor SHT11 untuk memulai pengukuran. Untuk pengukuran suhu nilai yang dikirimkan ke SHT11 adalah ‘00000011’B, untuk pengukuran kelembaban adalah ‘00000101’
- ♦ **Read ACK**, setelah command dikirimkan, maka SHT11 akan men-drive low DATA line. Jika DATA line masih dalam keadaan high, maka program error no ACK dengan mengirimkan nilai ‘224’ ke PC.
- ♦ **Wait Data Ready**, yaitu menunggu SHT11 untuk men-drive low DATA line. Jika waktunya melebihi 250 ms, maka program error time out dengan mengirimkan nilai ‘225’ ke PC.
- ♦ **Read Data**, pembacaan data hasil pengukuran yang terdiri dari data MSB dan data LSB. Data yang diterima disimpan terlebih dahulu di RAM internal mikrokontroler. Data yang didapat terdiri dari 2 byte dan CRC diabaikan.
- ♦ **Give ACK**, setelah membaca data MSB, mikrokontroler memberikan sinyal ACK kepada SHT11 dengan men-drive low DATA line dan kemudian di ikuti pembacaan data LSB
- ♦ **Transmisi End**, berupa men-drive high DATA line setelah pembacaan data LSB selesai dilakukan.

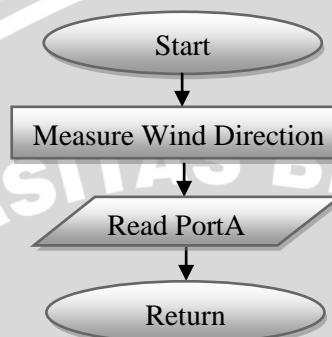
Hasil pengukuran sensor akan dikirim ke dalam PC oleh mikrokontroler. Pengolahan data terjadi di dalam PC dengan menggunakan persamaan dan koefisien-koefisien pada **tabel 2.3** dan **tabel 2.4**. Persamaan yang digunakan :

$$Temperature = d_1 + d_2 * SO_T$$

$$RH_{Linear} = c_1 + c_2 * SO_{RH} + c_3 * SO_{RH}^2$$

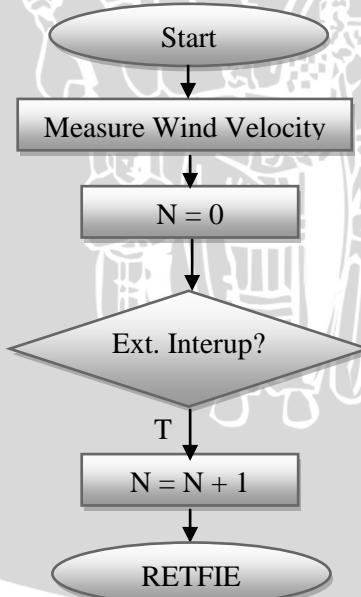
Apabila  $T \neq 25^{\circ}\text{C}$ , maka diperlukan nilai kcompensasi suhu terhadap nilai RH dengan rumus sebagai berikut:

$$RH_{true} = (T_{0c} - 25) (t1 + t2 * SO_{RH}) + RH_{linear}$$



Gambar 3.7 Flowchart subrutine pengukuran arah angin

Arah angin dideteksi dengan membaca PORTA (RA0-RA3), yang mana port ini telah dihubungkan dengan keluaran dari photodioda yang menunjukkan arah dari vane.

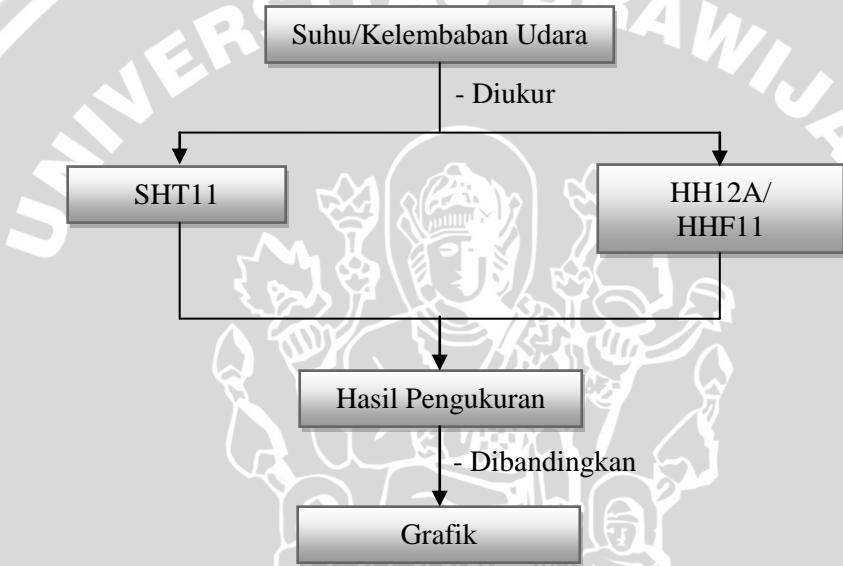


Gambar 3.8 Flowchart subrutine eksternal interupsi

Untuk menghitung jumlah putaran dari *anemometer cup*, keluaran dari optocoupler dimasukkan sebagai interupsi eksternal. Ketika terdapat transisi naik pada keluaran optocoupler, maka program mikrokontroler akan menjalankan program eksternal interupsi berupa program *counter*.

### 3.4 Rencana Pengujian Alat

#### Pengujian Sensor SHT11



Gambar 3.9 Diagram alir pengujian sensor SHT11

Pada pengujian sensor suhu dan kelembaban udara dilakukan dengan membandingkan hasil sensor SHT11 dengan peralatan yang telah terkalibrasi. Untuk pengukuran suhu, SHT11 dibandingkan dengan termokopel HH12A. Spesifikasi dari HH12A sebagai berikut: range :  $50^{\circ}$ - $1300^{\circ}$ C, resolusi :  $0.1^{\circ}$ C atau  $1^{\circ}$ C dan akurasi :  $\pm 2^{\circ}$ C . Untuk kelembaban udara, SHT11 dibandingkan dengan flow meter HHF11. Spesifikasi HHF11 : range : 0-100%, resolusi : 0.1%, akurasi :  $\pm 3\%$  RH.

## Kalibrasi sensor kecepatan angin



**Gambar 3.10 Diagram alir kalibrasi sensor kecepatan angin**

Untuk mengetahui nilai dari kecepatan angin, maka perlu adanya kalibrasi dengan menggunakan alat yang telah distandardkan. Data yang diterima dari anemometer cup berupa data jumlah rotasi dan data waktu sampling, kemudian dicari kecepatan rotasi dari anemometer cup. Data tersebut dikalibrasikan dengan data keluaran kecepatan angin yang diukur dengan flow meter HHF11. Data yang didapat, diplotkan ke dalam grafik dengan sumbu x adalah kecepatan rotasi anemometer cup, dan sumbu y adalah hasil keluaran kecepatan angin dari HHF11. Kemudian dicari persamaan dari grafik tersebut. Persamaan yang dihasilkan digunakan untuk mengkonversi kecepatan rotasi anemometer cup menjadi kecepatan angin. Spesifikasi dari HHF11 sebagai berikut : Range : 0.3-35 m/s, Resolusi : 0.1 m/s, Akurasi  $\pm 5\%$ .

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

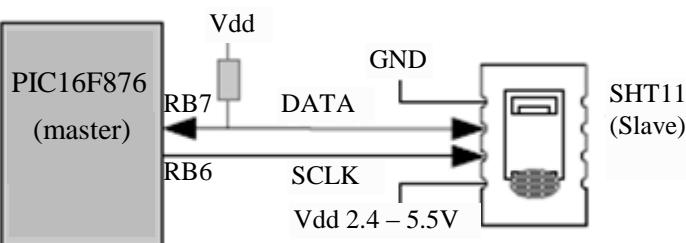
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Prototipe Sistem Alat

##### 4.1.1 Sensor suhu dan kelembaban

Sensor yang digunakan adalah SHT11 buatan SENSERION yang menggunakan sistem komunikasi secara serial. Sensor ini dipilih karena dimensi, tingkat akurasi dan output pengukuran yang berupa *fully digital logic*. Detail tentang sensor ini sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.



Gambar 4.1 Rangkaian SHT11 dengan PIC18F876

Pada sensor, komunikasi terjadi di DATA pin, sedangkan SCLK pin digunakan oleh mikrokontroler untuk memberikan input clock pada SHT11.

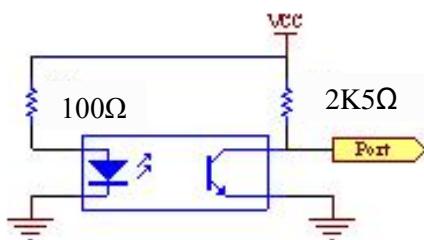
##### 4.1.2 Sensor kecepatan angin

Pada pengukuran kecepatan angin, diperlukan 1 buah optocoupler dan anemometer cup. *Anemometer cup* dibuat dari bahan aluminium. Bentuk cup berupa mangkok yang berjumlah tiga. Dibagian pusat poros dipakai *klaker* sebagai tempat berotasi. Penghalang cahaya diletakkan 2.5 cm dari pusat untuk mengaktifkan optocoupler. Optocoupler dirangkai jika pada saat cahaya optocoupler terhalang maka output berupa tegangan 5V dan pada saat cahaya optocoupler masuk pada phototransistor maka tegangan outputnya adalah 0 Volt.

Berikut hasil rancangan *anemometer cup* dan rangkaian optocoupler yang digunakan sebagai sensor kecepatan angin:



Gambar 4.2 Hasil pembuatan *anemometer cup*

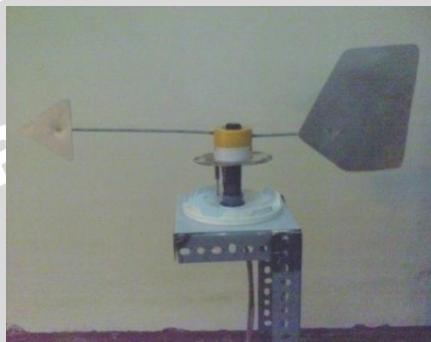


Gambar 4.3 Rangkaian optocoupler

Rangkaian optocoupler dipasang dengan *anemometer cup*, ketika berputar, penghalang cahaya dari *anemometer cup* akan menghalangi cahaya optocoupler. Sekali putaran, anemometer cup mengaktifkan sekali optocoupler. Keluaran optocoupler dimasukan pada PORTB (RB0) sebagai masukan interupsi mikrokontroler. Mikrokontroler diprogram untuk mencacah berapa kali optocoupler aktif.

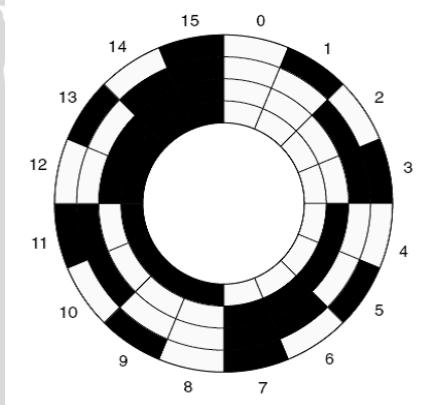
#### 4.1.3 Sensor arah angin

Pada pendeksi arah angin, diperlukan *vane*, piringan, rangkaian photodioda dan rangkaian LED. *Vane* dibuat dari bahan aluminium, dan sebagai pusat rotasinya adalah *klaker*.



Gambar 4.4 Hasil pembuatan *vane*

Piringan didesain sebagai berikut:

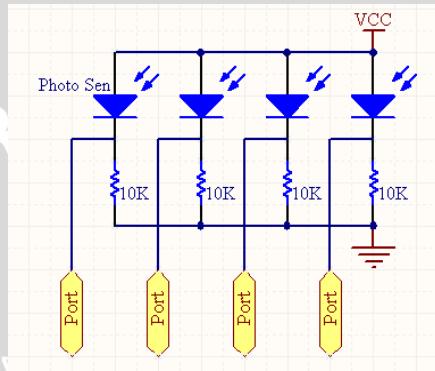


Gambar 4.5 Desain piringan

Warna putih menunjukkan bahwa sumber cahaya dapat melewati piringan sedangkan warna hitam menghalangi sumber cahaya. Piringan inilah yang akan menunjukkan arah dari *vane* dengan menggunakan rangkaian photodioda dan sumber cahaya.

Rangkaian photodioda dan sumber cahaya dipasang sejajar dan ditengahnya merupakan piringan. Piringan akan berputar

mengikuti arah gerak dari vane. Rangkaian photodioda dirancang sedemikian hingga ketika cahaya LED dapat melewati piringan, maka keluaran dari rangkaian photodioda sebesar 5 Volt. Ketika cahaya LED terhalang oleh piringan, maka keluaran dari rangkaian photodioda sebesar 0 Volt. Rangkaian yang digunakan adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.6 Rangkaian photodioda**

Karakteristik dari photodioda pada saat tidak terkena cahaya, hambatan dari photodioda adalah  $\infty$ , sedangkan pada saat terkena cahaya hambatannya adalah  $>>0$ . Tegangan output dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{R_{ref}}{R_{photo} + R_{ref}} \times V_{cc} \quad (4.1)$$

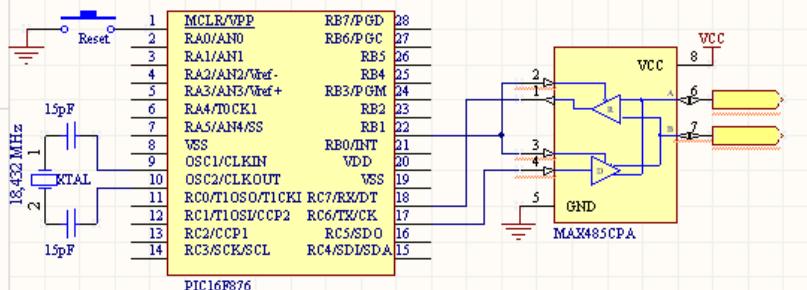
Dengan persamaan diatas. Maka tegangan output saat terkena cahaya adalah 0 Volt dan pada saat terhalang sebesar 5 Volt. Output dari rangkaian dimasukan ke PORT A mikrokontroler (A0-A4) sebagai masukan arah angin. Ada 16 arah mata angin yang dapat dideteksi dimana arah dideteksi dengan melihat photodioda mana yang aktif dan tidak dari keempat photodioda tersebut.

#### 4.1.4 Sistem akuisisi data

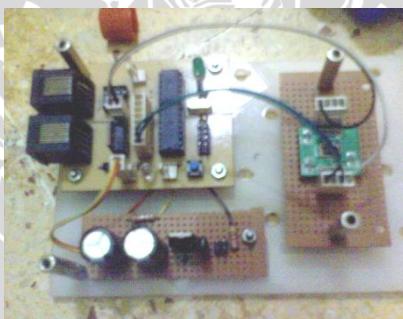
Untuk sistem akuisisi data, peralatan yang dibuat adalah rangkaian sistem minimum mikrokontroler yang dilengkapi dengan komunikasi serial RS-485 dan converter RS232-RS485.

Mikrokontroler yang digunakan adalah PIC16F876. Sistem ini memanfaatkan PORTA sebagai masukan digital sensor arah angin

(RA0-RA3), PORTB sebagai pengatur kerja sensor suhu dan kelembaban (RB6-RB7), sebagai masukan sensor kecepatan (RB0 sebagai masukan interupsi). Sebagai pengatur kerja MAX 485 diambil dari PORTC (RC5)



Gambar 4.7 Rangkaian mikrokontroler PIC16F876



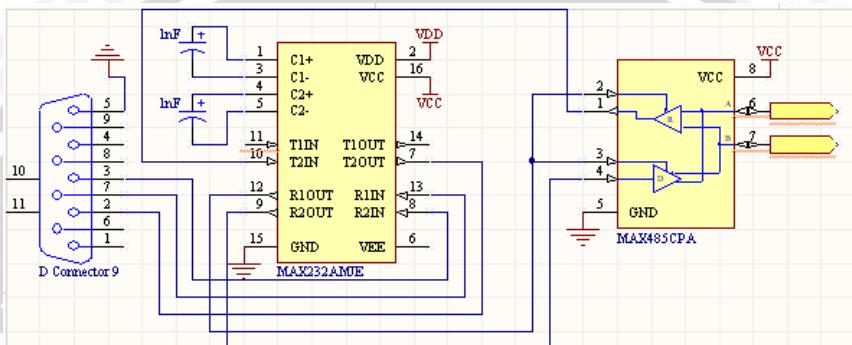
Gambar 4.8 Hasil rangkaian mikrokontroler dengan SHT11

Setelah perancangan hardware, agar mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan yang kita inginkan maka mikrokontroler harus diisikan program yang sesuai dengan yang kita butuhkan. Penjelasan tentang program mikrokontroler sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Converter RS232-RS485 digunakan mengubah komunikasi RS 485 ke RS 232 atau sebaliknya sesuai dengan komunikasi serial yang terdapat pada PC.

Pin 6 dan 7 MAX485 merupakan keluaran A dan B yang terhubung dengan MAX485. Pin RE dan DE (pin 2 dan 3) dihubungkan dengan pin R1out RS232 (pin 12), pin RO RS485 (pin1) dihubungkan dengan pin R2out RS232 (pin 10), dan pin DI RS485 (pin 4) dihubungkan dengan pin R2in RS232 (pin 9). Dari

RS232 pin T2in (pin 7) dihubungkan dengan pin Receive Data DB9F (pin 2), pin R2out RS232 dihubungkan dengan pin Transmit Data DB9F (pin 3) dan pin R1in RS232 (pin 13) dihubungkan dengan pin RTS DB9F (pin 7).



Gambar 4.9 Rangkaian converter RS-232-RS485



Gambar 4.10 Hasil Rangkaian converter RS232-RS485

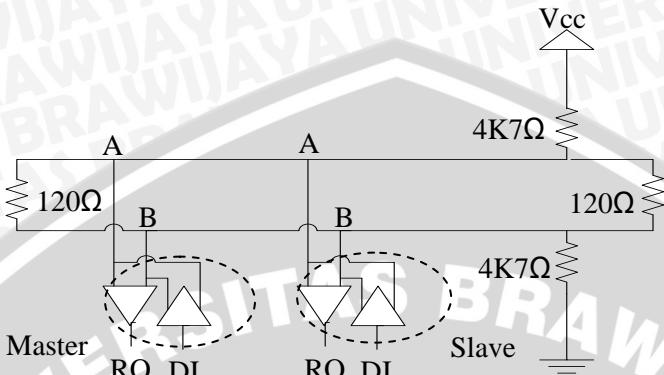
Dalam komunikasi serial RS485 membutuhkan pengendali yang mengatur koneksi jalur pengiriman data. Pengendali ini mengatur RS485 sebagai *receive* atau sebagai *transmit* data. Pengendali koneksi ini digunakan pin RTS (*request to sent*) dari port serial PC.

Pada komunikasi serial RS485, output berupa perbedaan tegangan antara pin A dan pin B max485. Selisih tegangan antara A dan B tidak boleh kurang dari 200 mV. Saluran komunikasi multi-drop adalah sepasang kabel yang panjangnya tidak lebih dari 4000

*feet*, pada kedua ujung saluran masing-masing dipasang resistor  $120\Omega$  yang menghubungkan kedua kabel. Resistor tersebut dimaksud untuk mengurangi terjadinya gelombang pantul dalam saluran, yang sering terjadi pada transmisi dengan kecepatan tinggi.

Pada saluran tersebut bisa dipasangkan sebanyak-banyaknya 32 chip MAX485 Multi-drop RS485 Tranceiver, kaki A (pin 6) dari masing-masing IC harus dihubungkan pada seutas kabel pembentuk saluran yang sama, dan kaki B (pin 7) dihubungkan ke kabel yang lain. Karena saluran dipakai bersama oleh banyak transceiver, agar output Line Driver dari masing-masing tranceiver tidak berbenturan, dalam rangkaian saluran komunikasi multidrop ditentukan semua output Line driver harus dalam keadaan non-aktif ( $DE=0$ ), kecuali Line Driver dari tranceiver yang berfungsi sebagai induk (Master) yang boleh aktif ( $DE=1$ ). Saat beroperasi Master menghubungi Slave, setelah itu Master me-nonaktif-kan Line Drivernya, Slave akan meng-aktif-kan Line drivernya dan mengirimkan informasi kesaluran, setelah itu Slave tersebut me-nonaktif-kan kembali Line Drivernya dan kembali Master meng-aktifkan Drivernya untuk menghubungi Slave lagi. Dengan demikian Master berfungsi untuk mengendalikan saluran, dan komunikasi yang terjadi di saluran adalah komunikasi half-duplex, yakni komunikasi dua arah secara bergantian.

Pada saat pergantian aktivitas Line Driver Master dan Slave, bisa terjadi satu saat secara bersamaan semua Line driver tidak aktif, akibatnya saluran menjadi mengambang dan keadaan logika dari saluran tidak menentu. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut, pada saluran ditambahkan 2 buah resistor masing-masing bernilai  $4K7$  Ohm, resistor yang terhubung ke A dihubungkan ke +5 Volt dan resistor yang terhubung ke B dihubungkan ke ground, dengan cara begini kalau semua Line Generator tidak aktif bisa dipastikan saluran dalam keadaan ‘1’. Berikut rangkaian saluran multidrop RS 485 (Anonymous<sub>5</sub>, 2008).



**Gambar 4.11 Saluran komunikasi multi-drop**

## 4.2 Uji Coba dan Pembahasan

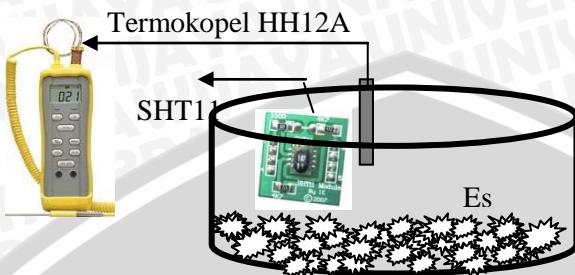
Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem kerja dari sensor dan komunikasi antara mikrokontroler dan PC dapat bekerja. Pengujian disini meliputi pengujian alat ukur, Tampilan program stasiun pencatat cuaca dan spesifikasi dari alat ukur yang dibuat.

### 4.2.1 Pengujian sensor suhu

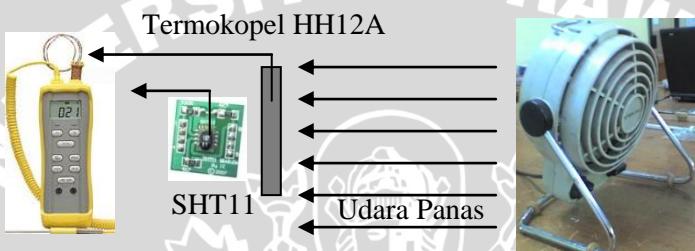
Pengujian sensor suhu dilakukan di dalam ruang laboratorium elektronika dan instrumentasi Fisika dengan menggunakan alat pembanding termokopel HH12A.

Pengujian pertama, sensor SHT11 dan termokopel HH12A disejajarkan dan diletakan diatas es batu ( $\pm$ berjarak 1 cm dari es batu). Suhu udara akan turun secara perlahan-lahan dan dicatat hasil pengukuran suhu udara dari kedua sensor. Pengujian kedua, sensor SHT11 dan termokopel HH12A disejajarkan dan diletakan didepan sebuah pemanas blower. Udara yang dihembuskan oleh blower berupa udara panas, sehingga akan meningkatkan suhu udara disekitar sensor dan dicatat hasil pengukuran suhu udara dari kedua sensor.

Hasil dari pengujian pertama dan kedua dari kedua sensor dibandingkan. Pembandingan dilakukan dengan membuat grafik perbandingan antara output hasil pengukuran kedua sensor.



Gambar 4.12 Sketsa pengujian sensor di atas es batu

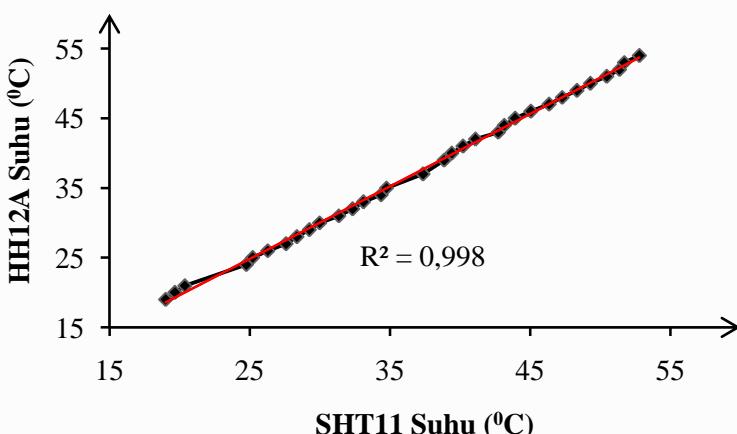


Gambar 4.13 Sketsa pengujian sensor di depan blower

Suhu ruang Laboratorium pada saat pengujian :

$$HH12A = 24^{\circ}\text{C} ; SHT11 = 24,75^{\circ}\text{C}$$

Hasil pengukuran kedua sensor dapat dilihat pada **Tabel L.1**. Berikut grafik hasil pengukuran suhu ruang dari kedua sensor :



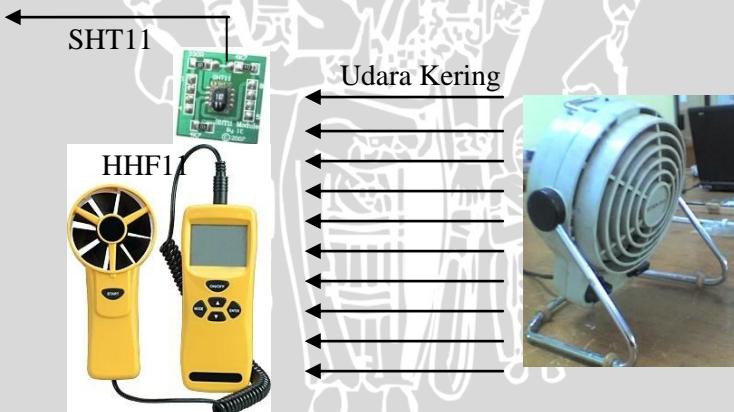
Gambar 4.14 Grafik perbandingan output suhu dari SHT11 dan HH12A

Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa hasil pengukuran suhu antara SHT11 dan HH12A memiliki hasil yang relatif sama. Pada SHT11, suhu udara yang diukur adalah suhu aliran udara yang masuk ke dalam sensor sehingga sensor ini sensitif terhadap aliran udara. SHT11 telah berfungsi untuk mengukur suhu ruang. Karena output dari SHT11 merupakan data digital, maka error tergantung pada internal chip sensor. Besar error tersebut telah didapatkan pada pabrik pembuat SHT11, yaitu SENSERION. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.6 Akurasi Temperatur SHT1x.

#### 4.2.3 Pengujian sensor kelembaban

Pengujian sensor kelembaban dilakukan di dalam ruang laboratorium elektronika dan instrumentasi Fisika dengan menggunakan alat pembanding flowmeter HHF11.

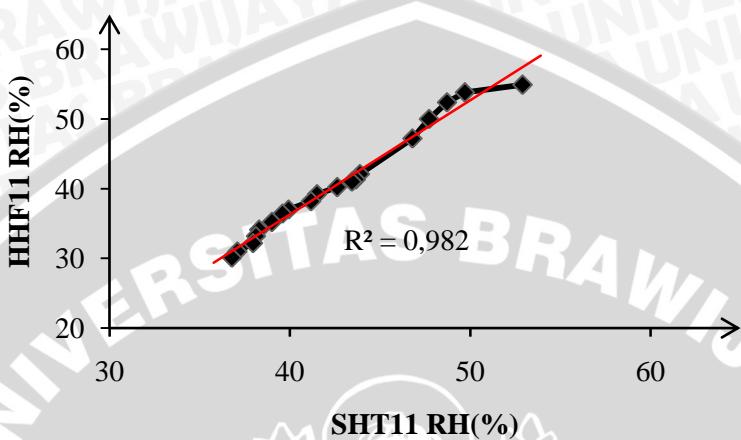
Pengujian sensor kelembaban dilakukan dengan meletakkan kedua sensor tersebut didepan pemanas blower. Kelembaban udara diukur secara kontinu dan dicatat hasil pengukuran dari kedua alat. Kemudian hasil dari pengukuran kedua alat dibandingkan.



Gambar 4.15 Sketsa pengujian sensor kelembaban

Kelembaban udara Laboratorium pada saat pengujian :  
 $HHF11 = 54,6\%RH$ ;  $SHT11 = 54,10\%RH$

Data dari pengujian kelembaban dapat dilihat pada **Tabel L.2**. Untuk membandingkan hasil pengukuran kelembaban dari masing-masing alat, dibuat grafik perbandingan sebagai berikut:



**Gambar 4.16 Grafik perbandingan output kelembaban dari SHT11 dan HHF11**

Pada grafik diatas menunjukkan hasil pengukuran dari kedua alat tidak jauh berbeda. Perbedaan hasil pada pengukuran kelembaban dikarenakan pada SHT11 kelembaban diukur dengan memperhitungkan kompensasi dari temperatur ruang, selain itu pada alat HHF11 sensor sudah terbungkus dan tidak diketahui tempat bagian yang men'sensing' kelembabannya, sehingga posisi dari kedua sensor tidak dapat disejajarkan hanya didekatkan saja.

SHT11 telah berfungsi untuk mengukur kelembaban ruang. Karena output dari SHT11 merupakan data digital, maka error tergantung pada internal chip sensor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.5 Akurasi Kelembaban SHT1x.

#### 4.2.4 Kalibrasi sensor kecepatan angin

Kalibrasi sensor kecepatan angin dilakukan di laboratorium Fisika Dasar. Alat yang digunakan adalah blower, sensor kecepatan angin (anemometer cup), dan HHF11. Blower berfungsi untuk menciptakan hembusan angin yang dapat diatur kecepatannya dan HHF11 sebagai alat kalibrasi.

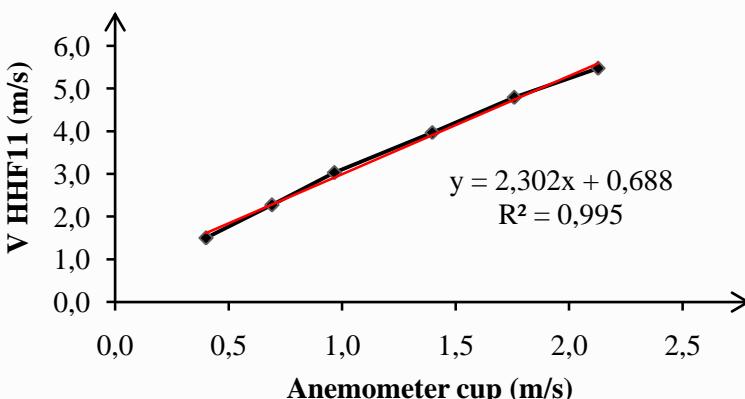
Pengujian dilakukan dengan meletakkan Annemometer cup dan HHF11 secara bergantian  $\pm 30\text{cm}$  dari blower. Ketika blower dihidupkan, dicatat jumlah rotasi anemometer cup pada selang waktu

pengukuran 1 menit dan dicatat hasil pengukuran kecepatan angin yang terhitung oleh HHF11. Setiap kecepatan dilakukan pengulangan 5 kali, setelah itu kecepatan tiupan dari blower ditingkatkan.



Gambar 4.17 Sketsa kalibrasi sensor kecepatan angin

Data dari pengujian kecepatan dapat dilihat pada **Tabel L.3**. Untuk proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran kecepatan rotasi anemometer cup dengan hasil keluaran kecepatan angin yang diukur oleh alat HHF11. Setelah itu dicari nilai persamaan dari grafik tersebut.



Gambar 4.18 Grafik kalibrasi sensor kecepatan angin

Persamaan yang dihasilkan adalah  $y = 2.302x + 0.688$ , dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0.995. Persamaan yang dihasilkan

digunakan untuk mengkonversi kecepatan rotasi *anemometer cup* menjadi kecepatan angin, dengan  $y$  adalah kecepatan angin (m/s) dan  $x$  adalah kecepatan rotasi *anemometer cup* (m/s).

Anemometer cup memiliki ukuran dan massa yang besar, sehingga memiliki kelembaban yang cukup tinggi. Untuk pengukuran kecepatan angin yang lemah, anemometer cup tidak bisa bergerak. Dengan menggunakan persamaan diatas, ketika anemometer cup tidak berputar, kecepatan angin yg terukur adalah sebesar 0.68 m/s. Kecepatan yang terukur merupakan kecepatan rata-rata dalam waktu tertentu (sesuai dengan waktu sampling). Akurasi dari sensor kecepatan angin yang dihasilkan adalah  $\pm 5\%$  (akurasi HHF11). Dengan range pengukuran 0.68 m/s – 14.51 m/s pada waktu sampling 1 menit.

#### 4.2.5 Pengujian sensor arah angin

Pengukuran arah angin menggunakan vane sebagai penangkap angin dan sensornya adalah photodioda. Photodioda yang dipakai sebanyak 4 buah. Data yang diterima berupa data 4 bit, nilai dari masukan berkisar antara 0-15, sehingga terdapat 16 kemungkinan arah yang muncul dalam pengukuran. Berikut arah yang dapat dideteksi oleh alat ini:

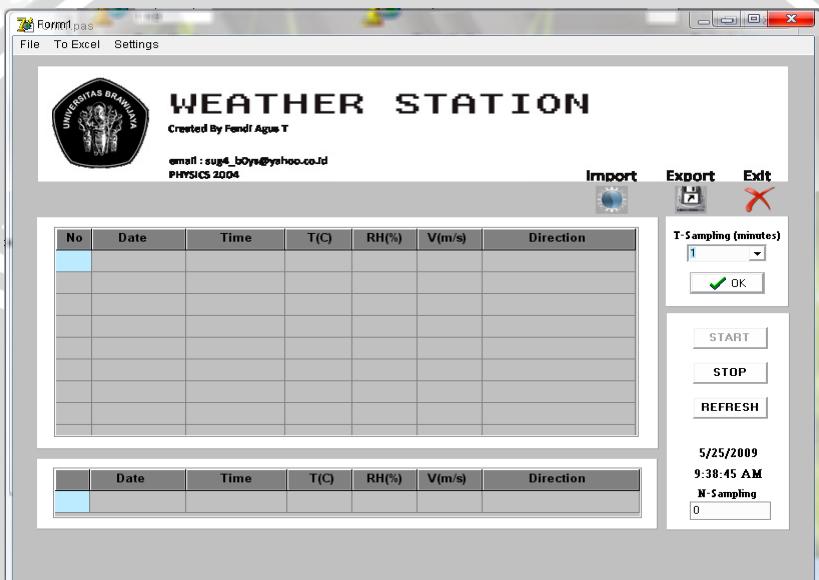
**Tabel 4.4 Data pengamatan arah angin**

Input	Arah
0	Utara(0)
1	337.5 derajat
2	Barat Laut
3	292.5 derajat
4	Barat
5	247.5 derajat
6	Barat Daya
7	202.5 derajat

Input	Arah
8	Selatan
9	157.5 derajat
10	Tenggara
11	112.5 derajat
12	Timur
13	67.5 derajat
14	Timur laut
15	22.5 derajat

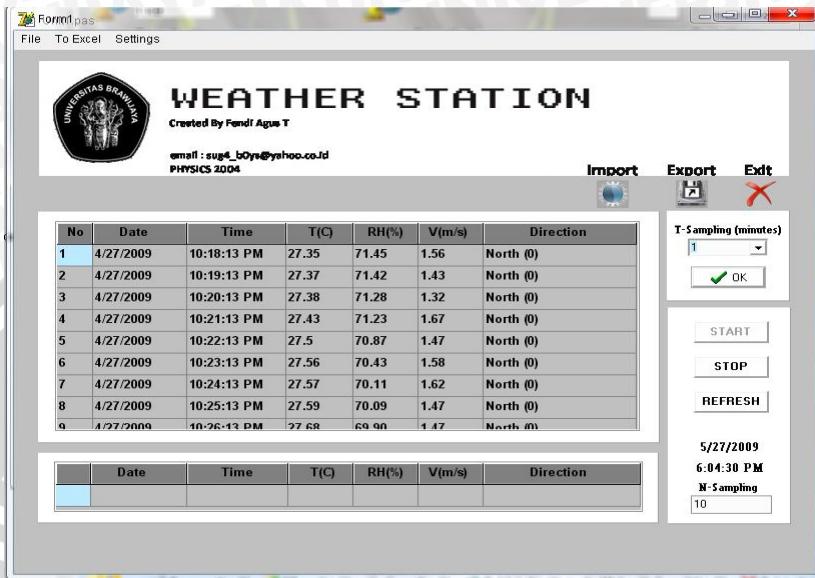
#### 4.2.6 Tampilan program stasiun pencatat cuaca

Program stasiun pencatat cuaca merupakan pusat kontrol dari peralatan yang dibuat. Program ini dibuat dengan menggunakan software Delphi. Program yang dibuat merupakan program pengolahan data dan penampilan data cuaca. Untuk Pengolahan data cuaca telah dijelaskan pada bab sebelumnya.



Gambar 4.19 Tampilan program Delphi

Untuk memulai pengukuran kita harus mengeset T-sampling (waktu sampling dalam menit). Setelah itu tekan tombol OK. Untuk memulai pengukuran tekan start. Program ini akan berjalan terus-menerus sampai tombol stop ditekan. N-sampling merupakan jumlah data yang telah diterima oleh pusat kontrol. Data yang ditampilkan adalah tanggal dan waktu pengambilan, suhu udara, kelembaban udara, kecepatan dan arah angin.



Gambar 4.20 Tampilan data

Untuk pengolahan data pengamatan, data yang telah dihasilkan dapat dieksport ke dalam excel. Hasil tampilan excel sebagai berikut:

The screenshot shows the same weather data in Microsoft Excel. The data is organized into columns labeled No., Date, Time, T(C), RH(%), V(m/s), and Direction. The data rows correspond to the entries shown in the software interface above.

No.	Date	Time	T(C)	RH(%)	V(m/s)	Direction
1	4/27/2009	10:18:13 PM	27.35	71.45	1.56	North (0)
2	4/27/2009	10:19:13 PM	27.37	71.42	1.43	North (0)
3	4/27/2009	10:20:13 PM	27.38	71.28	1.32	North (0)
4	4/27/2009	10:21:13 PM	27.43	71.23	1.67	North (0)
5	4/27/2009	10:22:13 PM	27.5	70.87	1.47	North (0)
6	4/27/2009	10:23:13 PM	27.56	70.43	1.58	North (0)
7	4/27/2009	10:24:13 PM	27.57	70.11	1.62	North (0)
8	4/27/2009	10:25:13 PM	27.59	70.09	1.47	North (0)
9	4/27/2009	10:26:13 PM	27.68	69.90	1.47	North (0)
10	4/27/2009	10:27:13 PM	27.64	70.01	1.45	North (0)

Gambar 4.21 Tampilan data pada excel

#### **4.2.7 Spesifikasi alat**

Stasiun pencatat cuaca otomatis terdiri dari beberapa sensor dalam mengukur parameter cuaca. Spesifikasi sensor yang dipakai sebagai berikut:

1. Sensor suhu
  - a. Sensor : SHT11
  - b. Akurasi :  $-40^{\circ}\text{C} < T < 25^{\circ}\text{C}$  error pengukuran  $\pm 2,25^{\circ}\text{C}$   
 $25^{\circ}\text{C} < T < 123,8^{\circ}\text{C}$  error pengukuran  $\pm 3^{\circ}\text{C}$
  - c. Range :  $-40$  s/d  $123^{\circ}\text{C}$
  - d. Resolusi :  $0.01^{\circ}\text{C}$
2. Sensor kelembaban
  - a. Sensor : SHT11
  - b. Akurasi :  $0\% \text{RH} < H < 20\% \text{RH}$  error pengukuran  $\pm 5\% \text{RH}$   
 $20\% \text{RH} < H < 80\% \text{RH}$  error pengukuran  $\pm 3\% \text{RH}$   
 $80\% \text{RH} < H < 100\% \text{RH}$  error pengukuran  $\pm 5\% \text{RH}$
  - c. Range : 0 s/d 100% RH
  - d. Resolusi :  $0.01\% \text{RH}$
3. Sensor kecepatan angin
  - a. Penangkap angin : Anemometer Cup
  - b. Bahan : Aluminium
  - c. Bentuk cup : Setengah bola
  - d. Massa : 125 gram
  - e. Diameter cup : 12.5cm
  - f. Sensor : Optocouler
  - g. Akurasi : 5% (kalibrasi dengan alat HHF11)
  - h. Range :  $0.68 \text{ m/s} - 14.51 \text{ m/s}$  (1 menit)
  - i. Resolusi :  $0.01\text{m/s}$
4. Sensor Arah angin
  - a. Penunjuk angin : Vane
  - b. Bahan : Aluminium
  - c. Massa : 100 gram
  - d. Panjang Vane : 34 cm
  - e. Sensor : Photodioda
  - f. Range : 16 arah mata angin

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini, stasiun pencatat parameter cuaca otomatis ini dirancang untuk mengukur parameter cuaca berupa suhu udara, kelembaban udara, kecepatan dan arah angin. Sensor sensor yang dipakai adalah SHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban, optocoupler sebagai sensor kecepatan angin dengan menghitung jumlah putaran *anemometer cup*, photodioda sebagai sensor arah angin dengan mendeteksi arah *vane*.

Pada pengujian alat, SHT11 telah berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban udara dengan akurasi pengukuran untuk suhu udara  $\pm 3$  °C dan untuk pengukuran kelembaban udara  $\pm 3\%$  RH. Pada kalibrasi sensor kecepatan udara terhadap alat *flow meter* HHF11, akurasi yang didapatkan sebesar  $\pm 5\%$ . Untuk sensor arah angin, dapat mendeteksi sebanyak 16 mata angin.

Dengan menggunakan stasiun pencatat parameter cuaca ini, pengamatan cuaca dapat dilakukan didalam ruang tanpa turun langsung kelapangan. Data yang dihasilkan merupakan data *real time* dan kontinu. Selain itu, data yang telah dihasilkan dapat disimpan didalam PC. Untuk pengolahan lebih lanjut, data bisa di pindahkan ke program excel.

### 5.2 Saran

Untuk memperoleh hasil pengukuran parameter angin yang baik, perlu deperhatikan ukuran, bentuk dan bahan dari peralatan mekanik yang digunakan. Kalibrasi sensor kecepatan angin sebaiknya menggunakan peralatan yang terdapat di BMG.

Port I/O dalam mikrokontroler masih ada yang tersisi untuk masukan parmeter cuaca lain. Oleh karena itu dalam pengembangan alat ini bisa kita tambahkan alat ukur untuk mengukur parameter cuaca lain, misalnya intensitas matahari, curah hujan dll.

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous<sub>1</sub>, 2001. *H21A1/H21A2/H21A3 Phototransistor Optical Interuptor Switch*, 2001 Fairchild Semiconductor Corporation.
- Anonymous<sub>2</sub>, 2001. *Microchip PIC16F87x Data Sheet 28/40-pin-8bit CMOS Flash Microcontroller*. Microchip Technologi Inc
- Anonymous<sub>3</sub>, 2003. *MAXIM Low Power, Slew-Rate-Limited RS485/RS422 Transceiver*. Maxim Intergrated Product. USA
- Anonymous<sub>4</sub>, 2003. *SHT1x/SHT7x Humidity & Temperature Sensor*. Senserion, Eqqbuhlst.14, 8052 Zurien, Switzerland.
- Anonymous<sub>5</sub>, 2008. *RS 485 dan Komunikasi Multipoint*. [www.coolnetters.com](http://www.coolnetters.com). Diakses tanggal 21 April 2008
- Budiharto, Widodo Ssi, Mkom. 2004. *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta
- BMG, 2007. Pemahaman Informasi Iklim Cuaca. Malang.
- Malik, M. Ibnu, 2003. *Belajar Mikrokontroler PIC18F84*. Gava Media. Yogyakarta
- Malvino. Albert Paul, 1987. *Prinsip-Prinsip Elektronika jilid 2 cetakan ketiga*, terjemahan M. Barmawi dan M. O. Tjia, Erlangga. Jakarta
- Sarjani. 2009. *Cuaca dan Iklim*. <http://elcom.umy.ac.id/>. Diakses tanggal 20 Mei 2009
- Tipler, P.A. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Erlangga. Jakarta

Waryono, 1987. *Pengantar Meteorology dan Klimatologi*. Penerbit  
PT. Bina Ilmu. Surabaya

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Pengujian

Tabel L.1 Pengujian Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

No	SHT11	HH12A	No	SHT11	HH12A
1	18.1	19	26	31.89	32
2	18.28	19	27	32.34	32
3	18.41	19	28	32.66	32
4	18.62	19	29	33.1	33
5	18.76	19	30	33.84	34
6	18.92	19	31	34.36	34
7	19.01	19	32	34.74	35
8	19.26	20	33	37.36	37
9	19.67	20	34	38.59	39
10	20.36	21	35	38.86	39
11	24.75	24	36	39.14	40
12	24.94	25	37	39.4	40
13	25.14	25	38	39.73	41
14	25.2	25	39	40.05	41
15	25.48	25	40	40.21	41
16	26.28	26	41	40.5	42
17	26.89	27	42	40.6	42
18	27.58	27	43	40.88	42
19	28.36	28	44	41.09	42
20	28.8	29	45	41.34	43
21	29.24	29	46	41.56	43
22	29.61	29	47	41.68	43
23	29.98	30	48	42.2	43
24	30.44	30	49	42.34	43
25	31.34	31	50	42.55	43

No	SHT11	HH12A
51	42.72	43
52	43.15	44
53	43.55	45
54	43.93	45
55	44.33	46
56	44.66	46
57	44.93	46
58	45.04	46
59	45.24	47
60	45.43	47
61	45.62	47
62	45.79	47
63	45.85	47
64	45.99	47
65	46.06	47
66	46.18	47
67	46.35	47
68	46.51	48
69	46.6	48
70	46.68	48
71	46.78	48
72	46.92	48
73	47.01	48
74	47.27	48
75	47.39	49

No	SHT11	HH12A
76	47.57	49
77	47.66	49
78	47.85	49
79	47.91	49
80	48.05	49
81	48.19	49
82	48.29	49
83	48.34	49
84	48.71	50
85	49.06	50
86	49.28	50
87	49.48	51
88	49.72	51
89	49.95	51
90	50.13	51
91	50.45	51
92	50.72	52
93	50.95	52
94	51.05	52
95	51.36	52
96	51.7	53
97	52.27	54
98	52.63	54
99	52.77	54
100	52.79	54

**Tabel L.2 Pengujian kelembaban (%RH)**

No	SHT11	HHF11	No	SHT11	HHF11
1	54.1	54.6	26	40.84	37.5
2	52.91	54.9	27	40.84	37.5
3	51.41	54.2	28	40.57	37.4
4	50.99	54.5	29	40.16	37.2
5	49.71	53.8	30	39.93	37
6	48.71	52.4	31	39.82	36.8
7	47.73	50	32	39.59	36.4
8	46.79	47.2	33	39.42	35.8
9	43.88	42.1	34	39.25	35.5
10	43.65	41.3	35	39.01	35.2
11	43.82	41.2	36	38.53	34.8
12	43.45	41	37	38.39	34.4
13	43.19	40.8	38	38.29	34.1
14	43.05	40.7	39	38.29	33.9
15	42.75	40.4	40	38.22	33.5
16	42.62	40.2	41	38.12	33.2
17	42.15	39.8	42	38.16	33.2
18	41.88	39.5	43	37.98	32.8
19	41.51	39.2	44	37.95	32.2
20	41.38	38.9	45	37.64	31.8
21	41.18	38.2	46	37.33	31.3
22	40.97	37.9	47	37.09	31
23	40.8	37.8	48	36.99	30.8
24	40.77	37.7	49	36.75	30.4
25	40.74	37.6	50	36.78	30.1

**Tabel L.3 Pengujian kecepatan angin**

No	N	V (m/s)	HHF11 (m/s)
1	16	0.38	1.5
	17	0.40	1.4
	18	0.42	1.4
	17	0.40	1.4
	17	0.40	1.4
2	29	0.68	2.3
	29	0.68	2.3
	30	0.71	2.2
	30	0.71	2.2
	30	0.71	2.3
3	42	0.99	3.1
	41	0.97	3
	40	0.94	3
	41	0.97	3
	41	0.97	3.1

No	N	V (m/s)	HHF11 (m/s)
4	60	1.41	4
	60	1.41	3.9
	58	1.37	4
	60	1.41	4
	59	1.39	4.1
5	76	1.79	4.8
	74	1.74	4.7
	74	1.74	4.8
	75	1.77	4.8
	75	1.77	4.8
6	91	2.14	5.4
	90	2.12	5.5
	90	2.12	5.5
	90	2.12	5.4
	91	2.14	5.4

$$V = \frac{N2\pi R}{t}$$

Keterangan

V : Kecepatan rotasi anemometer cup (m/s)

N : Jumlah Rotasi anemometer cup

R : Jari-Jari anemometer cup (22.5cm)

t : Waktu sampling (60s)

## Lampiran 2 Listing Program

### L.2.1 Listing Program Mikrokontroler

```
;This program will wait one command from PC: 'M'  
;read Temperature and Humidity data from sensor  
sht11, read PORTA(RA0-RA4) and external interup  
for RB0  
;if everything is ok send the data to PC  
;if not ok it will send an errorcode 254/255
```

```
list p=16f876  
#include <P16f876.INC>  
  
_CONFIG HS_OSC & _CP_OFF & _WDT_OFF &  
_BODEN_OFF & _PWRTE_OFF & _LVP_OFF & _DEBUG_OFF &  
_CPD_OFF  
  
RADIX DEC  
ERRORLEVEL -302, -305  
  
SUHUMSB EQU 20H  
SUHULSB EQU 21H  
LEMBABMSB EQU 22H  
LEMBABLSB EQU 23H  
CEPAT EQU 24H  
UKUR EQU 25H  
COMMAND EQU 26H  
COUNT1 EQU 27H  
COUNT2 EQU 28H  
COUNT3 EQU 29H  
SUM1 EQU 30H  
SUM2 EQU 31H  
CONT EQU 32H  
STAT_TEMP EQU 33H  
W_TEMP EQU 34H  
OPTION_TEMP EQU 35H  
  
ORG 0x00  
GOTO START  
ORG 0X4
```

;-----RUTIN INTERUPSI-----

PUSH MACRO

MOVWF W\_TEMP

SWAPF W\_TEMP,F

BSF STATUS,RPO

SWAPF OPTION\_REG,W

MOVWF OPTION\_TEMP

BCF STATUS,RPO

SWAPF STATUS,W

MOVWF STAT\_TEMP

ENDM

;-----SUBRUTIN INTERUPSI-----

INCF CEPAT,F

POP MACRO

SWAPF STAT\_TEMP,W

MOVWF STATUS

BSF STATUS,RPO

SWAPF OPTION\_TEMP,W

MOVWF OPTION\_REG

BCF STATUS,RPO

SWAPF W\_TEMP,W

ENDM

BCF INTCON,1

RETFIE

ORG 0X25

;-----PROGRAM UTAMA-----

START:

CALL INIT

CLRF SUHUMSB

CLRF SUHULSB

CLRF LEMBABMSB

CLRF LEMBABLSB

CLRF CEPAT

BCF PORTC,2

BCF PORTC,5 ; RECEIVE MODE

BSF PORTB,7 ; DATA=1

BCF PORTB,6 ; SCK=0 INITIAL STATE

CALL TRIGGER

BSF PORTC,2

BSF PORTC, 5 ; TRANSMIT MODE

CALL COMMUNICATION\_RESET  
MOVWF B'00000011' ;SUHU  
MOVWF COMMAND

CALL WRITE\_SHT  
BTFSC STATUS,C ;no ACK  
GOTO ERRORNOACK

CALL WAITFORDATA  
XORLW 1 ; 1=TIMEOUT  
BTFSC STATUS,Z  
GOTO ERRORTIMEOUT ;W=1

CALL READ  
MOVFW UKUR  
MOVWF SUHUMSB

CALL ACK

CALL READ  
MOVFW UKUR  
MOVWF SUHULSB

CALL DELAY\_1000MS

CALL DELAY

CALL DELAY

CALL COMMUNICATION\_RESET  
MOVWL B'00000101' ;KELEMBABAN  
MOVWF COMMAND

CALL WRITE\_SHT  
BTFSC STATUS,C  
GOTO ERRORNOACK ;no ACK

CALL WAITFORDATA  
XORLW 1 ; 1=TIMEOUT  
BTFSC STATUS,Z  
GOTO ERRORTIMEOUT ;W=1

CALL READ  
MOVFW UKUR  
MOVWF LEMBABMSB

CALL ACK

CALL READ  
MOVFW UKUR  
MOVWF LEMBABLSB

MOVFW SUHUMSB  
CALL SEND  
CALL DELAY  
CALL DELAY  
MOVFW SUHULSB  
CALL SEND  
CALL DELAY  
CALL DELAY  
MOVFW LEMBABMSB  
CALL SEND  
CALL DELAY  
CALL DELAY  
MOVFW LEMBABLSB  
CALL SEND  
CALL DELAY  
CALL DELAY  
MOVFW CEPAT  
CALL SEND  
CALL DELAY  
CALL DELAY  
MOVFW PORTA  
CALL SEND  
CALL DELAY  
GOTO START  
ERRORNOACK  
    MOVLW D'254'  
    GOTO DOERROR  
ERRORTIMEOUT  
    MOVLW D'255'  
    GOTO DOERROR  
DOERROR  
    CALL SEND  
    CALL DELAY  
    CALL DELAY  
    GOTO START  
;\*\*\*\*\*PROSEDUR\*\*\*\*\*  
\*  
INIT: ;-----SETUP SERIAL-----  
    CLRF STATUS  
    BSF STATUS,RP0 ;BANK1



```
MOVLW B'10000000'
MOVWF TRISC
BCF STATUS, RP0
MOVLW 0X00
MOVWF T1CON
MOVLW 0X90
MOVWF RCSTA
BSF STATUS, RP0 ;BANK1
MOVLW 0X24 ;BRGH=1
MOVWF TXSTA
MOVLW D'119' ; 9.600bps AT 18.432 MHZ
MOVWF SPBRG

;-----SETUP PORT-----
BCF STATUS, RP0
CLRF PORTA
CLRF PORTB
BSF STATUS, RP0 ;BANK1
MOVLW 0X01
MOVWF TRISB
MOVLW 0X06
MOVWF ADCON1
MOVLW 0XCF
MOVWF TRISA
MOVLW B'11000000'
MOVWF OPTION_REG
BCF STATUS, RP0 ;BANK0
;-----SETUP INTERUPSI-----
BSF INTCON, 7
BSF INTCON, 4
BCF INTCON, 1
BCF STATUS, RP0 ;BANK0
CLRF PIR1 ;CLEAR ALL INTERRUPT
RETURN

;*****PROSEDUR
SHT11*****
TRANSMISSION_S:
    BSF PORTB, 7 ;DATA=1
    NOP
    BSF PORTB, 6 ;SCK=1
```

```
NOP
BCF PORTB, 7      ; DATA=0
NOP
BCF PORTB, 6      ; SCK=0
NOP
NOP
NOP
BSF PORTB, 6      ; SCK=1
NOP
BSF PORTB, 7      ; DATA=1
NOP
BCF PORTB, 6      ; SCK=0
RETURN
```

```
COMMUNICATION_RESET:
BCF STATUS, RP0
CLRF PORTB
BSF STATUS, RP0
MOVLW B'00000001'
MOVWF TRISB
BCF STATUS, RP0      ; SHT WRITE
BSF PORTB, 7      ; DATA=1
BCF PORTB, 6      ; SCK=0 ; INITIAL STATE
MOVLW D'9'
MOVWF CONT
SCK BSF PORTB, 6      ; SCK=1
BCF PORTB, 6      ; SCK=0
DECFSZ CONT, F
GOTO SCK
CALL TRANSMISSION_S
RETURN
```

```
; writes a byte to the sensor
; -> SDAT must be output already (and the line
should be in 1) as left from TransmissionStart
; -> At the end the SDAT will be left as input
; -> Carry=1 if no ACK was received
```

```
WRITE_SHT:
    MOVLW D'8'
    MOVWF CONT
```

## WRITE1

```
    RLF COMMAND, F
    BTFSS STATUS,C
    BCF PORTB, 7           ;DATA=0
    BTFSC STATUS,C
    BSF PORTB, 7           ;DATA=1
    BSF PORTB, 6           ;SCK=1
    NOP
    NOP
    NOP
    BCF PORTB, 6           ;SCK=0
    DECFSZ CONT,F
    GOTO WRITE1
;-----CHECK THE ACKNOWLEDGE-----
    BCF STATUS,RPO
    CLRF PORTB
    BSF STATUS,RPO
    MOVLW B'10000001'
    MOVWF TRISB
    BCF STATUS,RPO ; SHT11 READ

    BSF PORTB, 6           ;SCK=1 CLK #9 FOR ACK
    BCF STATUS,C
    BTFSC PORTB, 7
    BSF STATUS,C
    BCF PORTB, 6           ;SCK=0
    RETURN                 ;SIGNAL ERROR CARRY=1

WAITFORDATA:
    MOVLW 4
    MOVWF COUNT1
    ; TIMEOUT OF 250MS
    ; =4 FOR XTAL=20MHZ

DDC1
    CLRF COUNT2

DDC2
    CLRF COUNT3

DDC3
    BTFSS PORTB, 7
    RETLW 0
    DECFSZ COUNT3
    GOTO DDC3
```

```
DECFSZ     COUNT2
GOTO DDC2
DECFSZ     COUNT1
GOTO DDC1
RETLW 1          ;TIMEOUT

; // reads a byte form the sensor
; -> Data from sensor must be now ready to read
; -> SDAT must be input already (and the line
should be in zero)
; -> SCLK=0
; output => reading = UKUR
READ:
    MOVLW D'8'
    MOVWF CONT
READ1
    BSF PORTB,6      ;SCK=1
    BCF STATUS,C
    BTFSC PORTB,7
    BSF STATUS,C
    RLF UKUR
    BCF PORTB,6      ;SCK=0
    DECFSZ CONT
    GOTO READ1
    BCF STATUS,RP0
    CLRF PORTB
    BSF STATUS,RP0
    MOVLW B'00000001'
    MOVWF TRISB
    BCF STATUS,RP0      ;SHT WRITE
    BSF PORTB,7      ;DATA=1
    RETURN

ACK:
    BCF PORTB,7      ;DATA=0
    BSF PORTB,6      ;SCK=1
    NOP
    NOP
    NOP
    BCF PORTB,6      ;SCK=0
```

```
BSF PORTB, 7      ;DATA=1
BCF STATUS, RP0
CLRF PORTB
BSF STATUS, RP0
MOVLW B'10000001'
MOVWF TRISB
BCF STATUS, RP0      ;SHT11 READ
RETURN
```

#### SEND:

```
BCF STATUS, RP0
BTFS S PIR1, TXIF
GOTO $-1
MOVWF TXREG
RETURN
```

#### TRIGGER:

```
BTFS S PIR1, RCIF
GOTO $-1
MOVFW RCREG
BCF STATUS, Z
XORLW 'M'
BTFS S STATUS, Z
GOTO START      ; IF NOT 'M' IF RESTART
CALL DELAY_100MS
RETURN
```

#### DELAY\_1MS:

```
BCF STATUS, RP0
BCF PIR1, TMR1IF
MOVLW 0XEE
MOVWF TMR1H
MOVLW 0X32
MOVWF TMR1L
BSF T1CON, TMR1ON      ;START TO COUNT
BTFS S PIR1, TMR1IF
GOTO $-1
RETURN
```

DELAY\_10MS:

```
    MOVLW D'10'
    MOVWF COUNT1
LOOP10    BCF STATUS, RP0
          BCF PIR1, TMR1IF
          MOVLW 0XEE
          MOVWF TMR1H
          MOVLW 0X32
          MOVWF TMR1L
          BSF T1CON, TMR1ON      ;START TO COUNT
          BTFSS PIR1, TMR1IF
          GOTO $-1
          DECFSZ COUNT1, F
          GOTO LOOP10
          RETURN
```

DELAY\_100MS:

```
    MOVLW D'10'
    MOVWF COUNT2
LOOP25    CALL DELAY_10MS
          DECFSZ COUNT2, F
          GOTO LOOP25
          RETURN
```

DELAY\_1000MS

```
    MOVLW D'100'
    MOVWF COUNT2
LOOP100   CALL DELAY_10MS
          DECFSZ COUNT2, F
          GOTO LOOP100
          RETURN
```

DELAY:

```
    MOVLW H'FF'
    MOVWF COUNT1
TUNDA0
    MOVLW H'FF'
    MOVWF COUNT2
TUNDA1
    DECFSZ COUNT2
```

```
    GOTO    TUNDA1
    DECFSZ COUNT1
    GOTO    TUNDA0
    RETURN
END
```

## L.2.2 Listing Program Delphi

```
unit Unit1;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
  Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, ComCtrls, StdCtrls, ExtCtrls, CPort,
  Grids, Menus, ImgList, jpeg,
  Buttons, comobj;

type
  TForm1 = class(TForm)
    ComPort1: TComPort;
    Timer1: TTimer;
    SaveDialog1: TSaveDialog;
    OpenDialog1: TOpenDialog;
    MainMenu1: TMainMenu;
    File1: TMenuItem;
    Import1: TMenuItem;
    Export1: TMenuItem;
    Exit1: TMenuItem;
    Panel1: TPanel;
    Panel2: TPanel;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Button4: TButton;
    Panel4: TPanel;
    ComboBox1: TComboBox;
    Label2: TLabel;
    Timer2: TTimer;
    Image1: TImage;
    Image2: TImage;
    Image3: TImage;
```

```
Image4: TImage;
Settings1: TMenuItem;
BitBtn1: TBitBtn;
oExcel1: TMenuItem;
StringGrid1: TStringGrid;
Panel3: TPanel;
StringGrid2: TStringGrid;
Label1: TLabel;
Label3: TLabel;
Edit1: TEdit;
Label4: TLabel;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure Delay(lama:cardinal);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure ComPort1TxEmpty(Sender: TObject);
procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject;
Count: Integer);
procedure Button4Click(Sender: TObject);
procedure ClearBuffer;
procedure Import1Click(Sender: TObject);
procedure Export1Click(Sender: TObject);
procedure Exit1Click(Sender: TObject);
procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
procedure Image2Click(Sender: TObject);
procedure Image3Click(Sender: TObject);
procedure Image4Click(Sender: TObject);
procedure Settings1Click(Sender: TObject);
procedure Open;
procedure save;
procedure oExcel1Click(Sender: TObject);

private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
```

```
var
  Form1: TForm1;
  i,t,n:integer;
  T1,T2,RH1,RH2,A,V:integer;
  TC,RH,Vt:real;
  RSBuffer:string;
  ChInBuf:integer;
  q,b,c,d,e,f:integer;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  edit1.Text:='0';
  stringgrid1.Cells[0,0]:=' No';
  stringgrid1.Cells[1,0]:=' Date';
  stringgrid1.Cells[2,0]:=' Time';
  stringgrid1.Cells[3,0]:=' T(C)';
  stringgrid1.Cells[4,0]:=' RH(%)';
  stringgrid1.Cells[5,0]:=' V(m/s)';
  stringgrid1.Cells[6,0]:=' Direction';
  stringgrid2.Cells[0,0]:='';
  stringgrid2.Cells[1,0]:=' Date';
  stringgrid2.Cells[2,0]:=' Time';
  stringgrid2.Cells[3,0]:=' T(C)';
  stringgrid2.Cells[4,0]:=' RH(%)';
  stringgrid2.Cells[5,0]:=' V(m/s)';
  stringgrid2.Cells[6,0]:=' Direction';
  BitBtn1.Enabled:=true;
  button2.Enabled:=false;
end;

procedure TForm1.Delay(lama:cardinal);
var
  ref:cardinal;
begin
  ref:=GetTickCount;
  repeat
```

```
        Application.ProcessMessages;
        until ((GetTickCount-Ref)>=lama);
end;

procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
comport1.Connected:=true;
BitBtn1.Enabled:=false;
button2.Enabled:=true;
t:=strToInt(comboBox1.Text);
stringgrid1.RowCount:=(10);
timer1.Interval:=t*1000*60;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
i:=0;
ClearBuffer;
comport1.SetRTS(false);
delay(10);
comport1.TransmitChar('M');
delay(10);
comport1.SetRTS(true);
timer1.Enabled:=true;
button2.Enabled:=false;
end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
    timer1.Enabled:=false;
    BitBtn1.Enabled:=true;
    button2.Enabled:=false;
end;

procedure TForm1.ClearBuffer;
begin
RSBuffer:='';
ChInBuf:=0;
end;
```

```
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  ClearBuffer;
  comport1.SetRTS(false);
  delay(10);
  comport1.TransmitChar('M');
  delay(10);
  comport1.SetRTS(true);
repeat
  application.ProcessMessages;
until
  ChInBuf>=1;
if q=254 then
begin
  timer1.Enabled:=false;
  messagedlg('Reset Comunication, Data not
Ready',mtconfirmation,[mbok],0);
  application.Terminate;
end;
if q=255 then
begin
  timer1.Enabled:=false;
  messagedlg('Reset Comunication, Data not
Ready',mtconfirmation,[mbok],0);
  application.Terminate;
end;
repeat
  application.ProcessMessages;
until
  ChInBuf>=6;
begin
  T1:=q;
  T2:=b;
  RH1:=c;
  RH2:=d;
  V:=e;
  A:=f;
  TC:=0.01*((256*T1)+T2)-40;
  RH:=(TC-
25)*(0.01+(8*((256*RH1)+RH2))/(100000))+0.0405*((2
```

```
56*RH1)+RH2)-  
((2.8/1000000)*((256*RH1)+RH2)*((256*RH1)+RH2))-4;  
t:=strtoint(comboBox1.Text);  
Vt:=(2.302*V*45*3.14/(t*6000))+0.688;  
end;  
inc(i);  
stringgrid1.Cells[0,i]:=inttostr (i);  
stringgrid1.Cells[1,i]:=datetostr (date);  
stringgrid1.Cells[2,i]:=timetostr (time);  
stringgrid1.Cells[3,i]:=floattostr (TC);  
stringgrid1.Cells[4,i]:=formatfloat ('0.00',RH);  
stringgrid1.Cells[5,i]:=formatfloat ('0.00',Vt);  
stringgrid2.Cells[1,1]:=datetostr (date);  
stringgrid2.Cells[2,1]:=timetostr (time);  
stringgrid2.Cells[3,1]:=floattostr (TC);  
stringgrid2.Cells[4,1]:=formatfloat ('0.00',RH);  
stringgrid2.Cells[5,1]:=formatfloat ('0.00',Vt);  
if A=0 then  
begin  
stringgrid1.Cells[6,i]:='North (0)';  
stringgrid2.Cells[6,1]:='North (0)';  
end;  
if A=1 then  
begin  
stringgrid1.Cells[6,i]:='337.5 degree';  
stringgrid2.Cells[6,1]:='337.5 degree';  
end;  
if A=2 then  
begin  
stringgrid1.Cells[6,i]:='North-West (315)';  
stringgrid2.Cells[6,1]:='North-West (315)';  
end;  
if A=3 then  
begin  
stringgrid1.Cells[6,i]:='292.5 degree';  
stringgrid2.Cells[6,1]:='292.5 degree';  
end;  
if A=4 then  
begin  
stringgrid1.Cells[6,i]:='West (270)';
```

```
stringgrid2.Cells[6,1]:='West (270)';
end;
if A=5 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='247.5 degree';
stringgrid2.Cells[6,1]:='247.5 degree';
end;
if A=6 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='South-West (225)';
stringgrid2.Cells[6,1]:='South-West (225)';
end;
if A=7 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='202.5 degree';
stringgrid2.Cells[6,1]:='202.5 degree';
end;
if A=8 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='South (180)';
stringgrid2.Cells[6,1]:='South (180)';
end;
if A=9 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='157.5 degree';
end;
if A=10 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='South-East (135)';
stringgrid2.Cells[6,1]:='South-East (135)';
end;
if A=11 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='112.5 degree';
stringgrid2.Cells[6,1]:='112.5 degree';
end;
if A=12 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='East (90)';
stringgrid2.Cells[6,1]:='East (90)';
```

```
end;
if A=13 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='67.5 degree';
stringgrid2.Cells[6,1]:='67.5 degree';
end;
if A=14 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='North-East (45)';
stringgrid2.Cells[1,i]:='North-East (45)';
end;
if A=15 then
begin
stringgrid1.Cells[6,i]:='22.5 degree';
stringgrid2.Cells[6,1]:='22.5 degree';
end;
edit1.Text:=floattostr(i);
stringgrid1.RowCount:=i+1;
end;

procedure TForm1.ComPort1TxEmpty(Sender: TObject);
begin
Comport1.SetRTS(true); //komputer siap
menerima data
end;

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject;
Count: Integer);
var
hasil:string;
begin
comport1.Readstr(hasil,count);
RSBuffer:=RSbuffer+hasil;
ChInBuf:=length(RSBuffer);
q:=ord(RSBuffer[1]);
b:=ord(RSBuffer[2]);
c:=ord(RSBuffer[3]);
d:=ord(RSBuffer[4]);
e:=ord(RSBuffer[5]);
f:=ord(RSBuffer[6]);
```

```
end;

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
var
  kolom,baris: integer;
  j:integer;
begin
  j:=strtoint(edit1.Text)+1;
  for kolom:=0 to 6 do
    begin
      for baris:=1 to j do
        StringGrid1.Cells[kolom,baris]:='';
      end;
  if i=10 then
  begin
    stringgrid1.RowCount:=i+1;
  end;
  edit1.Text:='0';
  BitBtn1.Enabled:=true;
  button2.Enabled:=false;
end;

procedure TForm1.Export1Click(Sender: TObject);
begin
  save
end;

procedure TForm1.Import1Click(Sender: TObject);
begin
  open;
end;

procedure TForm1.Exit1Click(Sender: TObject);
begin
  beep;
  if messagedlg('Anda ingin
menyimpan',mtconfirmation,[mbyes,mbno],0)=mryes
then
  begin
    save;
  end;
end;
```

```
application.Terminate;
end;
if messagedlg('Anda yakin
Keluar',mtconfirmation,[mbyes,mbcancel],0)=mryes
then application.Terminate;
end;

procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
begin
label3.Caption:=timetostr(time);
label1.Caption:=datetostr(date);
end;

procedure TForm1.Image2Click(Sender: TObject);
begin
open;
end;

procedure TForm1.Image3Click(Sender: TObject);
begin
save;
end;

procedure TForm1.Image4Click(Sender: TObject);
begin
beep;
if messagedlg('Anda ingin
menyimpan',mtconfirmation,[mbyes,mbno],0)=mryes
then
begin
save;
application.Terminate;
end;
if messagedlg('Anda yakin
Keluar',mtconfirmation,[mbyes,mbcancel],0)=mryes
then application.Terminate;
end;

procedure TForm1.Settings1Click(Sender: TObject);
begin
```

```
comport1.ShowSetupDialog;
end;

procedure TForm1.save;
var
  datanya:TextFile;
  jumdat,bar:integer;
begin
  jumdat:=strtoint(edit1.Text);
  if savedialog1.Execute then
  begin
    assignfile(datanya,savedialog1.FileName);
    rewrite(datanya);
    writeln(datanya,copy (combobox1.Text,1,6));
    writeln(datanya,copy (edit1.Text,1,6));
    for bar:=1 to (jumdat+1) do
      begin
        writeln(datanya,copy (form1.StringGrid1.Cells[0,bar],0,6));
        writeln(datanya,copy (form1.StringGrid1.Cells[1,bar],0,11));
        writeln(datanya,copy (form1.StringGrid1.Cells[2,bar],0,11));
        writeln(datanya,copy (form1.StringGrid1.Cells[3,bar],0,6));
        writeln(datanya,copy (form1.StringGrid1.Cells[4,bar],0,10));
        writeln(datanya,copy (form1.StringGrid1.Cells[5,bar],0,10));
        writeln(datanya,copy (form1.StringGrid1.Cells[6,bar],0,20));
      end;
    closefile(datanya);
```

```
    end;
end;

procedure TForm1.Open;
var
  datanya:textfile;
  kanal0,kanal3:string[6];
  kanal4,kanal5:string[10];
  kanal1,kanal2,kanal6:string[11];
  jumdat:string[6];
  t_sampling:string[6];
  sigdata:integer;
  k:integer;
begin
  if opendialog1.Execute then
  begin
    assignFile(datanya,opendialog1.FileName);
    reset(datanya);
    readln(datanya,t_sampling);
    combobox1.Text:=t_sampling;
    readln(datanya,jumdat);
    edit1.Text:=jumdat;
    sigdata:=strToInt(jumdat);
    stringgrid1.RowCount:=sigdata+1;
    for k:=1 to (sigdata+1) do
    begin
      readln(datanya,kanal0);
      stringgrid1.Cells[0,k]:=kanal0;
      readln(datanya,kanal1);
      stringgrid1.Cells[1,k]:=kanal1;
      readln(datanya,kanal2);
      stringgrid1.Cells[2,k]:=kanal2;
      readln(datanya,kanal3);
      stringgrid1.Cells[3,k]:=kanal3;
      readln(datanya,kanal4);
      stringgrid1.Cells[4,k]:=kanal4;
      readln(datanya,kanal5);
      stringgrid1.Cells[5,k]:=kanal5;
      readln(datanya,kanal6);
      stringgrid1.Cells[6,k]:=kanal6;
    end;
  end;
end;
```

```
    end;
  end;
end;

procedure TForm1.oExcel1Click(Sender: TObject);
var
  fa,g:variant;
  bar,F:integer;
begin
  fa:=createoleobject('Excel.Application');
  fa.visible:=true;
  fa.workbooks.add;
  fa.workbooks[1].worksheets[1].name:='Data
Pengamatan';
  g:=fa.workbooks[1].worksheets['Data
Pengamatan'];
  g.cells[1,1]:='No.';
  g.cells[1,2]:='Date';
  g.cells[1,3]:='Time';
  g.cells[1,4]:='T(C)';
  g.cells[1,5]:='RH(%)';
  g.cells[1,6]:='V(m/s)';
  g.cells[1,7]:='Direction';
  F:=strToInt(edit1.Text);
  for bar:=2 to F+1 do
  begin
    g.cells[bar,1]:=bar-1;
    g.cells[bar,2]:=stringgrid1.Cells[1,bar-1];
    g.cells[bar,3]:=stringgrid1.Cells[2,bar-1];
    g.cells[bar,4]:=stringgrid1.Cells[3,bar-1];
    g.cells[bar,5]:=stringgrid1.Cells[4,bar-1];
    g.cells[bar,6]:=stringgrid1.Cells[5,bar-1];
    g.cells[bar,7]:=stringgrid1.Cells[6,bar-1];
  end;
end;
end.
```

### Lampiran 3 Foto Peralatan



Gambar L.1 Stasiun Pencatat Parameter Cuaca