



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN MINIATUR STASIUN CUACA BERBASIS  
MIKROKONTROLER**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**

**ALDI AGUSTIAN  
0606039663**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM SARJANA EKSTENSI FISIKA  
INSTRUMENTASI  
DEPOK  
2009**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar**

**Nama : Aldi Agustian**

**NPM : 0606039663**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : November 2009**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Aldi Agustian

NPM : 0606039663

Program Studi : Instrumentasi

Judul Tesis : Rancang Bangun Miniatur Stasiun Cuaca Berbasis  
Mikrokontroler

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Fisika Instrumentasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : DR. Prawito ( )

Pembimbing : Drs Arief Sudarmadji, M.T ( )

Penguji I : Dr. Sastra Kusuma ( )

Penguji II : Lingga Hermantro, Msi ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : November 2009

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Miniatur Stasiun Cuaca Berbasis Mikrokontroler” bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana Fisika Instrumentasi Elektronika, Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia.

Dengan terselesaikannya penelitian dan laporan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu selama proses pelaksanaan dan penyelesaiannya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada :

1. Allah SWT atas segala kuasa-Nya.
2. Dr. Prawito dan Drs Arief Sudarmadji, M.T selaku pembimbing atas semua waktu, motivasi dan solusi alternatif terbaik yang sangat membantu selama pembuatan dan penyelesaian penelitian ini.
3. Seluruh Dosen Fisika FMIPA yang telah memberikan ilmunya serta seluruh staf dan karyawan yang telah membantu kepada penulis.
4. Bapak dan Ibu tercinta, dengan segala keikhlasan, kesabaran, semangat juga doa yang tak henti-hentinya selalu dipanjatkan dalam setiap kata dan doa. Ya Allah SWT yang Maha Mulia, berikanlah ridho-Mu disetiap sudut jalan hidup mereka juga Albar adikku yang selalu menyemangati saya.
5. Bonnytha yang selalu memberikan dorongan dan selalu menemaniku dalam pembuatan skripsi ini.
7. Seluruh teman-teman dikosan, dirumah, diwarnet dimana saja yang selalu kasih saya semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh rekan-rekan Fisika Ekstensi angkatan 2006.
9. Seluruh rekan-rekan Instrumentasi D3 angkatan 2003

10. Semua pihak yang secara tidak langsung ikut terlibat dalam pembuatan tugas akhir ini yang tidak saya sebutkan satu persatu, semoga amal baik yang telah dilakukan dibalas di kemudian hari.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan, kesalahan dan jauh dari kata sempurna dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini. Besar harapan penulis kepada semua pihak untuk dapat memberikan saran dan kritik yang bersifat membangun sebagai dasar kuat agar selanjutnya dapat membuat skripsi yang lebih baik. Terima kasih, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Depok, November 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aldi Agustian  
NPN : 0606039663  
Program Studi : Fisika Instrumentasi  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya saya yang berjudul:

**“Rancang Bangun Miniatur Stasiun Cuaca Berbasis Mikrokontroler”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

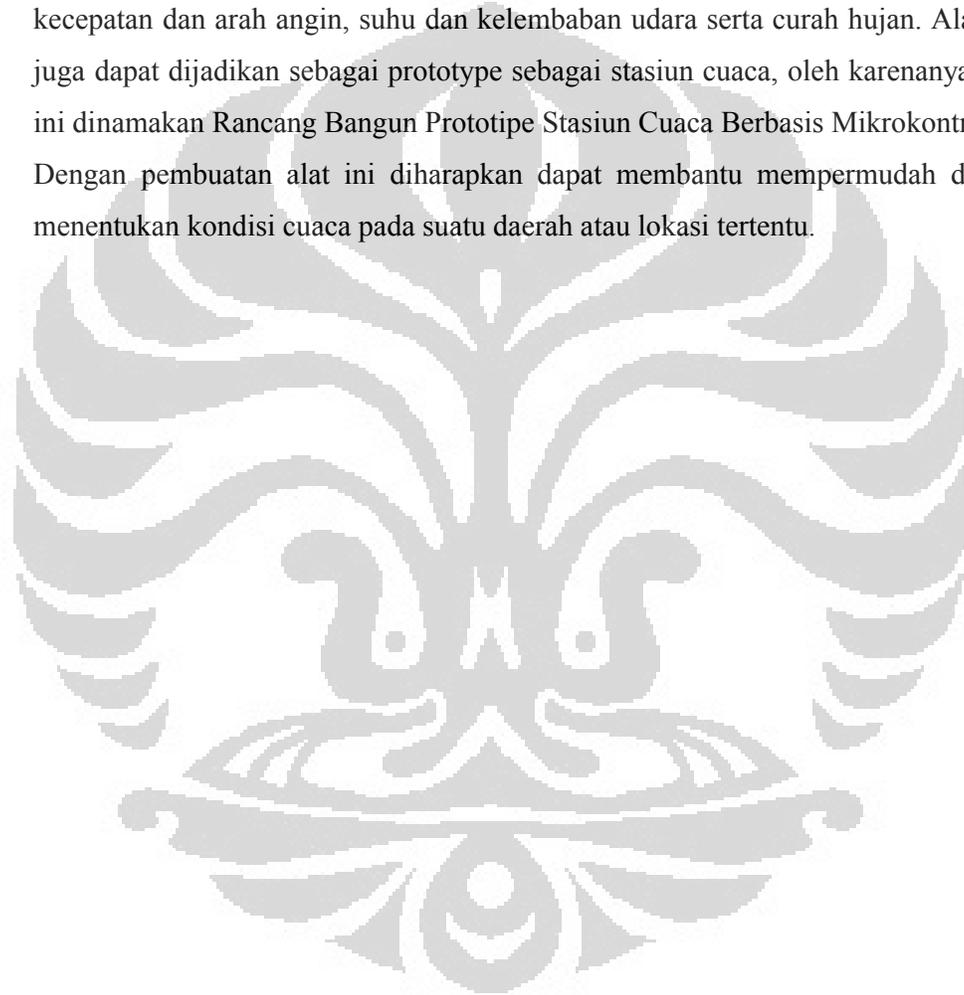
Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : November 2009

Yang menyatakan

(Aldi Agustian)

## ABSTRAK

Rancang Bangun Prototipe Stasiun Cuaca Berbasis Mikrokontroler bertujuan untuk membuat suatu sistem pengukuran kondisi cuaca dengan menggunakan sebuah alat yang terdapat dalam satu sistem, dimana data dapat kita manfaatkan sebagai referensi sebagai penentu didalam kita melakukan suatu pekerjaan. Alat ini mampu mengukur beberapa parameter cuaca diantaranya kecepatan dan arah angin, suhu dan kelembaban udara serta curah hujan. Alat ini juga dapat dijadikan sebagai prototipe sebagai stasiun cuaca, oleh karenanya alat ini dinamakan Rancang Bangun Prototipe Stasiun Cuaca Berbasis Mikrokontroler. Dengan pembuatan alat ini diharapkan dapat membantu mempermudah dalam menentukan kondisi cuaca pada suatu daerah atau lokasi tertentu.



## ABSTRACT

Prototype of Miniature Weather Station Based on Microcontroller to create a system for measuring weather conditions by using a tool found in one system, where data can we use as a determinant in refrensi as we do a job. This tool is able to measure the weather parameters including wind speed and direction, temperature and humidity and rainfall. This tool can also be used as a prototype as a weather station, therefore this tool called the Design Build Prototype Microcontroller-Based Weather Station. By making this tool is expected to help facilitate in determining weather conditions in an area or specific location.



## DAFTAR ISI

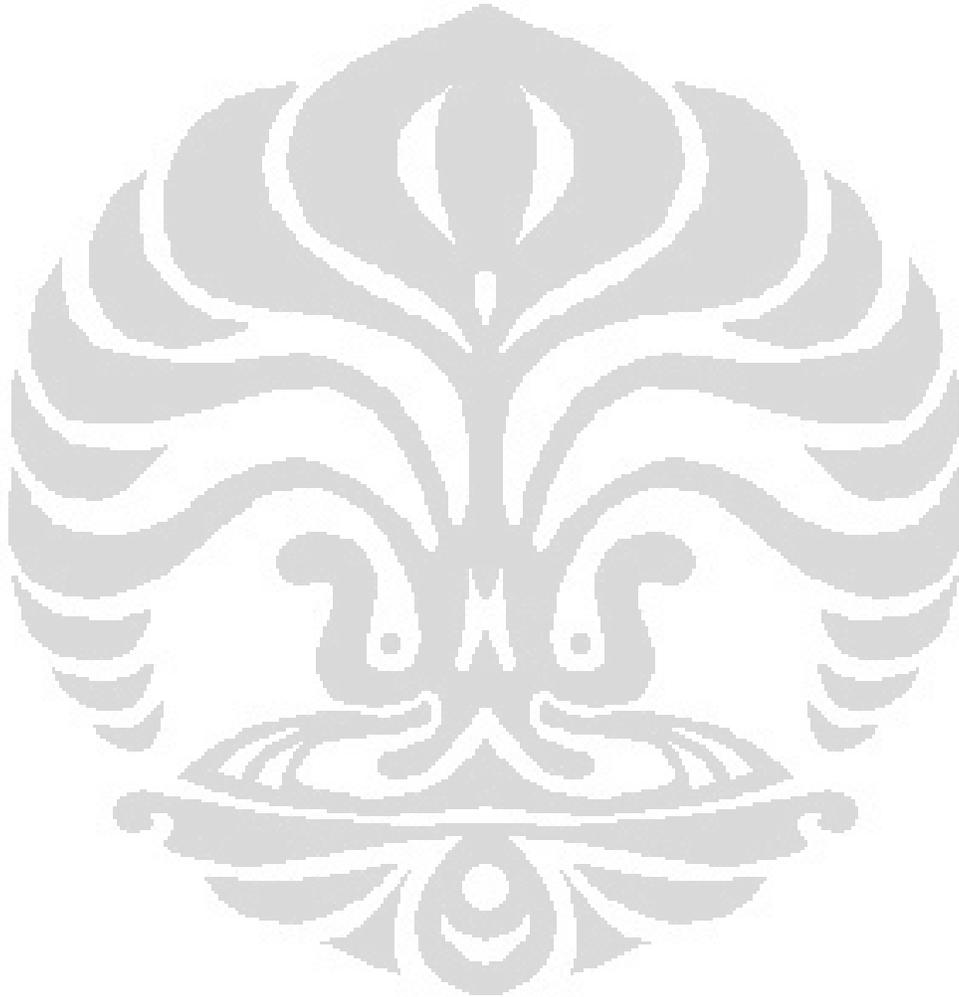
	Halaman
Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	iii
Kata Pengantar dan Ucapan Terima Kasih .....	v
Lembar Pernyataan Publikasi Karya Ilmiah.....	vi
Abstrak .....	vii
Abstract .....	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Lampiran .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Deskripsi Singkat.....	2
1.6. Metode Penulisan .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Teori Dasar Miniatur Stasiun Cuaca .....	4
2.2. <i>Opto Interrupt Device</i> (OID) .....	5
2.2.1 Cara Kerja Sensor .....	6
2.2.2 Phototransisto dan Photodioda.....	7
2.3. Sensor SHT 11 .....	10
2.3.1 Cara Kerja Sensor .....	10
2.3.2 Spesifikasi Sensor .....	10
2.4. RTC DS1307z .....	12
2.3.1 Detil RTC DS1307z.....	13
2.3.2 Alamat RAM pada RTC DS1307z.....	14
2.5 LCD.....	15
2.6. Pengukuran .....	16
2.5.1 Pengukuran Angin.....	17
2.5.2 Pengukuran Suhu .....	18
2.5.3 Pengukuran Kelembaban.....	18
2.5.4 Pengukuran Curah Hujan.....	20
<b>BAB 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM</b>	
3.1. Perancangan perangkat keras pada miniatur stasiun cuaca .....	24
3.2.1 Perancangan <i>Hardware</i> pada Alat Pengukur Kecepatan Angin .....	25
3.2.2 Perancangan <i>Hardware</i> pada Alat Pengukur Arah Angin .....	30
3.2.3 Perancangan <i>Hardware</i> pada Alat Pengukur Suhu dan Kelembaban .....	33
3.2.4 Perancangan <i>Hardware</i> pada Alat Pengukur Curah Hujan.....	36
3.2.5 RTC (real time clock) .....	42
3.2.6 Media Penyimpan .....	44

3.3 Perancangan <i>Software</i> .....	45
3.3.1. Flowchart Program .....	46
3.3.2. Pembahasan Program .....	47
<b>BAB 4. HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA</b>	
4.1. Pengambilan Data Kecepatan dan Arah Angin .....	48
4.1.1 Analisa Data dan Alat Ukur .....	
4.2. Pengambilan Data Suhu dan Kelembaban.....	51
4.1.1 Analisa Data dan Alat Ukur .....	
4.3. Pengambilan Data Curah Hujan.....	53
4.1.1 Analisa Data dan Alat Ukur .....	
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	55
5.2. Saran .....	56
<b>DAFTAR ACUAN</b> .....	57
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

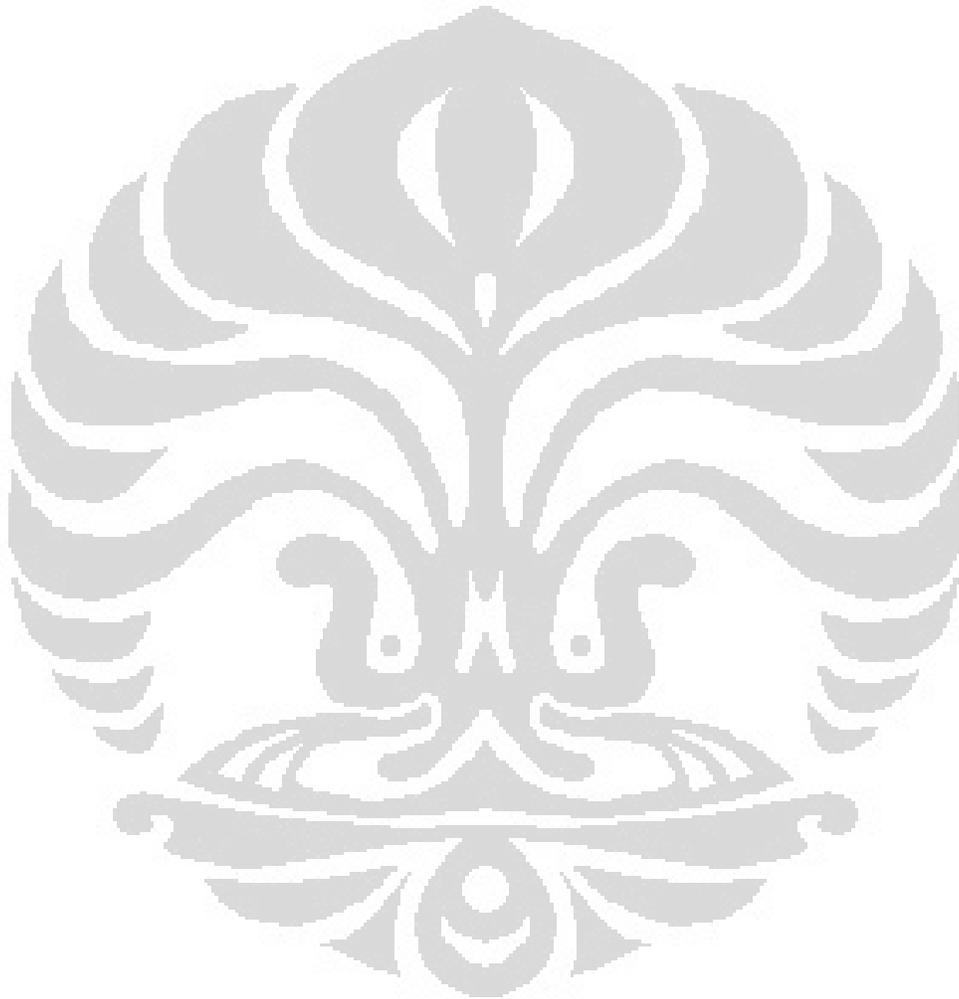
Tabel 3.1. Tabel Kebenaran flip-flop D.....	32
Tabel 4.1. Tabel Perbandingan Nilai Kecepatan dan Jarak .....	48
Tabel 4.2. Perbandingan Sudut Busur dan Sudut Alat .....	50
Tabel 4.3. Data Sensor Suhu dan Kelembaban .....	52
Tabel 4.4. Data Sensor Curah Hujan .....	54



## DAFTAR GAMBAR

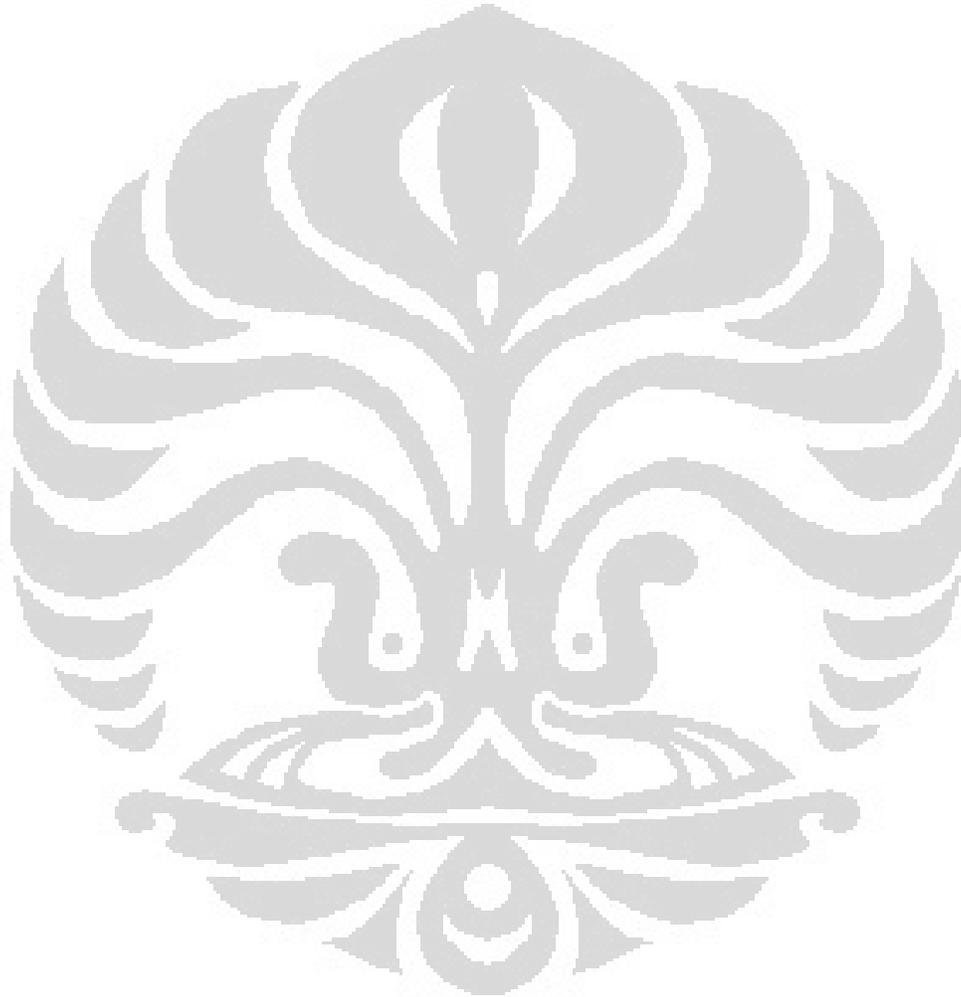
	Halaman
Gambar 1.1. Blok diagram Miniatur Stasiun Cuaca.....	2
Gambar 2.1. Posisi Mekanis Sensor OID.....	6
Gambar 2.2. metode pengukuran menggunakan optocoupler.....	6
Gambar 2.3 Kondisi Signal pada Sensor <i>Optocoupler 2 Output</i> .....	7
Gambar 2.4 Skematik Optocoupler .....	8
Gambar 2.5 Berbagai Jenis Uji Transistor.....	9
Gambar 2.6. <i>Optocoupler</i> menggabungkan LED dan fotodioda.....	9
Gambar 2.7. Bentuk fisik SHT11 .....	10
Gambar 2.8. Koneksi pin SHT11 .....	11
Gambar 2.9. Aplikasi Rangkaian SHT .....	11
Gambar 2.10. Pin RTC DS1307z .....	12
Gambar 2.11 Blok Diagram RTC DS1307z.....	13
Gambar 2.12 Alamat Ram RTC DS1307z.....	14
Gambar 2.13.Skemantik rangkaian Lcd.....	15
Gambar 2.14 Bentuk Fisik LCD.....	15
Gambar 2.15 Prinsip terjadinya angin .....	17
Gambar 2.16 Proses Gerakan Angin.....	17
Gambar 2.17 Penakar Curah Hujan Tipe Observatorium.....	21
Gambar 2.18 Penakar Curah Hujan Tipe Hellman.....	22
Gambar 2.19 Penakar Curah Hujan Tipe Tipping-Bucket.....	23
Gambar 2.20 Bentuk fisik Penakar Hujan Tipe Tipping Bucket .....	23
Gambar 3.1 Arsitektur Miniatur Stasiun Cuaca .....	24
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem.....	25
Gambar 3.3 Rancang bangun alat pengukur kecepatan angin .....	26
Gambar 3.4 Gerakan cup terhadap Angin.....	27
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Kecepatan Angin .....	27
Gambar 3.6 Bentuk Pulsa pada Sensor Kecepatan Angin.....	28
Gambar 3.7 Rancang bangun alat pengukur arah angin .....	30
Gambar 3.8 Rangkaian Sensor Arah Angin.....	31
Gambar 3.9 Pulsa Keluaran pada Sensor Arah Angin .....	32
Gambar 3.10 Rancang bangun penempatan sensor suhu dan kelembaban.....	33
Gambar 3.11 Koneksi pin SHT11 .....	34
Gambar 3.12.Aplikasi Rangkaian SHT .....	35
Gambar 3.13 Contoh pengukuran kelembaban .....	35
Gambar 3.14 Koneksi reset sequence .....	36
Gambar 3.15 Rancangan mekanik alat pengukur curah hujan.....	37
Gambar 3.16 Rancangan mekanik alat pengukur curah hujan tampak samping.....	38
Gambar 3.17 Rancangan Corong Penampung Air Hujan .....	39
Gambar 3.18 Rancangan wadah tampung.....	41
Gambar 3.19 Rangkaian RTC (Real Time Clock) .....	43
Gambar 3.20 <i>Flowchart</i> Program Miniatur Stasiun Cuaca.....	45
Gambar 4.1 Grafik Nilai Kecepatan dengan jarak .....	49
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Sudut.....	50

Gambar 4.3 Grafik Temperatur .....	52
Gambar 4.4 Grafik Kelembaban.....	53
Gambar 4.5 Grafik Kelembaban.....	55



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Listing Program .....
Lampiran B Gambar Miniatur Stasiun Cuaca 2 Dimensi .....
Lampiran C Gambar Miniatur Stasiun Cuaca 3 Dimensi .....
Lampiran D Foto Miniatur Stasiun Cuaca .....



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Berasamaan dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat terutama dibidang alat ukur, contohnya dalam pengukuran kejadian-kejadian alam seperti curah hujan, suhu dll. Pada pengukuran ini melibatkan besaran-besaran fisika yang merupakan dasar bagi pengukuran. Untuk itu dilakukan sebuah penelitian dalam bentuk station cuaca,. Station cuaca ini nantinya akan dapat melakukan beberapa pengukuran diantaranya adalah curah hujan, suhu dan kelembaban udara, arah dan kecepatan angin serta mengkoordinasikan kesemuanya itu dalam sebuah laporan harian. Sehingga mampu memperkirakan atau memprediksi cuaca yg terjadi pada lokasi tersebut.

Masalah yang dihadapi adalah pada saat kita membutuhkan suatu alat pengukur ketika kita berada di daerah yang sangat terpencil untuk mengetahui keadaan karakteristik cuaca pada daerah tersebut.

Dengan adanya contoh permasalahan seperti di atas, maka penulis akan mencoba penelitian lebih lanjut dengan menggunakan sensor curah hujan. Alat ini dapat bekerja dalam jangka waktu yang lama tanpa harus diberhentikan karena alat ini memang dirancang sedemikian rupa untuk dapat bekerja di suatu tempat terpencil dengan sumber tegangan sendiri.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Sistem yang dirancang adalah sistem Stasiun Cuaca dengan menggunakan pemograman Basis Komputer untuk sistem otomasisinya.

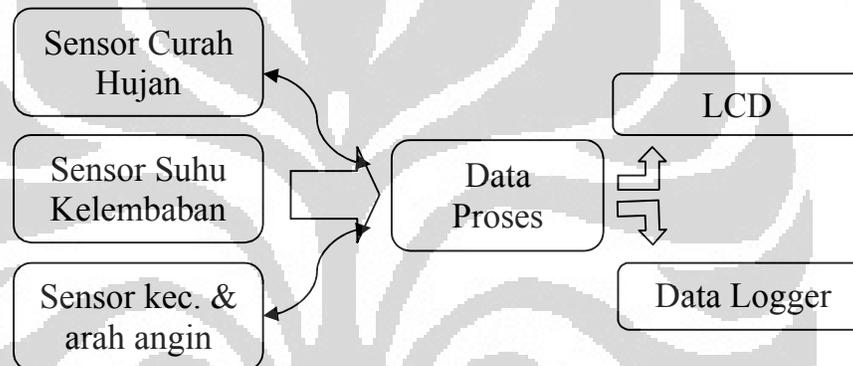
### **1.3 Batasan Masalah**

Pembahasan skripsi ini hanya terbatas pada pembuatan sensor – sensor serta, pengambilan data serta penyimpanan data pada device yang akan ditentukan selanjutnya.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari skripsi ini adalah membuat suatu sistem pengukuran kondisi cuaca. Dengan menggunakan sebuah alat yang terdapat dalam satu system, dimana data dapat kita manfaatkan sebagai refrensi sebagai penentu didalam kita melakukan suatu pekerjaan. Dengan pembuatan alat ini diharapkan dapat membantu mempermudah dalam menentukan kondisi cuaca pada suatu daerah atau lokasi tertentu.

#### 1.5 Deskripsi Singkat



**Gambar 1.1** Blok diagram Miniatur Stasiun Cuaca

Miniatur stasiun cuaca ini dibuat untuk pengukuran curah hujan di daerah terpencil seperti di daerah pegunungan dimana sangat dibutuhkan untuk mengetahui data-data curah hujan yang sangat berhubungan dengan pertanian. Alat ini menggunakan mikrokontroler yang mengatur masuknya data-data sensor dan, setelah data-data tersebut diolah oleh mikrokontroler, maka data tersebut akan ditampilkan oleh LCD dan dikirim ke dalam data logger. Data yang tersimpan di data logger secara periodik akan diambil oleh petugas untuk dibaca datanya di PC melalui mikrokontroler dan disimpan ke dalam *file* “.txt”. Informasi yang tersimpan dalam file ini adalah data yang diperoleh dari hasil percobaan uji coba alat. Berdasarkan data ini, maka kondisi cuaca di tempat tersebut dapat diketahui.

Dari secara keseluruhan blok diagram diatas dibagi menjadi tiga bagian. Yang pertama terdiri dari bagian sensor, data proses, LCD dan dan pengiriman

data. Dalam penelitian ini akan dibuat Sensor curah hujan yang dilengkapi dengan *device* tambahan.

## **I.6 Metode Penulisan**

### **a. Study Literatur**

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan dengan mengacu kepada buku-buku pegangan, data *sheet*, internet, makalah-makalah dan lain-lain.

### **b. Perancangan Alat**

Penulis berusaha untuk membuat suatu rancangan sistem pengendalian *hardware* baru yang ingin dibuat di dalam penelitian, berdasarkan bahan-bahan yang ada untuk dapat dianalisa kembali.

### **c. Pembuatan Alat**

Pada bagian ini berisi mengenai proses perencanaan rancang bangun dari sistem mekanik yang dibuat. Pada bagian hardware akan membahas desain dan cara kerjanya, sedangkan untuk bagian software akan dibahas program yang digunakan dalam sistem pengendalinya.

### **d. Pengujian Sistem**

Pada bagian ini merupakan proses pengujian dari proyek yang dibuat, dengan tujuan untuk mengetahui apakah kinerja dari alat yang dibuat sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum.

### **e. Pengambilan Data**

Setelah alat diuji secara keseluruhan sebagai suatu sistem sehingga dapat dilihat apakah sistem dapat bekerja dengan baik dan benar, sehingga penulis dapat melakukan pengambilan data.

### **f. Penulisan Penelitian**

Dari hasil pengujian dan pengambilan data kemudian dilakukan suatu analisa sehingga dapat diambil suatu kesimpulan. Dengan adanya beberapa saran juga dapat kita ajukan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

Seperti pada penjelasan sistematika penulisan pembuatan tugas akhir ini, dalam bab ini akan dijelaskan beberapa landasan-landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dalam perancangan dan pembuatan alat. Pada bab ini penulis akan membahas dasar-dasar dari beberapa bagian penting yang terdapat dalam miniatur stasiun cuaca serta prinsip pengukuran yang digunakan didalam miniatur stasiun cuaca.

#### 2.1 TEORI DASAR MINIATUR STASIUN CUACA

Pada dasarnya miniatur stasiun cuaca ini, mengadopsi sistem yang digunakan oleh stasiun cuaca otomatis (*automatic weather station*), namun tidak secanggih dan sesempurna AWS (*automatic weather station*). Ada beberapa bagian pengukuran yang tidak termasuk didalam miniatur stasiun cuaca ini, diantaranya yaitu pengukuran tekanan udara dan pengukuran penyinaran matahari dan pengukuran spesifik lainnya. Hal ini yang mendasari mengapa eksperimen atau alat yang dibuat oleh penulis dinamakan miniatur stasiun cuaca. Pengukuran yang dapat dilakukan pada miniatur stasiun cuaca ini diantaranya adalah pengukuran kecepatan dan arah angin, pengukuran suhu dan kelembaban udara, serta pengukuran curah hujan.

Sebagian besar dari miniatur stasiun cuaca ini menggunakan sensor yang dirancang sedemikian rupa hingga berfungsi seperti AWS (*automatic weather station*). Namun dalam proses perancangannya sendiri miniatur stasiun cuaca ini menggunakan 2 bahan dasar yaitu stainless dan acrylic.

Dalam proses penyampaian datanya, stasiun cuaca terbagi menjadi 2 sistem yaitu *real time aws* dan *off time aws*. *Real time aws* ini adalah suatu stasiun cuaca yang memproses data secara real time kepada pengguna, pada umumnya stasiun cuaca jenis ini dilengkapi dengan sistem komunikasi serta alarm yang akan aktif pada saat terjadi kondisi cuaca ekstrim seperti badai, hujan lebat, suhu tinggi dan sebagainya, sebagai pemberi peringatan agar si pengguna lebih waspada. Sedangkan pada tipe off-time, stasiun cuaca jenis ini hanya merekam

data dan kemudian menyimpannya pada media penyimpanan, sehingga jika pada sewaktu – waktu data diperlukan dapat di ambil atau digunakan sebagaimana kebutuhan si pengguna. Pada sistem yang lebih canggih lagi, data yang telah disimpan ini dapat di *download* melalui *device* yang berbeda seperti misalnya lewat telepon selular atau melalui *homepage* tertentu.

Pada umumnya stasiun cuaca dilengkapi dengan beberapa sensor antara lain :

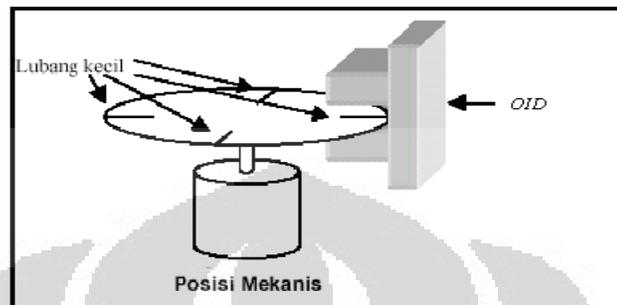
- ❖ Termometer sebagai alat untuk mengukur Suhu
- ❖ Anemometer sebagai alat untuk mengukur arah dan kecepatan angin
- ❖ Hygrometer sebagai alat untuk mengukur Kelembaban
- ❖ Barometer sebagai alat untuk mengukur Tekanan Udara
- ❖ Rain gauge sebagai alat untuk mengukur Curah Hujan
- ❖ Pyranometer sebagai alat untuk mengukur Penyinaran Matahari

Setelah data hasil pengukuran dari stasiun cuaca didapat maka proses dapat dilakukan secara lokal pada lokasi stasiun cuaca tersebut atau data juga dapat dikumpulkan pada unit pusat data akuisisi, yang nantinya data yang dikumpulkan secara otomatis diteruskan ke pusat pengolahan data dan kemudian diolah sesuai kebutuhan. *Automatic Weather Station* dapat di desain secara terintegrasi dengan beberapa AWS lain sehingga membentuk suatu sistem pengamatan yang dikenal dengan *Automated Weather Observing System* (AWOS), oleh karena pada umumnya digunakan untuk mengamati unsur cuaca di permukaan maka sering juga disebut sebagai *Automated Surface Observing System* (ASOS).

## 2.2 *Opto Interrupt Device (OID)*

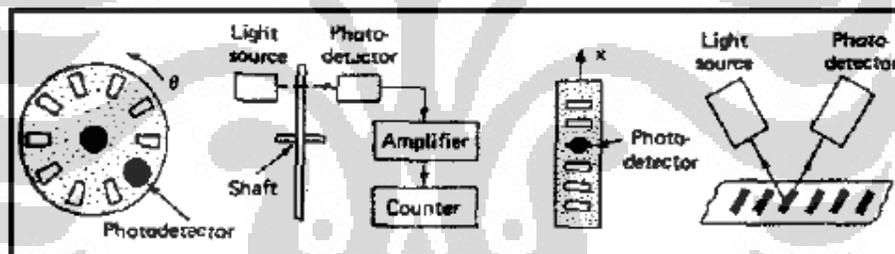
Sensor ini digunakan untuk membaca sinyal keluaran yang dihasilkan dari suatu putaran motor atau penggerak lainnya. Sensor Putaran ini dibantu lempeng lingkaran yang dilubangi dan disusun dengan *OID*. “*OID* merupakan suatu alat yang tersusun atas photodiode sebagai transmitter dan phototransistor sebagai receiver, sensor kecepatan akan menghasilkan pulsa jika lubang mengenai sensor

ini” Posisi Sensor secara mekanis dapat dilihat seperti pada gambar .Perlu diingat bahwa setiap lubang atau banyaknya lubang yang dibuat akan mempengaruhi jumlah tampilan pulsa.



**Gambar 2.1** Posisi Mekanis Sensor OID

Perputaran diukur berupa pulsa dengan frekuensi yang sebanding kecepatan pergerakan.

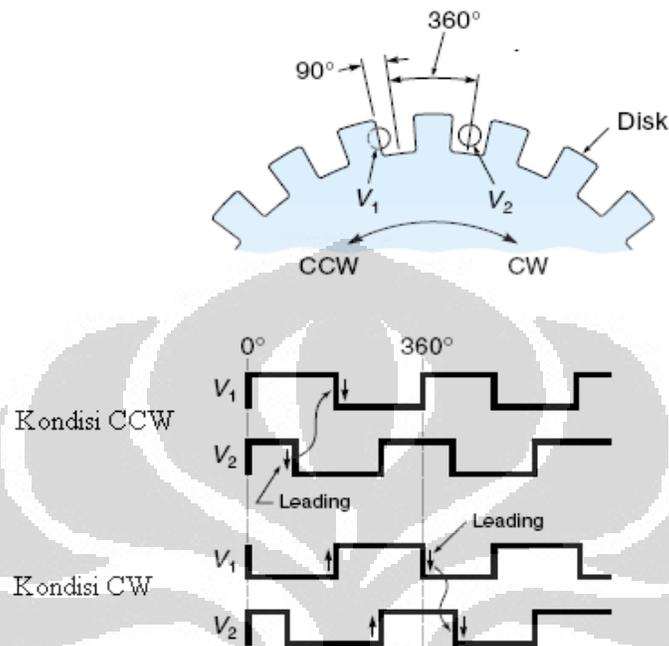


**Gambar 2.2** metode pengukuran menggunakan optocoupler

### 2.2.1 Cara Kerja Sensor

Sensor *Optocoupler* yang digunakan adalah sebuah sensor yang memberikan output berupa sinyal gelombang kotak. Dengan dibantu lempeng lingkaran yang dilubangi, yang sering disebut sebagai *shaft encoder* sensor ini akan menghasilkan pulsa high jika terdapat lubang. Makin banyak lubang maka pembacaan akan makin sering dan jika dikonversi ke RPM akan didapat hasil yang makin mendekati kondisi aslinya. Pulsa yang dihasilkan tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler. *Optocoupler* biasa digunakan untuk menghitung kecepatan suatu gerak putar dan mendeteksi kondisi putaran *Clockwise(CW)* / *Counter-Clockwise (CCW)*. Agar pulsa dapat diolah dengan baik maka digunakan

rangkaian digital tambahan agar pulsa yang dihasilkan menjadi bentuk biner sehingga mikrokontroler dapat dengan mudah mengolahnya.



**Gambar 2.3** Kondisi Signal pada Sensor *Optocoupler 2 Output*.

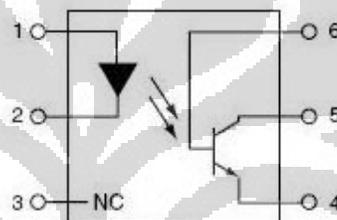
Salah satu pengukuran yang digunakan didalam miniatur stasiun cuaca ini menggunakan sensor dengan karakteristik seperti diatas karena pada pengukurannya arah angin dibutuhkan perbedaan arah putar antara CW dan CCW sehingga kita dapat menentukan arah angin dengan tepat. Jika kita hanya menggunakan sensor dengan single output, kita tidak dapat menentukan perbedaan arah putar.

Signal yang dihasilkan dari sensor tersebut mempunyai perbedaan fase 90°, dapat kita lihat seperti gambar diatas. Dengan perbedaan fase tersebut maka dapat memungkinkan kita untuk mendeteksi perbedaan arah dengan melihat signal tersebut, yaitu pada saat kondisi *CCW* pulsa awal  $V_1$  *off* dan signal  $V_2$  *on* maka kondisi ini diterjemahkan bahwa piringan mulai berputar dengan kondisi CCW. Begitu juga sebaliknya saat kondisi *CW* pulsa awal  $V_1$  *on* dan signal  $V_2$  *off* maka kondisi ini diterjemahkan bahwa piringan mulai berputar dengan kondisi *CW*. Oleh karena itu perbedaan kondisi putaran inilah yang mendasari pengolahan sinyal pulsa untuk menentukan arah angin, selain itu sensor ini juga dapat

menghitung kecepatan putar yaitu dengan menambahkan *digital logic gate* pada kedua output dari sensor tersebut.

### 2.3 Optocoupler (*Photo Dioda dan Photo Transistor*)

Fotodioda mempunyai arus keluaran dalam mikroampere dan dapat menyala dan mati dalam orde nanodetik. Fototransistor memiliki arus keluaran dalam miliampere dan berubah menyala dan mati dalam orde mikrodetik. Pada gambar 2.4 dapat dilihat skematik *optocoupler*, pin 1 dan 2 berhubungan dengan masukan, pin 5 dihubungkan dengan tegangan Vcc dan pin 4 dihubungkan dengan ground.

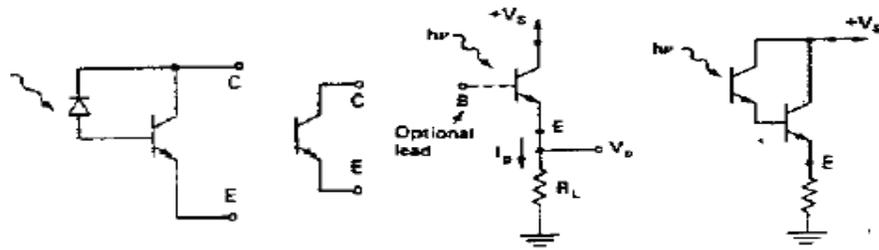


PIN 1.	Anoda
2.	Katoda
3.	Tidak terhubung
4.	Emiter
5.	Kolektor
6.	Basis

**Gambar 2.4** Skematik Optocoupler

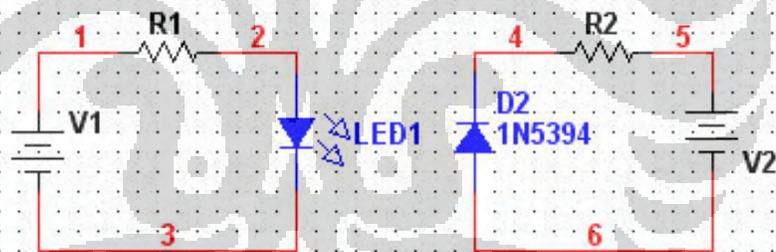
Sama halnya dioda foto, maka transistor foto juga dapat dibuat sebagai sensor cahaya. Teknis yang baik adalah dengan menggabungkan dioda foto dengan transistor foto dalam satu rangkaian.

- Karakteristik transistor foto yaitu hubungan arus, tegangan dan intensitas
- Kombinasi dioda foto dan transistor dalam satu chip
- Transistor sebagai penguat arus
- Linieritas dan respons frekuensi tidak sebaik dioda foto



**Gambar 2.5** . Berbagai jenis uji transistor

Optoelektronik adalah teknologi yang mengkombinasikan optik dan elektronik. Contoh optoelektronik adalah dioda pemancar cahaya (LED), fotodioda, dan *optocoupler*. Sebuah *optocoupler* (juga disebut *optoisolator*) menggabungkan LED dan fotodioda atau fototransistor dalam satu kemasan. Sumber tegangan dan resistor seri mengatur arus yang melalui LED. Kemudian cahaya dari LED mengenai fotodioda, dan akan mengatur arus balik pada rangkaian output.



**Gambar 2.6** *Optocoupler* menggabungkan LED dan fotodioda

Jika bagian basis dari transistor dihubungkan dengan sumber cahaya maka dapat dihasilkan sebuah fototransistor, sebuah alat yang memiliki sensitivitas terhadap cahaya yang lebih baik daripada fotodioda.

Hal ini disebabkan oleh penguatan arus yang besar pada fototransistor. Resiko yang diterima akibat kenaikan kepekaan adalah berkurangnya kecepatan. Sebuah fototransistor lebih peka daripada fotodioda, tetapi tidak dapat menyala dan mati secara cepat.

## 2.3 SHT11

Sensor adalah alat untuk mendeteksi/mengukur sesuatu yang digunakan untuk mengubah energi satu ke energi yang lain. Misalnya mengubah besaran fisika menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor pada miniature stasiun cuaca ini digunakan untuk memonitor temperatur ruang dan kelembaban udara. Temperatur merupakan ukuran relatif dari kondisi *thermal* yang dimiliki benda. Kelembaban adalah banyaknya kadar uap air dalam udara.

### 2.3.1 Cara Kerja Sensor

SHT11 adalah chip tunggal modul multi sensor temperatur dan kelembaban relatif yang berisi data yang memiliki output digital terkalibrasi dan antarmuka *2-wire*. Mikrokontroler akan membaca output temperature dan kelembaban, melalui port serial *interface*. Sensor SHT11 dirancang dengan teknologi CMOSens yaitu gabungan dari chip semikonduktor (CMOS) dan teknologi sensor. CMOSens adalah teknologi dasar yang mengatur skala presisi sensor yang sangat baik. Pada CMOSens, komponen-komponen perancangan modul multi sensor seperti elemen sensor, amplifier, dan ADC dibentuk dalam satu chip tunggal seperti gambar 2.7



**Gambar 2.7** Bentuk fisik SHT11

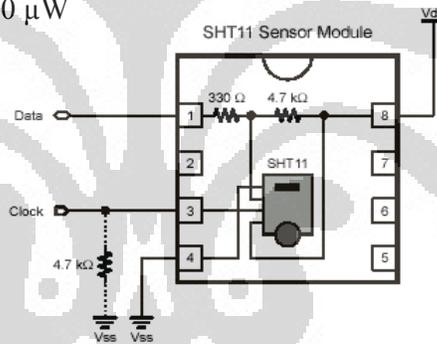
Elemen pembentuk sensor adalah suatu kapasitif polimer untuk mengukur kelembaban relative atau *relatif humidity* dan *bandgap* untuk mengukur temperatur. Prinsip pengukuran kelembaban SHT11 adalah dengan mengukur perubahan kapasitansi polimer, sedangkan pengukuran temperatur dengan rangkaian *bandgap* sehingga dihasilkan tegangan yang proporsional dengan temperature, dengan kata lain tegangan sebagai fungsi temperatur. SHT11

dikalibrasi internal pada presisi kelembaban ruang dengan *chiled mirror hygrometer* sebagai referensi. Koefisien kalibrasi diprogram menjadi memori OTP. Koefisien ini digunakan selama pengukuran internal untuk mengkalibrasi sinyal dari sensor. Antarmuka 2-wire dan regulasi tegangan internal memberikan kemudahan dan system integrasi yang cepat.

### 2.3.2 Sensor SHT11

Spesifikasi sensirion SHT11 Sensor Module adalah sebagai berikut:

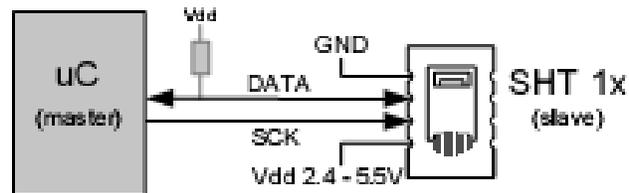
- Range suhu :  $-40^{\circ}\text{C}$  sampai  $+123,8^{\circ}\text{C}$
- Akurasi suhu :  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$
- Range kelembaban : 0 sampai 100% RH
- Akurasi absolut RH :  $\pm 3,5\%$  RH
- Catu daya : 5 VDC
- Konsumsi daya :  $30\ \mu\text{W}$



**Gambar 2.8** Koneksi pin SHT11

Pin pengkoneksian sensor SHT11

- Pin 1 Data
- Pin 3 Clock
- Pin 4Vss
- Pin 8 Vdd

Spesifikasi *interface*

**Gambar 2.9** Aplikasi Rangkaian SHT

SHT11 memerlukan supply antara 2.4V sampai 5.5V. Setelah mentrigger alat/peralatan, SHT11 memerlukan 11ms untuk mencapai kondisi “*sleep*”. Tidak ada perintah yang akan dikirim sebelum 11ms tersebut.

Serial *interface*

## a. SCK (Serial Clock Input)

SCK digunakan untuk men-sinkronkan komunikasi antara mikrokontroler dan SHT11.

## b. Serial data (DATA)

Tiga pin data digunakan untuk mentransfer data in dan data out dari alat. DATA diganti setelah clock turun (jatuh) dan diperbolehkan pada clock SCK naik. Selama komunikasi DATA *line* harus tetap stabil sementara SCK *high*.

## 2.4 RTC (ds1307z)

Real Time Clock merupakan suatu chip (IC) yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal. Dalam subbab ini membahas sebuah IC RTC yaitu DS1307z yang memiliki register yg dapat menyimpan data detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun. RTC ini memiliki 128 lokasi RAM yang terdiri dari 15 byte untuk data waktu serta kontrol, dan 113 byte sebagai RAM umum.

RTC DS1307z menggunakan bus yang termultipleks untuk menghemat pin. Timing yang digunakan untuk mengakses RTC dapat menggunakan intel timing atau motorola timing. RTC ini juga dilengkapi dengan pin IRQ untuk kemudahan dalam proses.

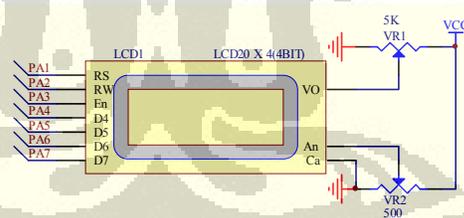




### 2.5.3 LCD (Liquid Crystal Display)

Lcd mempunyai 8 data line, tetapi dapat dikendalikan dengan “mode ekonomis”, yaitu dengan menggunakan 4 line teratas dari dataline. Hal ini dapat menghemat 4 pin I/O microcontroller. Pengiriman data secara parallel seperti empat atau delapan bit, memerlukan 2 kali pengiriman data. Bila memerlukan waktu yang cepat untuk mengirim data atau perintah ke LCD, maka kita menggunakan mode BUS 8 bit. Mode delapan bit bagus digunakan pada aplikasi pada 10 pin I/O yang disediakan. Data mode adalah keadaan awal pin. Ini maksudnya masing-masing pin dapat dipilih untuk pin lcd. Pilihan ini memberikan kemudahan pada pilihan konfigurasi i/o pada mikrokontroler.

Melalui pin I/O inilah data hasil pembacaan sensor ditampilkan ke LCD. Tipe LCD yang digunakan adalah berjenis 20\*4. Ini merupakan jenis LCD yang paling populer dengan dua baris dan 20 karakter di tiap barisnya. Output dari sht11 setelah diproses oleh mikrokontroler ditampilkan melalui LCD. Hasil tampilan berupa Kecepatan dan arah angin, temperature dan kelembaban udara, serta curah hujan.



**Gambar 2.13** Skematik rangkaian Lcd



**Gambar 2.14** Bentuk fisik Lcd

## 2.5 PENGUKURAN

Didalam pendefinisian instrumentasi, dapat diambil suatu pengertian dan prinsip dasar bahwa instrumentasi terdiri atas 2 kegiatan pokok, yaitu mengukur dan mengatur suatu besaran.

Pengukuran dapat diartikan sebagai tindakan untuk mengetahui atau menentukan harga dari suatu keadaan benda dalam hal sifat fisis atau kimiawinya. Tetapi secara prinsip, pengukuran pada hakekatnya merupakan kegiatan membandingkan antara besarnya harga besaran yang akan diukur dengan suatu standar yang telah diukur karakteristiknya. Pengukuran juga dapat diartikan proses untuk menentukan nilai besaran ukur, dan yang dimaksud dengan proses pengukuran adalah suatu proses yang meliputi spesifikasi besaran ukur, metode pengukuran dan prosedur pengukuran.

Yang perlu diperhatikan dalam melakukan aktifitas pengukuran ini adalah Standar yang dipakai harus mempunyai ketelitian yang sesuai dengan kebutuhan dan standar dapat diterima secara umum.

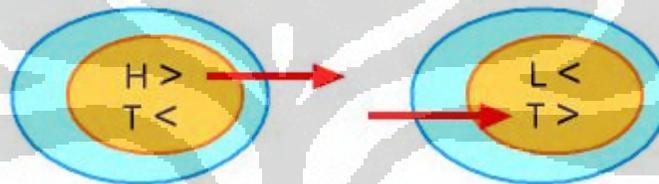
Dengan demikian, jelaslah bahwa penentuan alat ukur yang akan digunakan serta tata cara penggunaan alat ukurnya harus dilaksanakan dengan teliti dan akurat, karena hasil pengukuran akan menentukan dari hasil pengendalian.

Secara umum, hasil pengukuran hanya merupakan taksiran atau pendekatan nilai besaran ukur, oleh karena itu hasil tersebut hanya lengkap bila disertai dengan pernyataan ketidakpastian dari pernyataan tersebut. Ketidakpastian adalah ukuran sebaran yang secara layak dapat dikaitkan dengan nilai terukur, yang memberikan rentang, terpusat pada nilai terukur, dimana di dalam rentang tersebut terletak nilai benar dengan kemungkinan tertentu. Ketidakpastian hasil pengukuran mencerminkan kurangnya pengetahuan yang pasti tentang nilai besaran ukur.

Hal yang paling utama dalam miniatur stasiun cuaca ini adalah mengamati unsur cuaca melalui proses pengukuran besaran fisis yang dilakukan dengan bantuan sensor.

### 2.5.1 PENGUKURAN ANGIN

Sebelum kita membahas tentang pengukuran angin, ada baiknya penulis mendefinisikan kata angin. Angin adalah udara yang bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya. Angin berhembus dikarenakan beberapa bagian bumi mendapat lebih banyak panas matahari dibandingkan tempat yang lain. Permukaan tanah yang panas membuat suhu udara di atasnya naik. Akibatnya udara mengembang dan menjadi lebih ringan. Karena lebih ringan dibanding udara disekitarnya, udara akan naik. Begitu udara panas tadi naik, tempatnya segera digantikan oleh udara disekitarnya, terutama udara dari atas yang lebih dingin dan berat. Proses ini terjadi terus menerus. Akibatnya kita bisa merasakan adanya pergerakan udara atau yang kita sebut angin.



Keterangan:

H > adalah Daerah Tekanan Tinggi, T < adalah Temperatur Rendah  
L < adalah Daerah Tekanan Rendah, T > adalah Temperatur Tinggi

**Gambar 2.15** Prinsip terjadinya angin



**Gambar 2.16** Proses Gerakan Angin

Jika kita lihat proses diatas berat udara di atas permukaan tanah menghasilkan daya tekan ke bumi. Inilah yang disebut tekanan udara. Udara yang mengembang menghasilkan tekanan udara yang lebih rendah. Sebaliknya, udara yang berat menghasilkan tekanan yang lebih tinggi. Angin bertiup dari tempat yang bertekanan tinggi menuju ke tempat yang bertekanan rendah. Semakin besar perbedaan tekanan udaranya, semakin besar pula angin yang bertiup. Rotasi bumi membuat angin tidak bertiup lurus. Rotasi bumi menghasilkan *Coriolis force* yang membuat angin berbelok arah. Dibelahan bumi utara, angin berbelok ke kanan, sedangkan di belahan bumi selatan angin berbelok ke kiri.

Arah angin di tentukan berdasarkan derajat arah ( 0 s/d 360 derajat), arah angin didefenisikan dari mana angin datang, 0° atau 360° menyatakan arah angin dari arah Utara, 90° dari arah Timur, 180° dari arah Selatan , dan 270° angin dari arah Barat dan skala arah ditentukan dengan resolusi 1°. Alat ukur arah angin menggunakan wind vane yang dapat berputar 360° dimana perubahan nilai derajat sebanding dengan perubahan pulsa yang dapat dinyatakan sebagai perobahan arah angin pada wind vane. Kecepatan angin diukur dengan menggunakan cup anemometer, dimana kecepatan putaran cup anemometer menghasilkan pulsa dengan frekuensi sebanding dengan kecepatan angin yang diukur. Satuan kecepatan angin dalam pengukuran meteorologi menggunakan knot ( 1 knot = 0,514 m/s)

Angin merupakan massa udara yang bergerak dari daerah bertekanan udara tinggi ke daerah bertekanan udara rendah. Kekuatan angin ditentukan oleh kecepatannya, makin cepat angin bertiup maka makin tinggi/besar kekuatannya. Sebagaimana diketahui bahwa massa (kg), waktu (detik), dan jarak (meter) Adalah besaran dasar fisika.(Yahdi.1996) Dari besaran tersebut diperoleh besaran turunan yaitu kecepatan, dengan persamaan :

$$v = s / t \quad (2.1)$$

v = kecepatan (m/s)

s = jarak (m)

t = waktu (s)

### 2.5.2 Pengukuran Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah thermometer. Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat untuk mengukur suhu cenderung menggunakan indera peraba. Tetapi dengan adanya perkembangan teknologi maka diciptakanlah thermometer yang dapat digunakan sebagai alat pengukur suhu. Pada abad 17 terdapat 30 jenis skala yang membuat para ilmuwan kebingungan. Hal ini memberikan inspirasi pada Anders Celcius (1701 – 1744) sehingga pada tahun 1742 dia memperkenalkan skala yang digunakan sebagai pedoman pengukuran suhu. Skala ini diberinama sesuai dengan namanya yaitu Skala Celcius. Apabila benda didinginkan terus maka suhunya akan semakin dingin dan partikelnya akan berhenti bergerak, kondisi ini disebut kondisi **nol mutlak**. Skala Celcius tidak bisa menjawab masalah ini maka Lord Kelvin (1842 – 1907) menawarkan skala baru yang diberi nama Kelvin. Skala kelvin dimulai dari 273 K ketika air membeku dan 373 K ketika air mendidih. Sehingga nol mutlak sama dengan 0 K atau  $-273^{\circ}\text{C}$ . Selain skala tersebut ada juga skala Reamur dan Fahrenheit. Untuk skala Reamur air membeku pada suhu  $0^{\circ}\text{R}$  dan mendidih pada suhu  $80^{\circ}\text{R}$  sedangkan pada skala Fahrenheit air membeku pada suhu  $32^{\circ}\text{F}$  dan mendidih pada suhu  $212^{\circ}\text{F}$ .

Suhu suatu sistem adalah sifat yang menentukan apakah sistem itu setimbang termal dengan sistem lainnya atau tidak. Apabila dua sistem atau lebih berada dalam kesetimbangan termal, sistem-sistem itu dikatakan mempunyai suhu yang sama.

### 2.5.3 Pengukuran Kelembaban Udara

Kelembapan adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembapan absolut, kelembapan spesifik atau kelembapan relatif. Alat untuk mengukur kelembapan disebut higrometer. Sebuah humidistat digunakan untuk mengatur tingkat kelembapan udara dalam sebuah bangunan dengan sebuah pengawalembap (*dehumidifier*). Dapat dianalogikan dengan sebuah thermometer dan termostat untuk suhu udara. Perubahan tekanan sebagian uap air di udara berhubungan dengan perubahan suhu. Konsentrasi air di

udara pada tingkat permukaan laut dapat mencapai 3% pada 30 °C (86 °F), dan tidak melebihi 0,5% pada 0 °C (32 °F).

Udara di atmosfer merupakan campuran berbagai gas, yaitu, 80% Nitrogen, 18% Oksigen, dan selebihnya Carbon dioksida, uap air, beberapa gas lainnya dalam jumlah kecil. Kelembaban udara menggambarkan tingkat ketersediaan uap air di udara, massa uap air persatuan volume dinamakan *kelembaban mutlak*. Perbandingan tekanan uap air yang tersedia terhadap tekanan uap air jenuh pada suhu yang sama dinamakan kelembaban relatif (*Relative Humidity*) dan dinyatakan dalam persen (%).

$$RH = \frac{e}{e_w} \times 100\% \quad (2.2)$$

RH= kelembaban relatif;

e = tekanan uap air saat pengukuran;

$e_w$  = tekanan uap air jenuh.

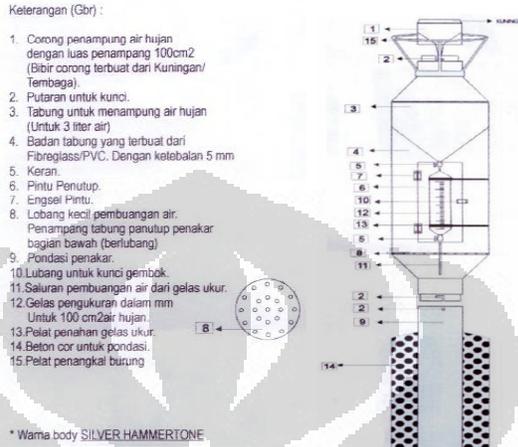
Metode yang lebih sederhana untuk menentukan kelembaban relatif adalah dengan memakai termometer bola basah dan bola kering diletakkan berdampingan yang dinamakan Psychrometer. Pengukuran kelembaban udara secara digital menggunakan sensor kapasitif dimana tingkat ketersediaan uap air diantara lempeng kapasitor yang mewakili udara sekitarnya akan mempengaruhi nilai kapasitansi kapasitor.

#### 2.5.4 Pengukuran Curah Hujan

Pengukuran curah hujan memiliki beberapa metoda dan ketentuan yang telah ditetapkan oleh standar internasional *WMO (World Meteorological Organization)*. Teknik metoda pengukurannya adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan alat pengukur curah hujan manual
  - Menggunakan prinsip pembagian antara volume air hujan yang ditampung dibagi luas penampang/mulut penakar. Curah hujan harian (mm), diukur 1 kali pada pagi hari.
  - Alat yang digunakan disebut Observatorium/ombrometer dengan tinggi 120 cm, luas mulut penakar 100 cm<sup>2</sup>.

- Sehingga didapatkan Tinggi Curah Hujan = Volume / Luas mulut penakar (Contoh: terukur 200 ml atau 200 cc maka CH =  $200 \text{ cm}^3 / 100 \text{ cm}^2 = 2 \text{ cm} = 20 \text{ mm}$ ).



**Gambar 2.17** Penakar Curah Hujan Tipe Observatorium

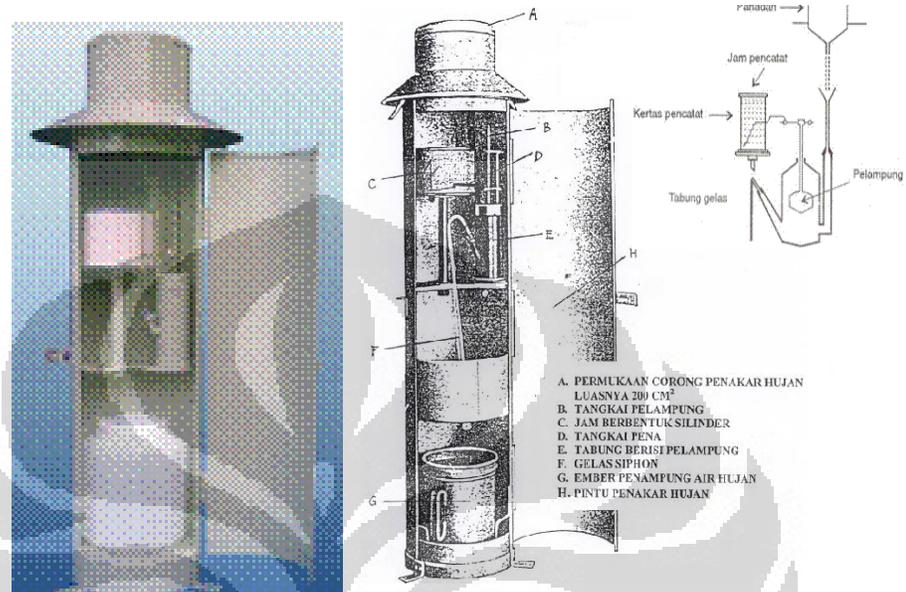
## 2. Menggunakan alat pengukur curah hujan otomatis

- Alat yang digunakan sebagai contoh adalah *Hellman* dan *Tipping-bucket gauge*.
- Menggunakan prinsip dengan mekanik pelampung, timbangan, dan juga jungkat-jungkit yang masing-masingnya dikombinasikan dengan suatu sistem perangkat elektronik.

### a. Alat penakar hujan *Hellman*

Penakar hujan jenis *Hellman* termasuk penakar hujan yang dapat mencatat sendiri. Jika hujan turun, air hujan masuk melalui corong, kemudian terkumpul dalam tabung tempat pelampung. Air ini menyebabkan pelampung serta tangkainya terangkat (naik keatas). Pada tangkai pelampung terdapat tongkat pena yang gerakannya selalu mengikuti tangkai pelampung. Gerakkan pena dicatat pada pias yang ditakkan/ digulung pada silinder jam yang dapat berputar dengan bantuan tenaga per. Jika air dalam tabung hampir penuh, pena akan mencapai tempat teratas pada pias. Setelah air mencapai atau melewati puncak lengkungan selang gelas, air dalam tabung akan keluar sampai ketinggian ujung selang

dalam tabung dan tangki pelampung dan pena turun dan pencatatannya pada pias merupakan garis lurus vertikal. Dengan



**Gambar 2.18** Penakar Curah Hujan Tipe Hellman

demikian jumlah curah hujan dapat dihitung dan ditentukan dengan menghitung jumlah garis-garis vertikal yang terdapat pada pias.

b. Alat penakar hujan *Tipping-bucket gauge*

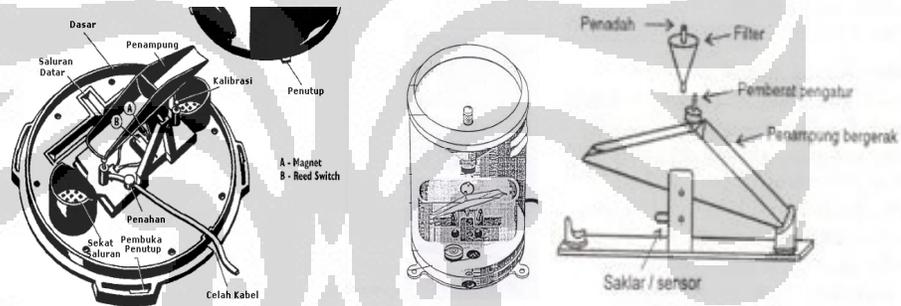
Bertujuan untuk mendapatkan jumlah curah hujan yang jatuh pada periode dan tempat-tempat tertentu. Pada bagian muka terdapat sebuah pintu untuk mengeluarkan alat pencatat, silinder jam dan ember penampung air hujan. Jika dilihat dari atas, ditengah-tengah dasar corong terdapat saringan kawat untuk mencegah benda-benda memasuki ember (bucket).

Pada prinsipnya jika hujan turun, air masuk melalui corong besar dan corong kecil, kemudian terkumpul dalam ember (bucket) bagian atas (kanan). Jika air yang tertampung cukup banyak menyebabkan ember bertambah berat, sehingga dapat

menggulingkan ember kekanan atau kekiri, tergantung dari letak ember tersebut.

Pada waktu ember terguling, maka air yang terisi dan membebani ember akan jatuh terbuang ke saluran pembuangan. Begitu juga pada satu ember yang lainnya, saat satu ember terbebani dan membuang air ke saluran buang, ember yang lainnya akan terisi kembali dan kemudian bergantian membebani jungkat-jungkit. Kejadian ini dilakukan terus menerus selama hujan berlangsung dan mengisi ember.

Dikarenakan pergerakan jungkat-jungkit pada ember dapat dimanfaatkan sebagai sebuah input, maka pada jenis *tipping-bucket* ini dipasanglah sebuah sensor atau saklar. Setiap input yang didapat dapat diproses dengan sistem otomatis.



**Gambar 2.19** Penakar Curah Hujan Tipe Tipping-Bucket



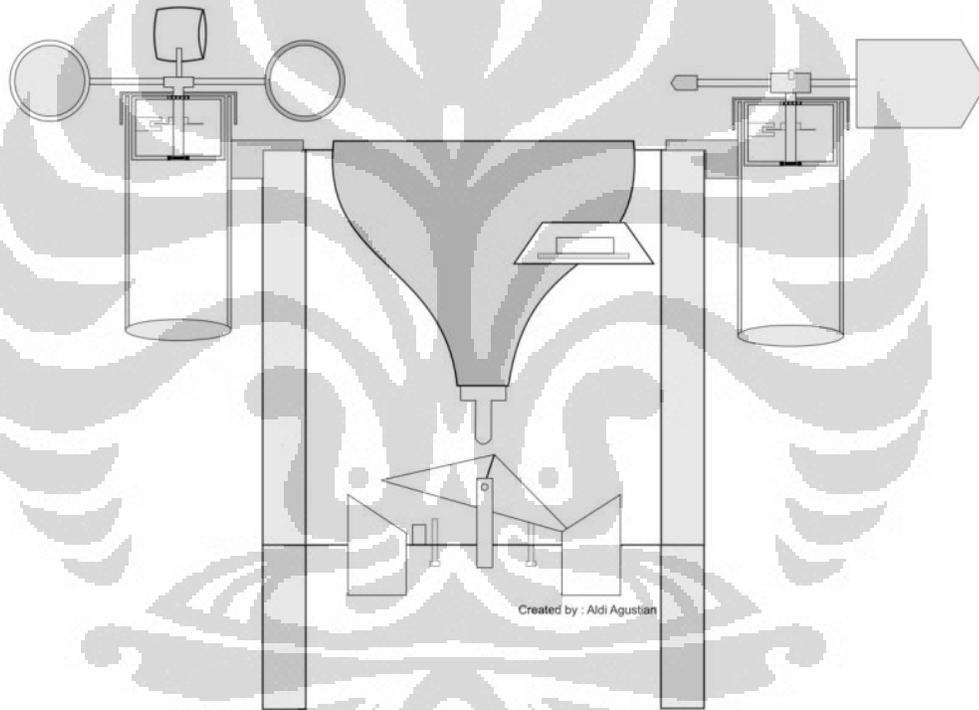
**Gambar 2.20** Bentuk Fisik Penakar Curah Hujan Tipe Tipping-Bucket

## BAB III

### PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM

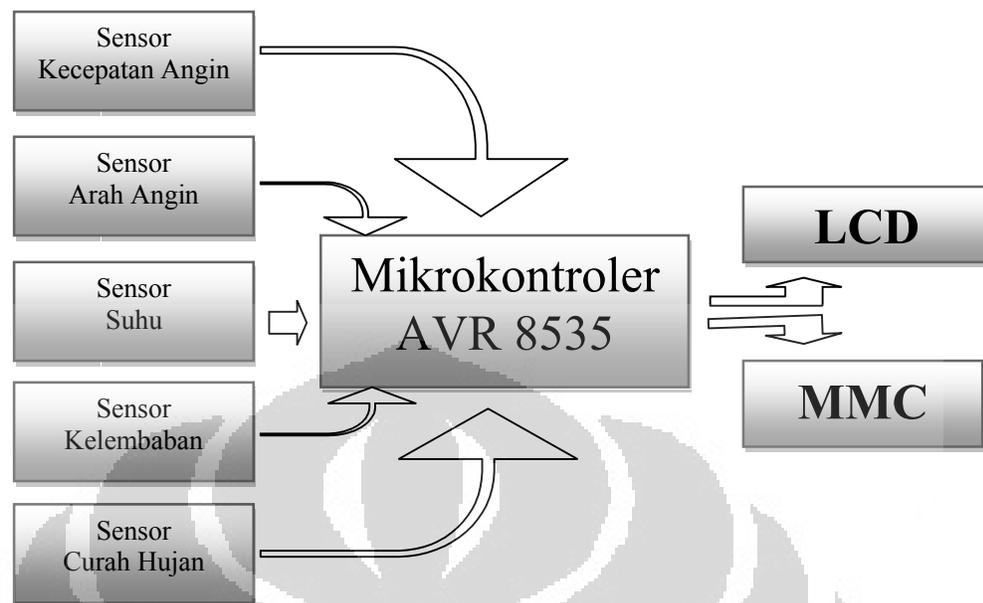
#### 3.1 Perancangan perangkat keras pada miniatur stasiun cuaca

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah perancangan beserta analisa dari Miniatur Stasiun Cuaca Berbasiskan Mikrokontroler ATmega 8535. Perancangan alat miniatur stasiun cuaca ini menggunakan gambaran umum dan referensi dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), *World Meteorological Organization* (WMO), dan sumber-sumber lainnya.



**Gambar 3.1** Arsitektur Miniatur Stasiun Cuaca

Proses perancangan mekanik pada miniature stasiun cuaca ini penulis membaginya kedalam 4 bagian penting yaitu, perancangan system pada alat pengukur kecepatan angin, perancangan system pada alat pengukur arah angin, perancangan system pada alat pengukur suhu dan kelembaban udara, dan perancangan system pada alat pengukur curah hujan.



**Gambar 3.2** Blok Diagram Sistem

Untuk mempermudah dalam pembuatan alat, dalam perancangannya ada 2 bagian utama yang akan dibahas diantaranya:

1. Perancangan rangkaian / *hardware*

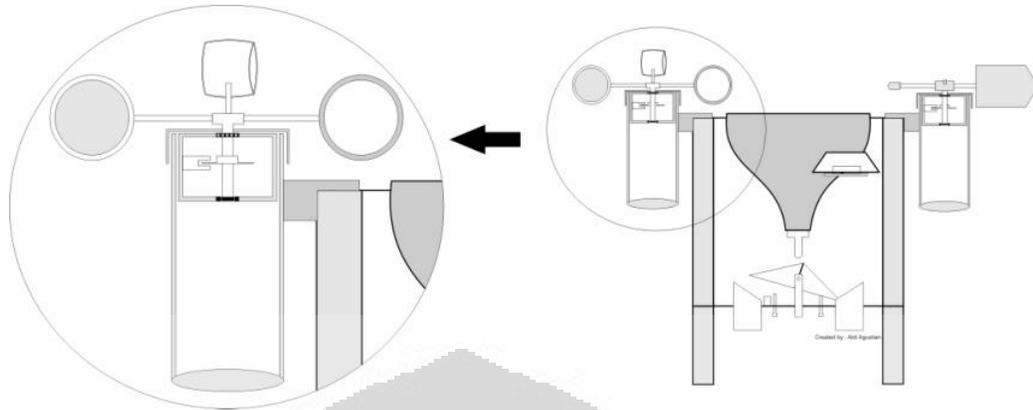
Meliputi perancangan mekanik dari alat dan rangkaian elektronik pada sistem yang berupa rangkaian input, pemrosesnya dan kemudian output.

2. Perancangan program / *software*

Meliputi flowchart atau urutan sistem kerja pada kendali mikrokontroler.

### 3.1.1 Perancangan Sistem Pada Alat Pengukur Kecepatan Angin

Pada bagian pertama, penulis membuat system perancangan mekanik terlebih dahulu dengan menggunakan cup untuk mendeteksi kecepatan angin yang dihubungkan dengan sensor untuk merubah besaran fisika menjadi besaran listrik. Alat ini berfungsi untuk mengukur kecepatan angin. Untuk lebih jelasnya penulis juga akan memaparkan cara kerja alat tersebut. Seperti terpampang pada gambar di bawah ini.

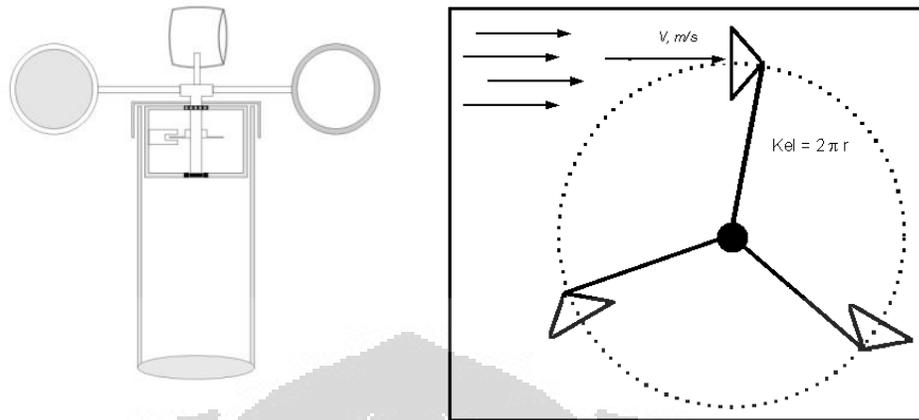


**Gambar 3.3** Rancang bangun alat pengukur kecepatan angin

Pada perancangan system pengukuran kecepatan angin ini digunakan sebuah rancang bangun pendeteksi yang berupa *cup* anemometer terbuat dari 2 buah bahan yaitu *stainless* dan plastik. *Stainless* digunakan pada badan alat yang diasumsikan dapat melindungi sensor secara lebih baik, dan plastic digunakan pada *vane* agar alat dapat mendeteksi kecepatan angin secara lebih sensitif. Rancangan ini diharapkan dapat mengukur arah angin serta tahan terhadap berbagai kondisi cuaca hujan maupun panas. Untuk lebih rinci pada lampiran terdapat ukuran sebenarnya dan contoh ukuran alat instrumentasi serupa yang terdapat di pasaran.

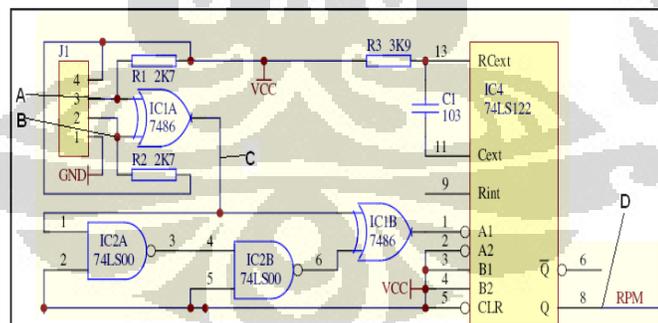
Prinsip kerja dari anemometer adalah sangat sederhana. Dibagian atas tentang poros ada 3 batang yang masing-masing batang terdapat suatu cup pada bagian ujung. Jika ada angin, maka bagian setengah bola pada batang baling-baling akan berputar. Untuk anemometer yang sederhana dengan versi yang 4 sisi. Biasanya batang yang 4 sisi mudah dipasang secara berseberangan dengan pematiran bersama pada kedua potongan. Poros terdiri dari suatu pipa yang memduduki bantalan peluru

Pada anemometer sederhana, untuk mengukur kecepatan perputaran anemometer terlebih dahulu menentukan berapa banyak putaran yang dialami *cups* dalam satu menit (rpm). Selanjutnya menghitung keliling lingkaran (m) yang dibentuk oleh *cups* untuk setiap putarannya. Dengan mengalikan nilai rpm terhadap keliling perputaran maka akan diperoleh besar kecepatan perputaran anemometer.



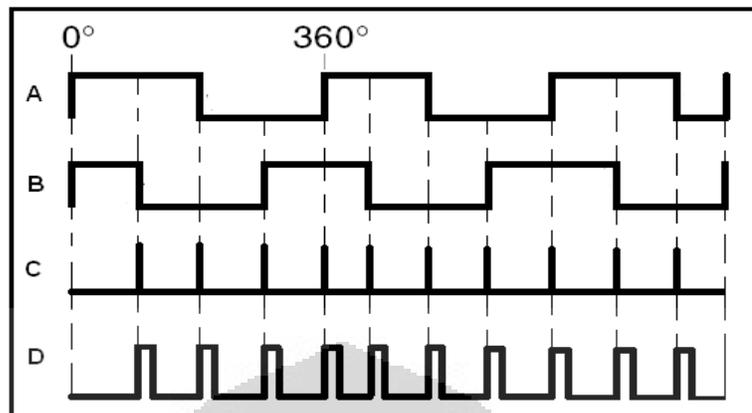
**Gambar 3.4** Gerakan cup terhadap Angin

Sedangkan pada perancangan elektriknya sensor menggunakan rangkaian gerbang-gerbang digital sehingga signal yang dihasilkan dari sensor dapat dengan mudah dibaca oleh mikrokontroler. Sensor yang digunakan yaitu shaft encoder dengan 2 buah output digital yang signalnya berbeda fase  $90^\circ$  antara keduanya, tetapi pada fungsinya sebagai kecepatan angin kedua signal ini tidak dibutuhkan semuanya sehingga kedua output dari signal tersebut dihubungkan dengan gerbang “exor”. Rangkaian sensor kecepatan ini seperti yang tergambar di bawah ini



**Gambar 3.5** Rangkaian Sensor Kecepatan Angin

Berdasarkan gambar 3.5 fungsi dari gerbang-gerbang digital tersebut yaitu untuk mengolah signal yang dihasilkan oleh sensor yang menghasilkan 200 pulsa per satu putaran.



**Gambar 3.6** Bentuk Pulsa pada Sensor Kecepatan Angin

Bentuk sinyal dari sensor yaitu sinyal A dan B pada gambar 3.6, setelah itu sensor tersebut dimasukkan ke logic gate pada rangkaian di atas maka keluaran dari sensor berubah menjadi 4 kali lipat dari keluaran sebenarnya (lihat sinyal C pada gambar 3.4) yang menyebabkan sinyal keluaran menjadi 800 pulsa per satu putaran. Hal ini disebabkan oleh EXOR gate pada rangkaian dimana setiap terjadi perbedaan logic 1 atau 0 menghasilkan pulsa high (logic 1), lalu sinyal C tersebut dimasukkan ke IC 74LS122. IC ini berfungsi sebagai pemacu monostable, kemudian IC ini dihubungkan sebuah rangkaian RC sehingga menghasilkan sinyal yang sebelumnya berbentuk seperti pemacu saja dapat berbentuk sinyal kotak, dan kemudian dapat dibaca dan diolah oleh mikrokontroler. Sinyal keluaran dari IC pemacu monostable dapat dilihat pada gambar 3.6 sinyal D.

Setelah sinyal dari sensor yang sudah diolah, lalu dihubungkan dengan Timer 1 pada mikrokontroler untuk diolah kembali menjadi perhitungan frekuensi yaitu dengan cara menghitung jumlah pulsa per satuan waktu. Dalam hal ini penulis membuat program pada mikrokontroler yaitu dengan cara menghitung jumlah cacahan yang dihasilkan tiap 1000 ms atau 1 detik, sehingga jika kecepatan dari putaran baling-baling anemometer berubah-ubah maka jumlah pulsa yang dihasilkan juga berubah, prinsip inilah yang penulis gunakan untuk menghitung kecepatan karena kecepatan putaran yang tinggi menghasilkan frekuensi yang tinggi pula begitu juga sebaliknya, dapat dikatakan frekuensi dan kecepatan berbanding lurus. Pada sistem ini timer 1 pada mikrokontroler

berfungsi sebagai counter sedangkan timer 2 berfungsi sebagai pewaktu (*time sampling*).

Untuk mengubah angka biner yang tersimpan pada counter menjadi kode BCD diperlukan kalkulasi yang tepat. Kalkulasi atau manipulasi angka ini dilakukan oleh program pada mikrokontroler. Rumus kalkulasi tersebut adalah sebagai berikut

$$\omega = f(L, T_w, Cnt)$$

$$\omega = \frac{60 \times Cnt / T_w}{L}$$

$$\omega = \frac{60 \times 1 / 1}{800} = 0,075 \quad (3.1)$$

Di mana:

$\omega$  = kecepatan motor dalam rpm (rotasi per menit).

R = resolusi kecepatan rotasi.

Cnt = jumlah pulsa yang dihitung oleh counter.

L = jumlah lubang pada roda cacah.

$T_w$  = time sampling, durasi terbukanya counter

Dengan persamaan diatas kita dapat mengetahui bahwa setiap pulsa yang masuk ke dalam counter selama durasi 1 detik akan dianggap sebagai kecepatan 0,075 rpm. Jika selama 1 detik tersebut counter terisi 800 pulsa, kita menganggap sensor berputar dengan kecepatan 60 rpm. Jika kita ingin resolusi yang lebih baik, maka kita harus menambahkan lubang pada sensor. Untuk menghitung resolusi berdasarkan jumlah lubang, rumus yang digunakan adalah seperti berikut ini

$$R = \frac{60}{L \times T_w}$$

$$R = \frac{60}{800 \times 1} = 0,075 \quad (3.2)$$

Dimana : R = resolusi

$L$  = jumlah lubang pada cakram (800)

$T_w$  = time sampling (waktu pengukuran)

Jangkauan pengukuran dari alat ini dapat diketahui dengan persamaan berikut

$$JK = f(L, T_w, C)$$

dimana :  $JK$  = jangkauan dari alat ukur

$L$  = jumlah lubang pada cakram (12 lubang)

$T_w$  = time window (waktu pengukuran)

$C$  = kapasitas pada counter ( $2^{16} = 65536$ )

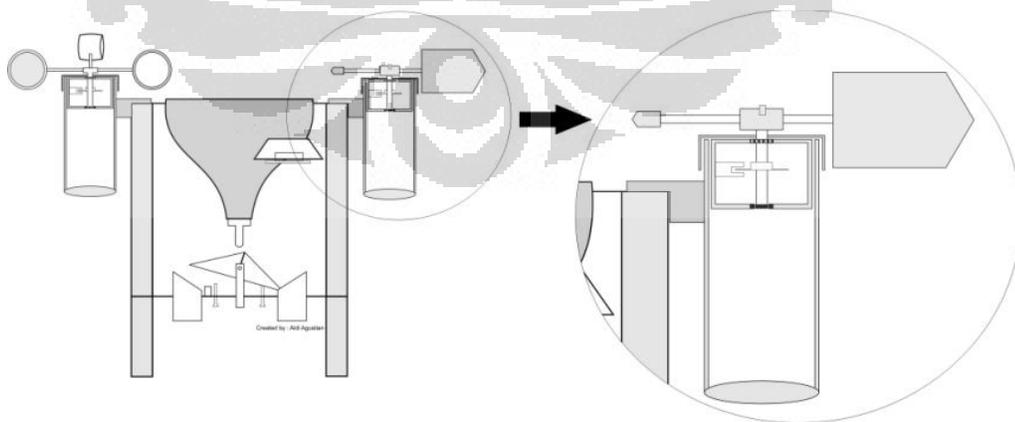
$$JK = \frac{60}{L \times T_w} C$$

$$JK = \frac{60}{800 \times 1} 65536 = 4915,2rpm$$

(3.3)

### 3.2.1 Perancangan Sistem Pada Alat Pengukur Arah Angin

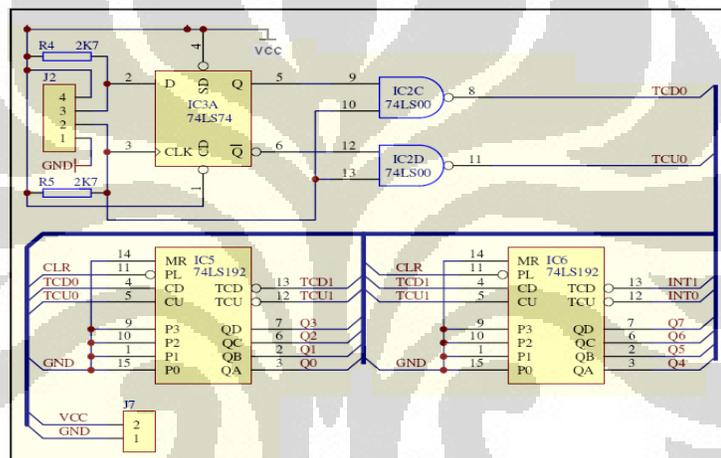
Jika pada rancang bangun alat pengukur arah angin, pada dasarnya hampir sama dengan rancang bangun alat pengukur kecepatan angin, hanya saja pada alat pengukur arah angin tidak menggunakan vane dan cup, tapi semacam buntut berkipas dengan ujungnya sebagai penunjuk arahnya, seperti gambar di bawah ini



**Gambar 3.7** Rancang bangun alat pengukur arah angin

### Rangkaian Sensor Arah Angin

Proses pengukuran pada alat pengukur arah angin ini adalah dengan menggunakan rangkaian sensor ini dengan gerbang-gerbang digital sehingga signal yang dihasilkan dari sensor dapat dengan mudah dibaca oleh mikrokontroler. Sensor yang digunakan sama seperti kecepatan angin, tetapi pada bagian ini sensor tersebut mempunyai fungsi yang berbeda. Pada rangkaian ini kedua output dari sensor digunakan untuk membedakan arah rotasi dari sensor tersebut dan menghitung sudut arah angin yang dibentuk oleh vane. Rangkaian sensor arah angin ini seperti yang tergambar di bawah ini.

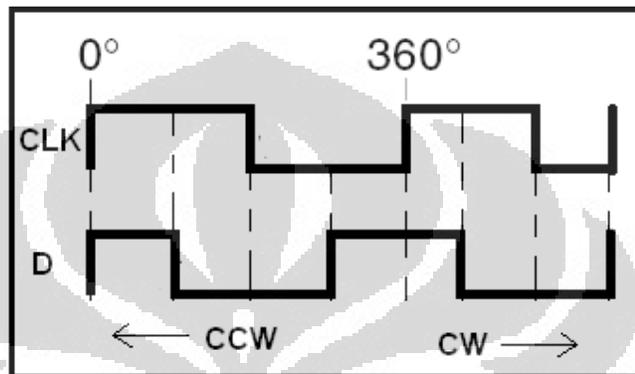


**Gambar 3.8** Rangkaian Sensor Arah Angin

Jika kita lihat gambar 3.8 keluaran sensor dihubungkan ke sebuah flip-flop D yang mempunyai satu masukan data (D) dan satu masukan detak (CLK). Data pada masukan D ditunda satu pulsa detak dari pemasukan sampai keluaran Q. Pada flip-flop D ini terdapat juga masukan PS yang berguna untuk mengeset keluaran Q menjadi 1 bila dibuka oleh suatu logis 0. masukan CLR mengklarkan keluaran Q menjadi 0 bila dibuka oleh suatu logis 0. flip-flop ini menggunakan transisi RENDAH ke TINGGI dari pulsa detak untuk memindahkan data dari masukan D ke keluaran Q.

CLK	D	Q	Q'
1	1	1	0
1	0	0	1

**Tabel 3.1** Tabel Kebenaran FF D



**Gambar 3.9** Pulsa Keluaran pada Sensor Arah Angin

Dari gambar dan tabel di atas kita dapat melihat fungsi dari flip-flop D 74LS74 pada rangkaian yaitu jika sensor berputar CW maka data yang masuk ke flip-flop tersebut adalah  $CLK = 1$  dan  $D = 0$ , hal ini menyebabkan keluaran pada  $Q' = 1$  yang menyebabkan cacahan menghitung maju (TCU). Begitu juga sebaliknya jika sensor berputar CCW maka data yang masuk ke flip-flop tersebut adalah  $CLK = 1$  dan  $D = 1$ , hal ini menyebabkan keluaran  $Q = 1$  yang menyebabkan cacahan menghitung mundur (TCD). Pada masing-masing keluaran flip-flop dihubungkan ke gerbang NAND yang salah satu masukannya selalu mempunyai kondisi 1 dan masukkan lainnya dihubungkan ke keluaran flip-flop, hal ini menyebabkan keluaran NAND akan mencacah terus selama pada masukkan dari  $Q$  atau  $Q'$  memberikan pulsa. Setelah itu keluaran dari gerbang NAND dihubungkan pada pencacah dekade 74LS192, pencacah ini merupakan pencacah dekade sinkron. Arah perhitungan pada IC ini ditentukan oleh masukkan hitungan yang diberi pulsa dalam hal ini TCD dan TCU pada rangkaian. Pada rangkaian ini digunakan 2 buah IC 74LS192 sehingga menghasilkan 8 bit biner lalu data 8 bit ini dimanipulasi menggunakan program pada mikrokontroler.

Pada pengukuran arah angin ini digunakan posisi awal arah utara sebagai nilai  $0^\circ$  pada saat kalibrasi. Perhitungan sudut pada pengukuran ini memanfaatkan pulsa yang dihasilkan dari sensor tersebut yang mempunyai 200 pulsa per satu putaran, sehingga ketelitian dari sensor tersebut yaitu,

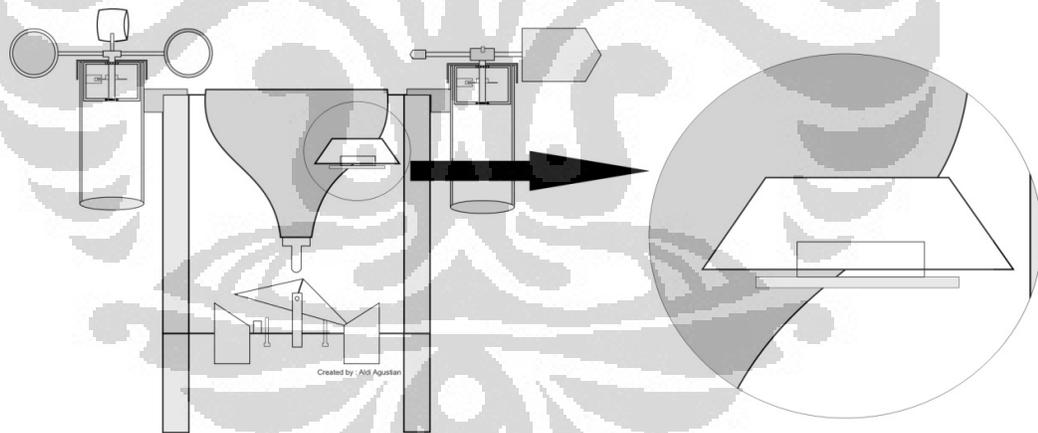
$$\text{ketelitian} = \frac{360}{200}$$

$$\text{ketelitian} = 1,8$$

$$\text{ketelitian } 1,8^\circ \text{ per pulsa} \quad (3.4)$$

### 3.1.3 Perancangan Sistem Pada Alat Pengukur Suhu dan Kelembaban

Pada perancangan system alat pengukur suhu dan kelembaban ini, penulis menggunakan modul yang telah biasa digunakan sebagai pengukur suhu dan kelembaban yaitu modul SHT11, sensor SHT ini, pada rancang bangun mekaniknya penulis meletakkan diluar kotak, dengan tutup berbentuk seperti atap rumah agar sirkulasi udara dapat terjadi dengan baik, namun tetap menjaga sensor dari gangguan luar.

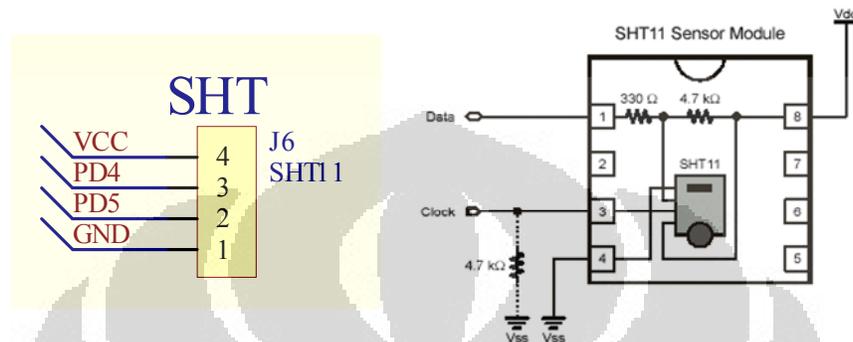


**Gambar 3.10** Rancang bangun penempatan sensor suhu dan kelembaban

Spesifikasi sensirion SHT11 Sensor Module adalah sebagai berikut:

- Range suhu :  $-40^\circ\text{C}$  sampai  $+123,8^\circ\text{C}$
- Akurasi suhu :  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  pada suhu  $25^\circ\text{C}$

- Range kelembaban : 0 sampai 100% RH
- Akurasi absolut RH :  $\pm 3.5\%$  RH
- Catu daya : 5 VDC
- Konsumsi daya :  $30\ \mu\text{W}$

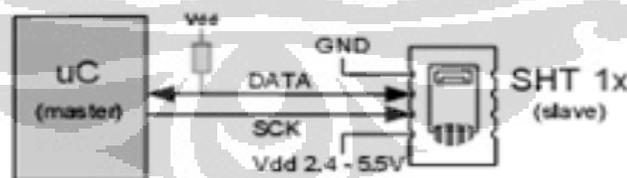


**Gambar 3.11** Koneksi pin SHT11

Pin pengkoneksian sensor SHT11

- Pin 1 Data
- Pin 3 Clock
- Pin 4Vss
- Pin 8 Vdd

Spesifikasi *interface*



**Gambar 3.12** Aplikasi Rangkaian

SHT11 memerlukan supply antara 2.4V sampai 5.5V. Setelah mentrigger alat/peralatan, SHT11 memerlukan 11ms untuk mencapai kondisi “*sleep*”. Tidak ada perintah yang akan dikirim sebelum 11ms tersebut.

### Serial interface

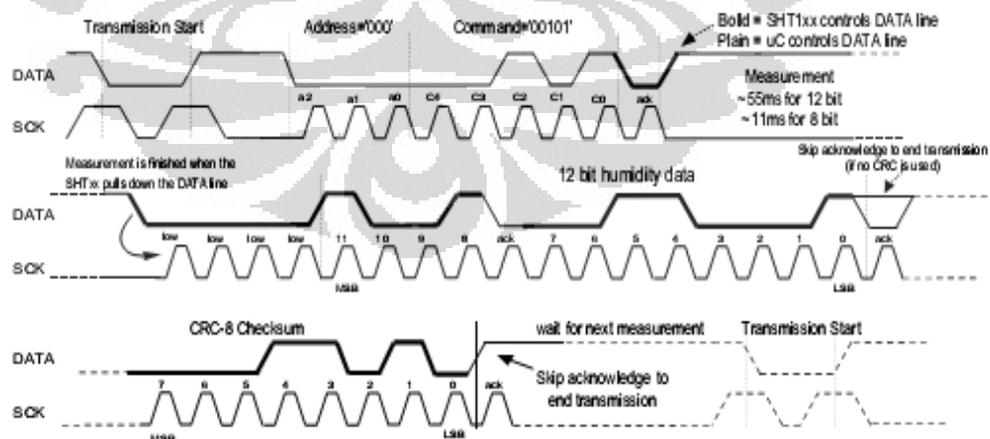
#### a. SCK (Serial Clock Input)

SCK digunakan untuk men-sinkronkan komunikasi antara mikrokontroler dan SHT11.

#### b. Serial data (DATA)

Tiga pin data digunakan untuk mentransfer data in dan data out dari alat. DATA diganti setelah clock turun (jatuh) dan diperbolehkan pada clock SCK naik. Selama komunikasi DATA *line* harus tetap stabil sementara SCK *high*.

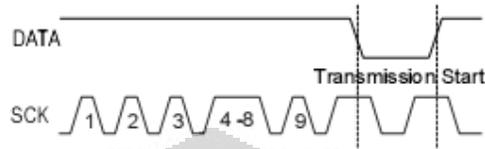
Proses pengukuran sensor ini adalah setelah pemberian perintah ('00000101' untuk kelembaban, '00000011' untuk temperatur) mikrokontroler menunggu sampai pengukuran lengkap. Untuk pengukuran signal lengkap, SHT11 menarik turun *data line*. Mikrokontroler menunggu signal "data ready" sebelum memulai SCK lagi. Dua byte dari pengukuran data dan satu byte CRC di cek ketika akan dikirimkan. Mikrokontroler harus dikenali masing-masing byte oleh *DATA line low*. Akhir komunikasi setelah bit dikenali oleh CRC data. Jika CRC-8 tidak digunakan *controller* mungkin mengakhiri komunikasi setelah pengukuran data LSB oleh ACK *high*. Alat secara otomatis kembali ke "mode sleep" setelah pengukuran dan komunikasi selesai.



Gambar 3.13. Contoh pengukuran kelembaban

Jika komunikasi dengan alat hilang signal berikut akan me-reset atau sering kita sebut dengan reset sequence serial interface

Sementara DATA *high, toggle* SCK 9 atau lebih. Ini harus diikuti oleh “Transmission Start” sequence diawali perintah selanjutnya.



**Gambar 3.14.** Koneksi reset sequence

Pengiriman lengkap digital yaitu dengan perhitungan CRC-8 dilindungi oleh 8 bit *checksum*. Ini menjamin banyak kesalahan data dapat dideteksi dan diabaikan.

### 3.1.4 Perancangan Sistem Pada Alat Pengukur Curah Hujan

Curah hujan yang akan dihitung adalah dalam bentuk standar ukuran millimeter (mm) per jam waktu untuk setiap meter persegi area yang terkena hujan. Ukuran standar ini maksudnya apabila ada curah hujan sebesar 10 mm dalam waktu 1 jam untuk 100 m<sup>2</sup> daerah, maka besar curah hujannya adalah 10 mm/jam untuk setiap 1 m<sup>2</sup> dari 100 m<sup>2</sup>. Ukuran ini berdasarkan yang ditentukan oleh BMG dan WMO, sehingga akan menjadi referensi dalam hasil output.

Rumus ukuran standar dari curah hujan adalah sebagai berikut:

$$\frac{\text{Curah Hujan (mm)}}{\text{Waktu (jam)}} \times \text{Luas (m}^2\text{)} \quad (3.5)$$

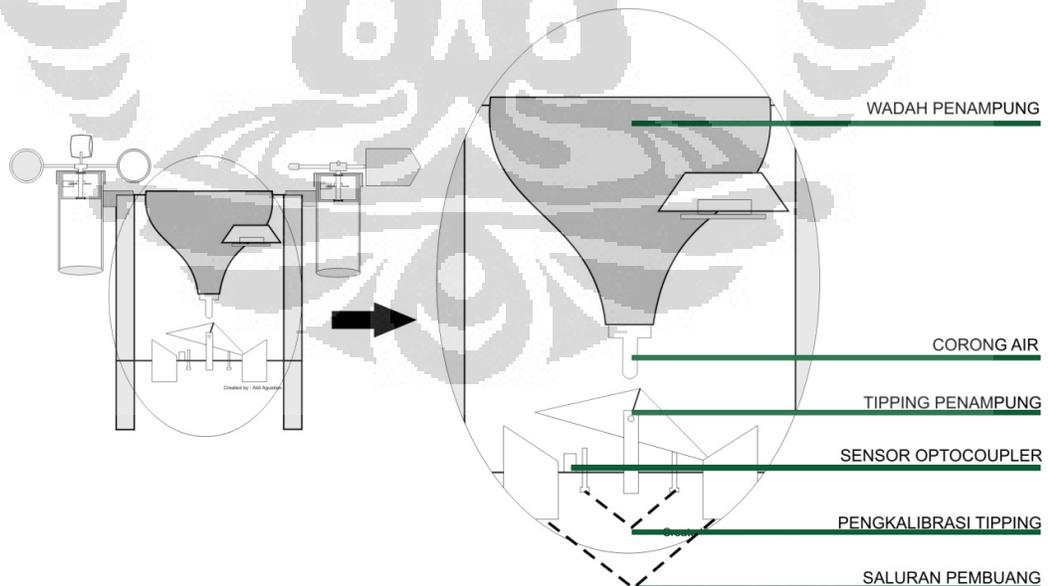
Pada miniatur stasiun cuaca ini penulis bertujuan untuk memfungsikan alat penakar tersebut hanya sebagai pengukur curah hujan. Namun untuk aplikasi kedepannya alat ini bisa ditambah dengan menggunakan alarm sebagai tanda bahwa curah hujan sudah melebihi batas normal. Batasan yang diketahui berdasarkan dari referensi BMG, adalah sebagai berikut:

- Hujan ringan dengan intensitas, 0,1-0,5 mm/jam atau 5-20 mm/hari.

- Hujan sedang dengan intensitas, 5,0-10,0 mm/jam atau 20-50 mm/hari.
- Hujan lebat dengan intensitas, 10,0-20,0 mm/jam atau 50-100 mm/hari.
- Hujan sangat lebat dengan intensitas,  $\geq 20$  mm/jam atau  $\geq 100$  mm/hari.

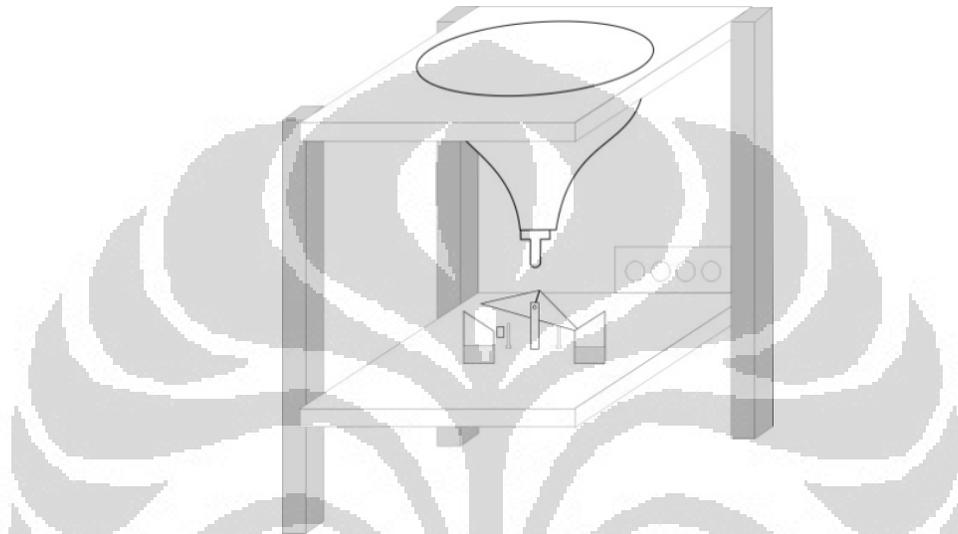
Mekanika yang dibutuhkan pada tugas akhir ini meliputi beberapa bagian dasar. Bagian dasar tersebut adalah Corong, Casing Mekanik, Lubang Corong, Jungkat Jungkit, Wadah Tampung, Sensor Tekan dan Saluran Buang. Pada bagian-bagian dasar tersebut, penulis hanya akan menjelaskan konstruksi hanya pada beberapa bagian, seperti: Corong dan Wadah Tampung. Karena hanya pada konstruksi bagian-bagian dasar tersebut yang perlu diperhatikan, diperhitungkan dan diperkirakan sesuai dengan hasil yang diinginkan. Acuan atau dasar dari bentuk mekanika ini berdasarkan dari model alat pengukur curah hujan otomatis tipe *tipping-bucket* dengan standar dari Badan Meterologi dan Geofisika (BMG).

Jadi dalam perancangan mekanik, penulis akan menjelaskan bagian Corong dan Wadah Tampung yang terdapat dalam konstruksi.



**Gambar 3.15** Rancangan mekanik alat pengukur curah hujan

Gambar 3.15 di atas ini adalah model rancangan mekanik dari alat penakar curah hujan yang dibuat untuk tugas akhir ini.



**Gambar 3.16** Rancangan mekanik alat pengukur curah hujan tampak samping

Berdasarkan pada standar dari Badan Meterologi dan Geofisika (BMG), alat penakar/pengukur curah hujan mempunyai ketentuan sebagai berikut:

1. Model Corong dan jungkat-jungkit berwadah (*tipping-bucket*)
2. Luas Corong adalah  $200 \text{ cm}^2$  atau sama dengan  $20.000 \text{ mm}^2$ .
3. Setiap tip adalah sebesar  $0,2$  atau  $0,5 \text{ mm}$

Alat penakar curah hujan yang dirancang pada tugas akhir ini menggunakan standar  $0,5 \text{ mm}$  yang berarti bahwa setiap kali tip pada *tipping-bucket*, ketinggian air hujan bertambah sebanyak  $0,5 \text{ mm}$ . Untuk mendapatkan standar  $0,5 \text{ mm}$  setiap *tipping* maka yang diperlukan adalah mengetahui volume air tiap kali tip atau volume tampung air pada wadah kemudian dibagi dengan luas permukaan Corong. Rumus untuk mencari **Standard Tipping  $0,5 \text{ mm}$**  adalah sebagai berikut:

$$\left( \frac{\text{Volume}}{\text{Luas}} \right) = \left( \frac{\text{Volume}}{\text{Luas}} \right) \quad (3.6)$$

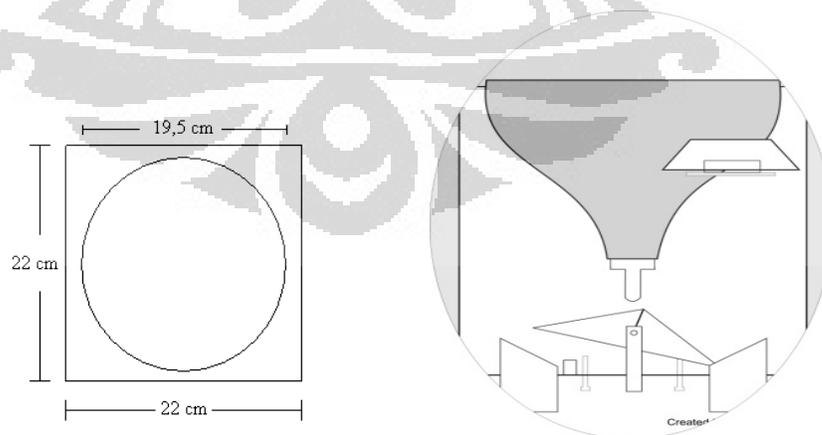
Dari rumus diatas, maka yang harus diketahui adalah komponen volume tampung air. Karena Luas Corong dan Standard Tipping sudah diketahui sehingga volume tampung dapat diketahui dengan mudah.

Corong yang digunakan untuk tugas akhir ini terbuat dari bahan plastic yang sudah berbentuk sebuah corong seperti kerucut. Wadah ini yang akan membawa air hujan untuk ditampung pertama kali, yang kemudian dihantarkan ke wadah-wadah penampung.

Untuk melakukan perancangan corong yang harus dilakukan adalah menentukan standar BMG inginkan yaitu Luas Corong = 20.000 mm<sup>2</sup>. Dengan rumus ini akan didapatkan rumus luas corong sehingga dengan standar ini maka jari-jari yang diinginkan, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Luas_{ideal} &= \pi r^2 \\
 200 \text{ cm}^2 &= 3,14.r^2 \\
 r^2 &= 63,69 \text{ cm}^2 \\
 r &= 7,98 \text{ cm} \approx 8 \text{ cm} \\
 d &= 16 \text{ cm} \approx 160 \text{ mm} \quad (3.5)
 \end{aligned}$$

Akan tetapi kesulitannya mencari corong yang ditetapkan dengan luas 20.000 mm<sup>2</sup> menjadi hambatan penulis untuk merancang tugas alat ini. Akhirnya penulis memutuskan untuk menggunakan corong yang ada.



**Gambar 3.17** Rancangan Corong Penampung Air Hujan

Gambar 3.16 di atas adalah gambar dari perancangan Corong yang digunakan berdasarkan corong yang ada.

**Catatan:** ketinggian corong diabaikan / sembarang

Jadi menurut diameter corong yang digunakan adalah 19.5 cm, didapat luas corong sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Luas &= \pi r^2 \\
 Luas &= 3,14 \times \left(\frac{1}{2} \text{ cm}\right)^2 \\
 &= 3,14 \times 95,06 \text{ cm}^2 \\
 &= 298,49 \text{ cm}^2 \approx 300 \text{ cm}^2 \\
 \text{Luas Corong} &= 300 \text{ cm}^2 \approx 30.000 \text{ mm}^2 \quad (3.6)
 \end{aligned}$$

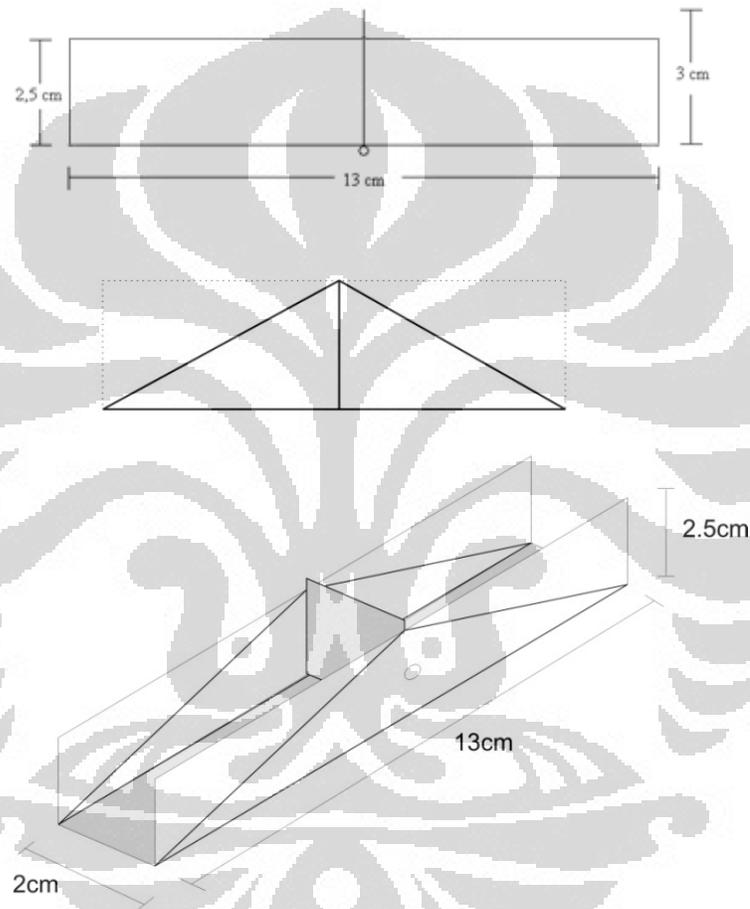
#### Wadah Tampung (*tipping-bucket*)

Berikutnya akan kita amati tipping bucket yang akan digunakan. Wadah Tampung ini adalah suatu penampung yang akan menghasilkan sentuhan dengan sensor tekan, apabila air hujan sudah mencapai ketinggian standar 0,5 mm. Wadah ini berbentuk dua buah segitiga siku-siku yang digabungkan masing yang penampang atas dan salah satu sampingnya terbuka. Ini dimaksudkan agar air akan memenuhi wadah dan apabila terisi dan memberati sehingga menekan sensor, air akan terbuang keluar. Untuk mendapatkan komponen wadah yang diinginkan, maka perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 0,5 &= \frac{(\quad)(\quad)}{30.000} \\
 (\quad) &= \frac{0,5 \cdot 30.000}{(\quad)} \\
 (\quad) &= \dots \approx \dots \quad (3.7)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan Volume Tampung Air menurut *Standard Tipping 0,5 mm*, ini berarti bahwa apabila penampung terisi air sebanyak 15 cm<sup>3</sup> atau sebesar 15 mililiter maka Curah Hujan sebesar 0,5 mm. Akan tetapi dalam perancangan wadah, penulis membuat volume wadah > 15 cm<sup>3</sup>

dengan tetap dasarnya bahwa dalam  $15 \text{ cm}^3$  air yang akan terisi akan memberati wadah dan menekan sensor. Ini dimaksudkan karena apabila wadah dibuat seukuran dari Volume Tampung Air, maka kemungkinan air yang akan ditampung oleh wadah akan  $< 15 \text{ cm}^3$  begitu juga dengan Curah Hujan akan  $\neq 0,5$  mm. Gambar 3-5. menggambarkan sketsa bentuk dan besar ukuran dari *tipping bucket* yang digunakan oleh penulis.



**Gambar 3.18** Rancangan wadah tampung

$$\begin{aligned}
 ( \quad ) &= 15.000 \approx 15 \\
 h &> \pm 15 \\
 &= \\
 &= , \quad , \\
 &= \quad \cdot \quad ^3 \quad (3.8)
 \end{aligned}$$

Perlu dijelaskan juga bahwa wadah dari jungkat-jungkit yang digunakan harus benar-benar sesuai, lebih jelasnya berat dengan tampungan air harus sesuai dengan *standard tipping* 0.5 mm. Karena bahan material dan gravitasi kemiringan juga berpengaruh dalam penentuan berat, penulis melakukan perkiraan-perkiraan percobaan dengan berdasarkan *standard tipping* 0.5 mm. Dalam proyek tugas akhir ini, penulis menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan  $\pm 3$ mm. Pembatas/sekat tengah tingginya harus sama atau sedikit melebihi tinggi permukaan sisi jungkat-jungkit.

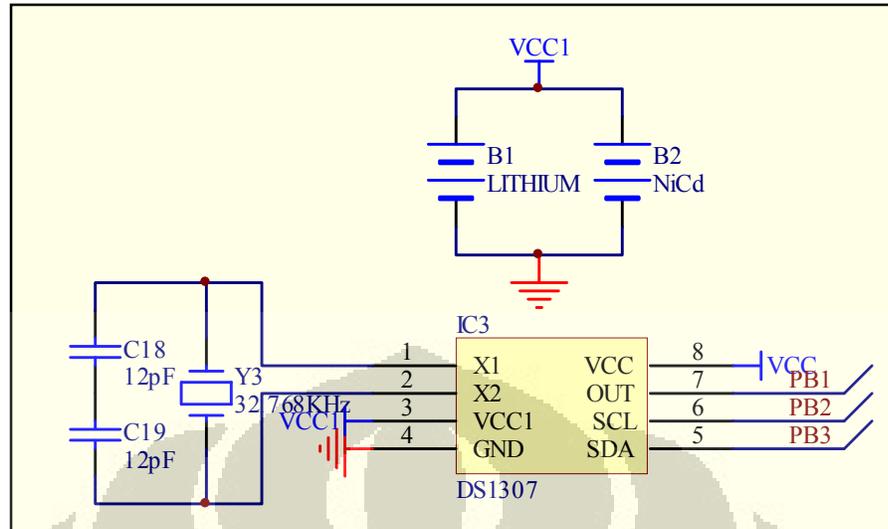
Konsep dasar perancangan mekanik dan elektrik pada alat pengukur curah hujan adalah sebuah sistem yang dapat bekerja secara otomatis untuk membantu dalam pengukuran curah hujan dengan diletakkan di suatu tempat. Alat ini juga membantu perhitungan curah hujan agar lebih teliti dan dapat mengambil analisa prediksi apa yang akan terjadi pada batas curah hujan tertentu.

Alat ini bekerja dengan menggunakan sensor optopotantul sebagai input masukan yang kemudian hasil pendeteksian sensor diproses oleh mikrokontroler, lalu ditampilkan oleh LCD sebagai outputnya. Input yang diterima mikrokontroler berupa data biner atau “high” dan “low”. Karena sensor yang digunakan adalah saklar / *switch* maka akan bereaksi pada dua keadaan, yaitu tertutup / *closed* atau terbukanya / *open* pada rangkaian, maka tidak diperlukan rangkaian ADC.

Saat mekanik melewati sensor yang menjadikan suatu input, kemudian data dikirimkan ke mikrokontroler ATmega 8535. Berdasarkan data yang diterima oleh mikrokontroler ATmega 8535, lalu diproses oleh program yang telah di *download* ke IC mikrokontroler, kemudian sistem bekerja hingga menampilkan display jumlah pencacah/count tiap tip dan kapasitas daya tampung tipping bucket.

### 3.1.5 Perancangan Serial RTC

Pada perancangan tugas alat ini, penulis menggunakan IC RTC DS1307 sebagai input pemberi referensi waktu terhadap data yang akan diperoleh. Berikut ini adalah gambar dari perancangan serial RTC:



**Gambar 3.19** Rangkaian RTC (Real Time Clock)

**Komponen yang digunakan :**

1. 1 buah IC RTC DS1307
2. 1 buah oscillator kristal 32.768 kHz
3. 1 buah battery lithium
4. 1 buah battery NiCd
5. 2 buah kapasitor 12 pF
6. 1 buah resistor 4.7 k $\Omega$

Perancangan Serial RTC (*Real Time Clock*) adalah dengan menghubungkan sebuah oscillator Kristal standar untuk RTC yaitu 32.768 kHz dengan 2 buah 12 pF kapasitor seri hubungan parallel pada pin X1 dan X2, kemudian vcc juga ground. RTC memiliki vcc1 yang berfungsi sebagai *supply* eksternal agar apabila alat dimatikan RTC akan tetap aktif menghitung waktu. Kemudian pin *OUT* dihubungkan dengan *port* pin PB1, pin SCL dengan *port* pin PB2, dan pin SDA dengan port pin PB3 pada mikrokontroler.

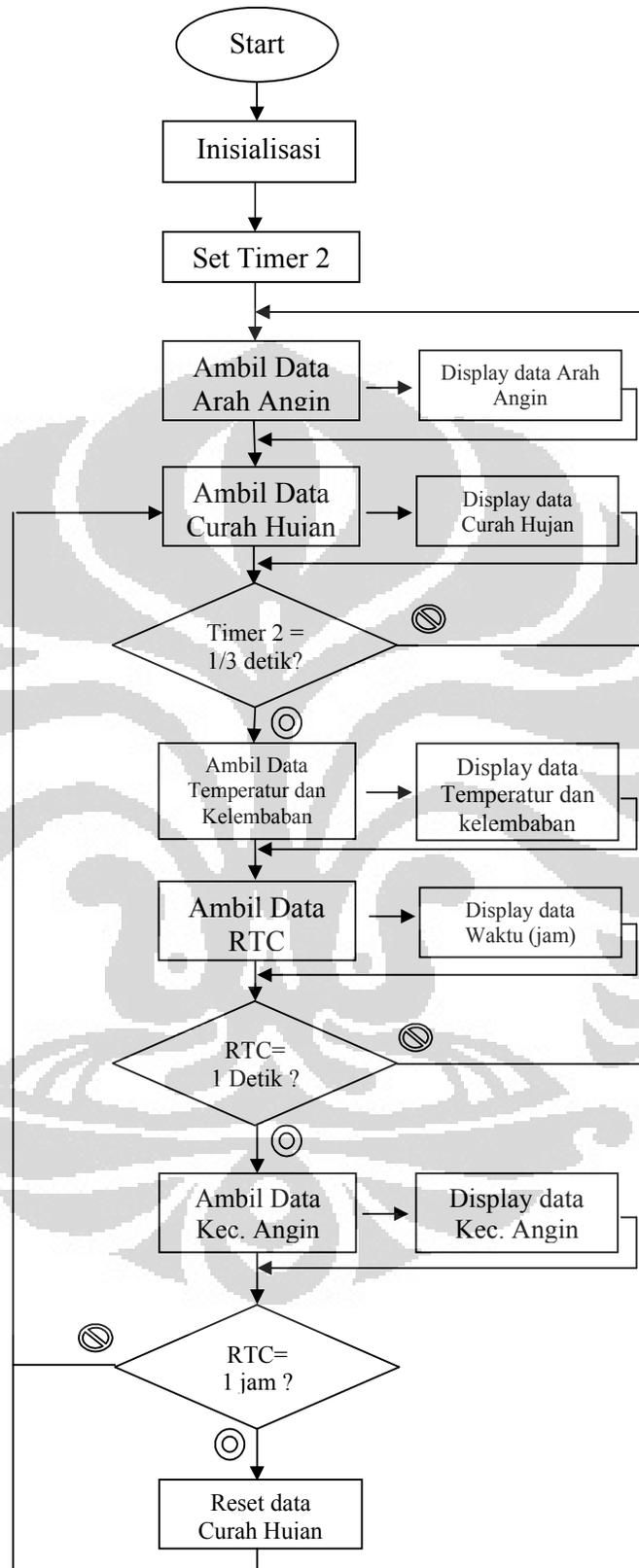
Cara kerjanya adalah alamat dan data ditransmisikan secara serial melalui sebuah jalur data dua arah I2C. Karena menggunakan jalur data I2C maka hanya memerlukan dua buah pin saja untuk berkomunikasi yaitu pin data dan pin untuk sinyal *clock* (SDA dan SCL). Sehingga mikro dapat mengolah data dan clock yang diterima dari RTC untuk dijadikan referensi waktu.

### 3.1.6 Media Penyimpanan

Data unsur cuaca hasil pengukuran sensor harus tersimpan dengan baik untuk dapat diolah kembali sesuai kebutuhan, data-data tersebut untuk sementara masih diolah secara manual yang nantinya akan dapat tersimpan secara otomatis pada memori data pada mikrokontroler, namun karena keterbatasan kapasitas memori pada mikrokontroler sehingga diperlukan media lain berupa *Multimedia Card* (MMC) atau SD Card dengan kapasitas yang cukup besar (Giga bites) sehingga berfungsi sebagai logger, dan data ini dapat down load atau dikirim ke komputer lain melalui modem GSM (SMS), modem radio UHF, maupun RS-232/USB (kabel) untuk selanjutnya diproses sesuai kebutuhan.

### 3.2 Perancangan Perangkat Lunak Pada Miniatur Stasiun Cuaca

Pada perancangan perangkat lunak miniature stasiun cuaca ini, penulis menuangkannya dalam bentuk flowchart agar lebih mudah dipahami berikut adalah flowchart perangkat lunak pada miniatur stasiun cuaca. Program yang digunakan pada miniature stasiun cuaca ini adalah dengan program bascom.



**Gambar 3.20** Flowchart Program Miniatur Stasiun Cuaca

- ✚ Pada saat start program akan langsung menginisialisasi seluruh port yang dibutuhkan agar dapat mensinkronisasikan antara program dan mikrokontroler.
- ✚ Kemudian program akan mengeset timer 2 sebagai waktu penghitung
- ✚ Setelah itu program akan mulai pengambilan data, pengambilan data yang pertama dilakukan adalah pengambilan data arah angin, lalu data akan langsung di tampilkan pada LCD.
- ✚ Kemudian program mengambil data curah hujan, lalu menampilkannya di LCD.
- ✚ Program kemudian mengecek timer2 apakah timer 2 sudah mencapai 1/3 detik, jika belum program akan kembali mengambil data arah angin dan seterusnya. Jika sudah program akan mengambil data SHT yaitu data suhu dan kelembaban. Lalu menampilkannya di LCD
- ✚ Program selanjutnya adalah pengambilan data dari RTC (*real time clock*), kemudian akan menampilkan waktu (jam) pada LCD.
- ✚ Lalu program akan mengecek pada RTC apakah telah mencapai 1 detik, jika belum program akan kembali melakukan pengambilan data arah angin dan selanjutnya. Jika sudah maka program akan mengambil data kecepatan angin kemudian menampilkannya ke LCD.
- ✚ Setelah pengambilan data kecepatan angin program akan mengecek kembali ke RTC apakah waktu telah berjalan selama 1 jam, jika belum maka program akan kembali ke pengambilan data arah angin dan selanjutnya, jika sudah maka program akan mereset data curah hujan menjadi 0, jika belum maka program akan kembali mengambil data curah hujan dan seterusnya.
- ✚ Program dilakukan secara looping.

## BAB 4

### HASIL EKSPERIMEN DAN ANALISA DATA

Proses terakhir yang harus dilakukan untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik yaitu pengujian sistem serta pengambilan data sehingga dapat diketahui kehandalan dari sistem yang dibuat serta menganalisa sistem tersebut.

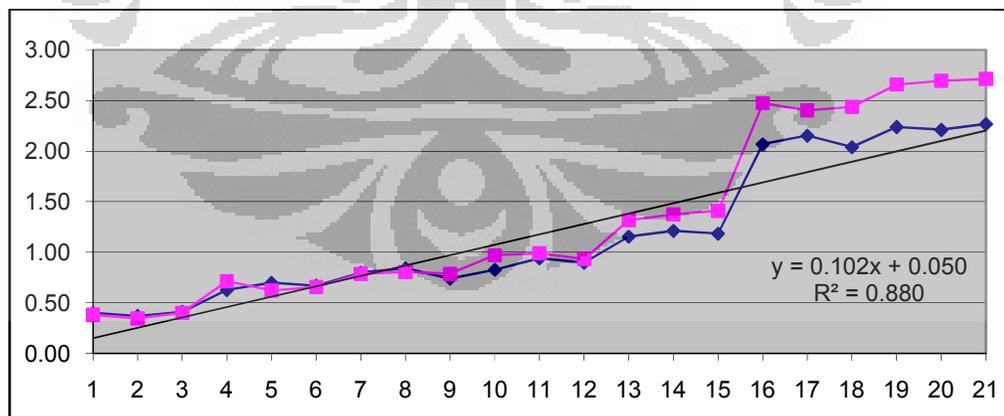
#### 4.1 Pengujian Sensor Kecepatan Angin

Setelah melakukan pengerjaan semua system maka perlu dilakukan pengujian system apakah semua system dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan, pengujian dilakukan secara keseluruhan dengan masing-masing sensor yang bekerja didalamnya serta melakukan pengujian terhadap protokol komunikasi serial apakah system dapat berinteraksi dengan personal komputer atau tidak.

Pengambilan data dilakukan dengan cara memberikan tiupan angin pada sistem menggunakan *blower* dengan kecepatan yang konstan. Untuk mendapatkan nilai kecepatan yang berubah-ubah yaitu dengan cara mengubah posisi blower terhadap sistem sehingga makin dekat blower maka semakin kencang angin yang diterima oleh sistem begitu juga sebaliknya.

No	Jarak Sumber Angin (cm)	Data MSC				Data BMKG			
		RPM	RPS	m/s	Knot MSC	RPM	RPS	m/s	Knot BMKG
1	50	28	0.47	0.21	0.40	21	0.35	0.20	0.38
2		26	0.43	0.19	0.37	19	0.32	0.18	0.35
3		29	0.48	0.21	0.41	22	0.37	0.21	0.40
4	45	44	0.73	0.32	0.63	39	0.65	0.37	0.71
5		49	0.82	0.36	0.70	34	0.57	0.32	0.62
6		47	0.78	0.34	0.67	36	0.60	0.34	0.66
7	40	56	0.93	0.41	0.80	43	0.72	0.41	0.79
8		59	0.98	0.43	0.84	44	0.73	0.41	0.81
9		52	0.87	0.38	0.74	43	0.72	0.41	0.79
10	35	58	0.97	0.42	0.83	53	0.88	0.50	0.97
11		66	1.10	0.48	0.94	54	0.90	0.51	0.99
12		63	1.05	0.46	0.90	51	0.85	0.48	0.93
13	30	81	1.35	0.59	1.15	72	1.20	0.68	1.32
14		85	1.42	0.62	1.21	75	1.25	0.71	1.37
15		83	1.38	0.61	1.18	77	1.28	0.73	1.41
16	25	145	2.42	1.06	2.07	135	2.25	1.27	2.47
17		151	2.52	1.11	2.15	131	2.18	1.23	2.40
18		143	2.38	1.05	2.04	133	2.22	1.25	2.44
19	20	157	2.62	1.15	2.24	145	2.42	1.37	2.66
20		155	2.58	1.14	2.21	147	2.45	1.38	2.69
21		159	2.65	1.16	2.27	148	2.47	1.39	2.71

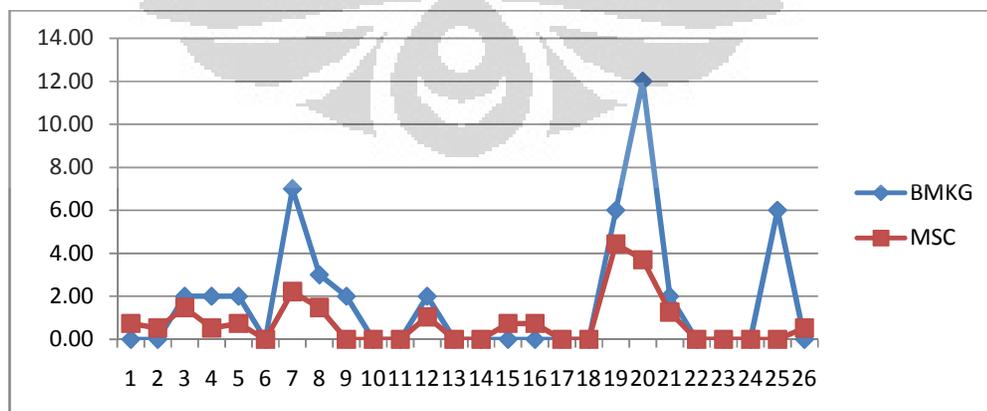
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Kecepatan dengan jarak



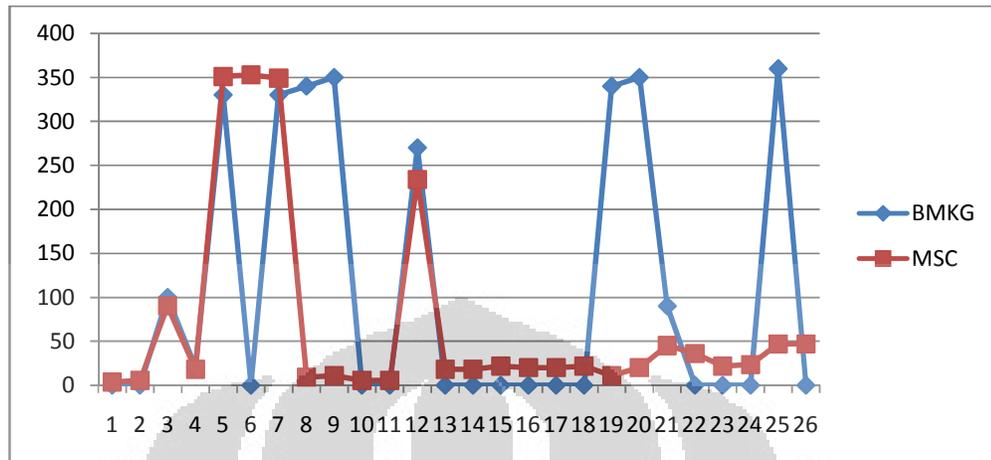
Gambar 4.1 Grafik Nilai Kecepatan dengan jarak

Tanggal	Jam		Arah Angin / dd (°)		Kec Angin / ff (knots)		Kec Angin2 / ff (m/s)	
	WIB	GMT						
09 Nopember 2009	07:00	00	0	3.6	0.00	0.7	0	0.38
	08:00	01	0	5.4	0	0.5	0	0.27
	09:00	02	100	90	2	1.5	1.028	0.76
	10:00	03	20	18	2	0.5	1.028	0.27
	11:00	04	330	351	2	0.7	1.028	0.38
	12:00	05	0	352.8	0	0.0	0	0
	13:00	06	330	349.2	7	2.2	3.598	1.14
	14:00	07	340	9	3	1.5	1.542	0.76
	15:00	08	350	10.8	2	0.0	1.028	0
	16:00	09	0	5.4	0	0.0	0	0
	17:00	10	0	5.4	0	0.0	0	0
	18:00	11	270	234	2.00	1.1	1.028	0.54
	19:00	12	0	18	0	0.0	0	0
10 Nopember 2009	07:00	00	0	18	0	0.0	0	0
	08:00	01	0	21.6	0	0.7	0	0.38
	09:00	02	0	19.8	0	0.7	0	0.38
	10:00	03	0	19.8	0	0.0	0	0
	11:00	04	0	21.6	0	0.0	0	0
	12:00	05	340	10.8	6.00	4.4	3.084	2.28
	13:00	06	350	19.8	12.00	3.7	6.168	1.9
	14:00	07	90	45	2	1.3	1.028	0.65
	15:00	08	0	36	0	0.0	0	0
	16:00	09	0	21.6	0	0.0	0	0
	17:00	10	0	23.4	0	0.0	0	0
	18:00	11	360	46.8	6.00	0.0	3.084	0
	19:00	12	0	46.8	0	0.5	0	0.27

**Tabel 4.2** Data Perbandingan Kecepatan Angin MSC dengan BMKG



**Gambar 4.2** Grafik Perbandingan Kecepatan Angin MSC dengan BMKG



**Gambar 4.3** Grafik Perbandingan Arah Angin MSC dengan BMKG

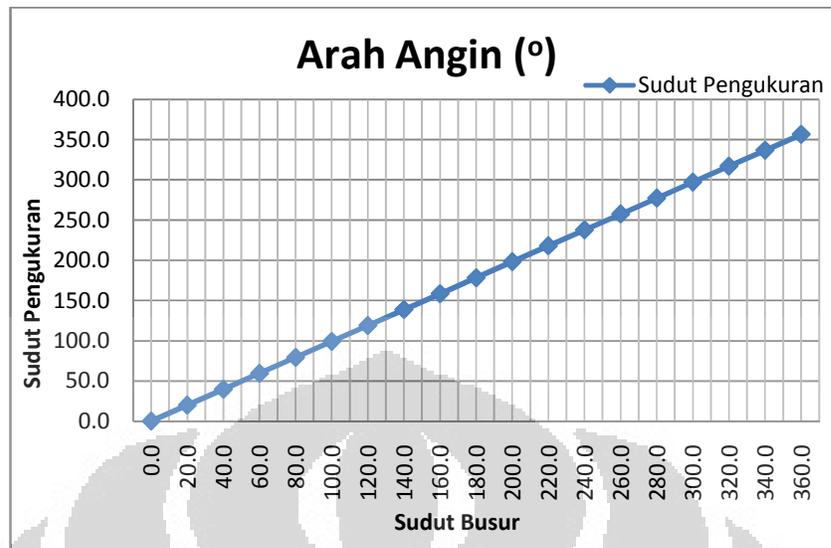
Berdasarkan data grafik di atas didapat dari membandingkan kecepatan angin dengan jarak yang telah ditentukan kemudian menghitung RPM dan kecepatannya dalam meter per detik. Kecepatan angin dapat dihitung dengan RPS yang merupakan gerak angular dengan cara mengkalikan RPS dengan keliling lingkaran yang dibentuk oleh lintasan cup pengukur kecepatan angin maka didapat kecepatan dengan satuan m/s, setelah didapatkan kecepatan angin dengan satuan m/s maka untuk standarisasi kecepatan angin ini penulis rubah kedalam satuan knot. alat ukur kecepatan ini kedepannya akan dibandingkan dengan alat ukur yang telah terstandarisasi, untuk menjamin keabsahan dan keakuratan alat ukur tersebut.

Sedangkan pada pengambilan data arah angin ini yaitu membandingkan pengukuran pada prototype dengan busur pengukur sudut. Mula-mula mengkalibrasi sistem yaitu dengan dengan cara mengkalibrasi counter dan mengarahkan *vane* penunjuk arah angin ke arah utara yang menjadi titik acuan  $0^\circ$  pada sistem. Lalu memutar *vane* penunjuk arah angin dari  $0^\circ$  -  $360^\circ$  dengan range  $20^\circ$ , maka didapat data sebagai berikut

Sudut Busur	Sudut Alat
0	0.0
20	19.8
40	39.6
60	59.4
80	79.2
100	99.0
120	118.8
140	138.6
160	158.4
180	178.2
200	198.0
220	217.8
240	237.6
260	257.4
280	277.2
300	297.0
320	316.8
340	336.6
360	356.4

**Tabel 4.3** Perbandingan Sudut Busur dan Sudut Alat

Setelah melakukan pengkalibrasian arah dan kecepatan angin, maka kedua parameter ini dibandingkan dengan keadaan real yang terjadi di stasiun cuaca BMKG sebagai pembanding yang telah terstandarisasi. Proses pembandingan data ini dilakukan pada lokasi yang sama namun posisi penempatan alat ukur sedikit berbeda, hal ini yang menyebabkan data yg didapat dari miniatur stasiun cuaca dengan stasiun cuaca BMKG terjadi perbedaan.



**Gambar 4.4** Grafik Perbandingan Sudut

Dari data yang didapat terlihat pengukuran sudut menggunakan prototype sangat berbeda jauh sekali dengan pengukuran dengan menggunakan busur pengukur sudut. Error pengukuran terbesar mencapai 20% dan error pengukuran terkecil 1,25%. Hal ini disebabkan oleh pengolahan sinyal sensor yang terkadang tidak terbaca oleh mikrokontroler dan pencacah yang tidak sensitif untuk berubah pada saat terdapat perubahan sensor yang kecil sekali. Selain itu ada masalah lain yang menyebabkan pengukuran tidak baik yaitu kurang sensitifnya vane jika tertutup oleh angin yang sangat kecil. Perubahan gerakan vane yang tiba-tiba juga mempengaruhi pembacaan sensor yang tidak akurat.

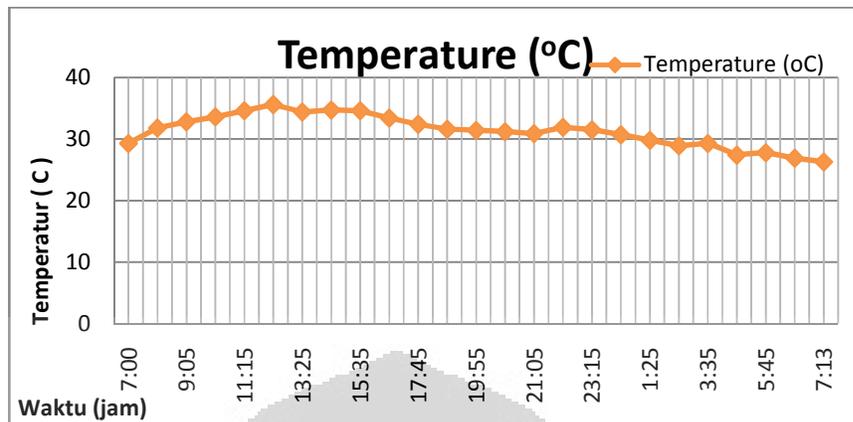
#### 4.3 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban

Pada pengujian sensor suhu dan kelembaban ini, penulis membandingkan data yang diperoleh dari miniatur stasiun cuaca dengan keadaan real yang di dapat dari website BMG, dengan membandingkan range pada data yang terdapat di BMG. Data yang diambil pada tanggal 27 oktober, pukul 07.00 sampai dengan tanggal 28 oktober 2009 pukul 07.00, dengan jenjang waktu kurang lebih pada setiap jam dan dilakukan sebanyak 24 kali pengambilan data. Data dari BMG mengenai suhu udara dan kelembaban di daerah jakarta penulis medapatkan yaitu

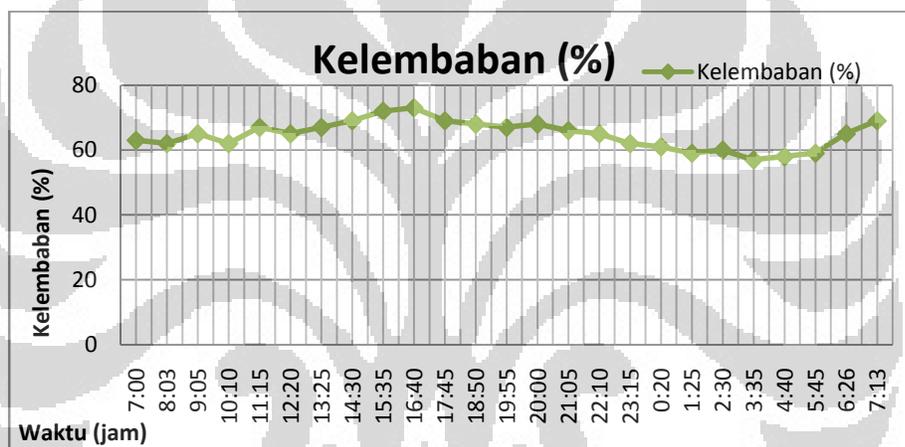
25 - 34 °C dengan range kelembaban 50 - 90 %. Berikut adalah data yang diperoleh dari miniatur stasiun cuaca

JAM (GMT)	TT(°C)	RH(%)
07:00:01	29,3	63
08:03:53	31,8	62
09:05:00	32,8	65
10:10:01	33,6	62
11:15:02	34,6	67
12:20:00	35,6	65
13:25:01	34,4	67
14:30:00	34,7	69
15:35:01	34,6	72
16:40:00	33,4	73
17:45:01	32,4	69
18:50:01	31,6	68
19:55:00	31,4	67
20:00:01	31,2	68
21:05:00	30,9	66
22:10:00	31,9	65
23:15:01	31,5	62
24:20:01	30,7	61
01:25:01	29,8	59
02:30:00	28,9	60
03:35:01	29,3	57
04:40:00	27,4	58
05:45:01	27,8	59
06:26:01	26,9	65
07:13:03	26,3	69

**Tabel 4.4** Data Sensor Suhu dan Kelembaban



Gambar 4.5 Grafik Temperatur



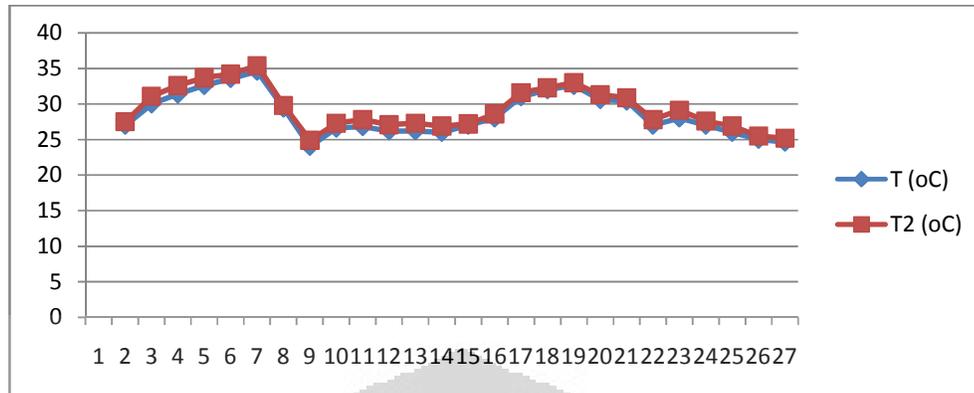
Gambar 4.6 Grafik Kelembaban

Dari grafik tersebut terlihat temperature udara menurun hal ini diakibatkan pemanasan udara pada siang sehingga temperatur udara, sejalan dengan posisi matahari semakin sore semakin condong ke arah Barat maka sudut penyinaran akan semakin kecil sehingga energy yang ditangkap sensor semakin sedikit. Lain halnya dengan Kelembaban Udara yang terlihat semakin naik ini dikarenakan pada waktu siang terjadi penguapan sehingga udara semakin lembab dan juga dari indikasi bila Temperatur udara dengan Temperatur Titik embun memiliki selisih yang semakin kecil maka kelembaban semakin tinggi. Dengan menggunakan persamaan polynomial tersebut diharapkan bisa memprediksi keadaan cuaca yang akan datang, namun diperlukan rangkaian data series yang cukup lama minimal satu siklus musim.

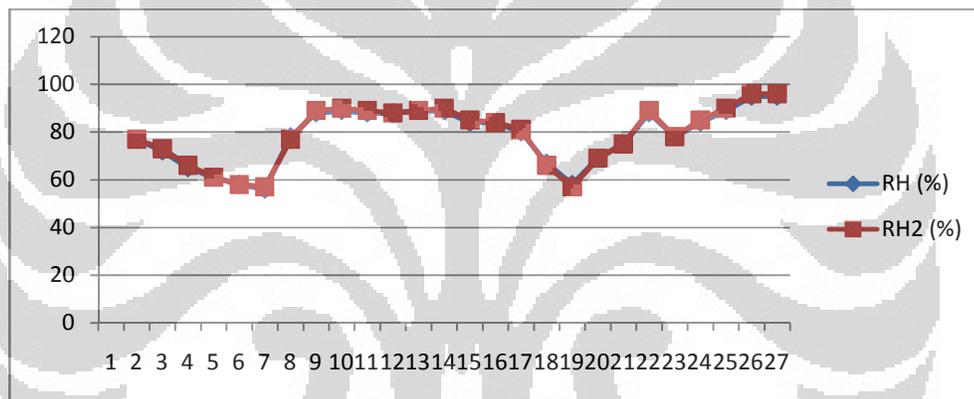
Setelah melakukan percobaan pertama kemudian penulis melakukan percobaan dengan menggunakan daftar refrensi dari badan meteorologi klimatologi dan geofisika (BMKG), agar dapat lebih meyakinkan dan alat miniature cuaca ini bisa digunakan sebagai refrensi dalam melakukan suatu pekerjaan.

Tanggal	Jam		T (°C)	T2 (°C)	RH (%)	RH2 (%)
	WIB	GMT				
09 Nopember 2009	07:00	00	27.0	27.5	77	77
	08:00	01	30.0	31.1	72	73
	09:00	02	31.4	32.6	65	66
	10:00	03	32.6	33.7	61	61
	11:00	04	33.6	34.2	58	58
	12:00	05	34.6	35.4	56	57
	13:00	06	29.4	29.8	78	77
	14:00	07	24.0	24.9	88	89
	15:00	08	26.6	27.3	89	90
	16:00	09	26.8	27.8	88	89
	17:00	10	26.2	27.1	88	88
	18:00	11	26.2	27.3	89	89
	19:00	12	26.0	26.9	89	90
10 Nopember 2009	07:00	00	27.0	27.2	84	85
	08:00	01	28.0	28.6	84	84
	09:00	02	31.0	31.6	80	81
	10:00	03	32.0	32.3	67	66
	11:00	04	32.6	33.0	58	57
	12:00	05	30.6	31.3	69	69
	13:00	06	30.4	30.9	75	75
	14:00	07	27.0	27.8	88	89
	15:00	08	28.0	29.1	78	78
	16:00	09	27.0	27.6	84	85
	17:00	10	26.0	26.9	89	90
	18:00	11	25.0	25.5	95	96
	19:00	12	24.6	25.2	95	96

**Tabel 4.5** Data Perbandingan Suhu dan Kelembaban MSC dengan BMKG



**Gambar 4.7** Grafik Perbandingan Suhu MSC dan BMKG



**Gambar 4.8** Grafik Perbandingan Kelembaban MSC dan BMKG

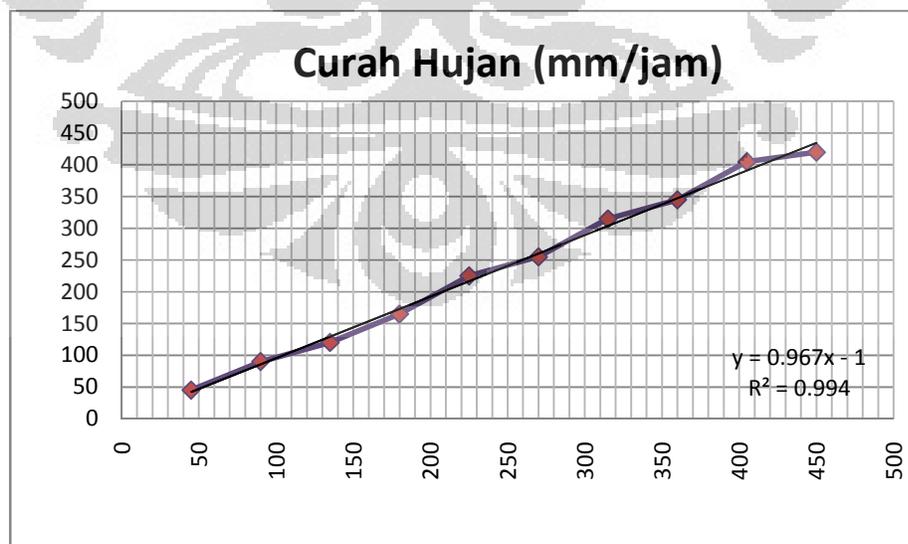
#### 4.4 Pengujian Sensor Curah Hujan

Pada pengujian takaran, penulis menuangkan air dengan besaran volume air pada gelas ukur yang bervariasi dengan input batasan pada sistem dibuat “*noI*” atau tidak ada input batasan. Kemudian penulis mengamati tampilan LCD dan mencocokkan pengambilan data-datanya dengan mencocokkan waktu dari stopwatch. Data-data yang didapat dari tampilan LCD dikalibrasi dengan ukuran air yang dimasukkan dan waktu pada stopwatch yang telah dicapai.

Untuk mendapatkan Kalibrasi curah hujan, banyaknya *tipping* dikalikan dengan *standard* 0.5 mm = 15 ml. Jadi banyak *tipping* dikalikan dengan 15 ml.

GELAS UKUR	SISTEM ALAT		
	Air yang dituangkan (ml)	Banyaknya Tipping (kali)	Data pada LCD (mm/jam)
45	3	1.5	45
90	6	3.0	90
135	8	4.0	120
180	11	5.5	165
225	15	7.5	225
270	17	8.5	255
315	21	10.5	315
360	23	11.5	345
405	27	13.5	405
450	28	14	420

Tabel 4.6 Data Kalibrasi Sensor Curah Hujan



Gambar 4.9 Grafik Kalibrasi Curah Hujan

Pada grafik diatas terlihat, bahwa hasil kalibrasi curah hujan dengan volume air yang dituangkan mengalami penurunan jumlah volume air. Besarnya kesalahan dapat dicari sebagai berikut:

$$\text{Kalibrasi curah hujan (alat)} = \frac{\text{—————}}{\text{—————}} = 129 \text{ ml}$$

$$\text{Air yang dituangkan} = \frac{\text{—————}}{\text{—————}} = 135 \text{ ml}$$

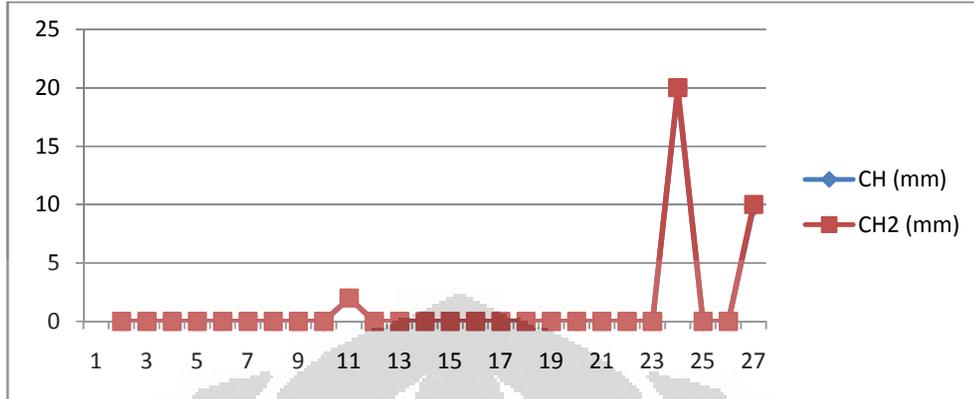
$$\text{Kesalahan (\%)} \text{ kalibrasi} = \left( \frac{\text{—————}}{\text{—————}} \right) \times 100\% = 4.40 \%$$

Jadi terjadi kecendrungan pengurangan tampungan air sebesar 4.40%.

Seperti pada percobaan sebelumnya pengambilan data curah hujan ini juga penulis bandingkan dengan keadaan real yang terjadi pada stasiun cuaca BMKG.

Tanggal	Jam		CH (mm)	CH2 (mm)
	WIB	GMT		
09 Nopember 2009	07:00	00	0	0
	08:00	01	0	0
	09:00	02	0	0
	10:00	03	0	0
	11:00	04	0	0
	12:00	05	0	0
	13:00	06	0	0
	14:00	07	0	0
	15:00	08	0	0
	16:00	09	2	2
	17:00	10	0	0
	18:00	11	0	0
	19:00	12	0	0
10 Nopember 2009	07:00	00	0	0
	08:00	01	0	0
	09:00	02	0	0
	10:00	03	0	0
	11:00	04	0	0
	12:00	05	0	0
	13:00	06	0	0
	14:00	07	0	0
	15:00	08	0	0
	16:00	09	19.8	20
	17:00	10	0	0
	18:00	11	0	0
	19:00	12	9.8	10

**Tabel 4.7** Data Perbandingan Curah Hujan MSC dengan BMKG



**Gambar 4.10** Grafik Perbandingan Curah Hujan MSC dengan BMKG



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

- Secara keseluruhan alat dapat bekerja dengan baik
- Pada sensor kecepatan angin dan arah angin perhitungan lebih dititik beratkan pada rangkaian elektronik
- Pada sensor curah hujan perhitungan lebih dititik beratkan pada perancangan mekaniknya
- Pada sensor suhu dan kelembaban, lebih mudah di gunakan dengan adanya modul yang telah terpaket dalam satu modul.
- Sistem bersifat pasif yang artinya hanya melakukan pemantauan keadaan pada sistem tersebut secara terus menerus, dan baru akan mengirimkan hasil pemantauan tersebut jika ada permintaan pengguna.
- Penggunaan flip-flop pada pengolahan pulsa untuk menentukan arah angin sangat efektif sehingga kita dapat membedakan arah putar.
- Hasil pengukuran kecepatan angin tidak jauh berbeda dengan anemometer sebagai acuan pengukurann hal ini dikarenakan pada saat pembuatan program dimasukkan persamaan linier antara kecepatan yang dihasilkan oleh anemometer dan prototype.
- Hasil pengukuran arah angin memiliki perbedaan yang cukup besar hal ini dikarenakan rancangan tidak aerodinamis sehingga tidak sensitif bergerak pada saat tertiup angin.
- Semakin cepat perputaran *cups* anemometer, maka semakin besar nilai frekuensi pulsa counter yang dihasilkan sehingga diperoleh kecepatan angin yang semakin besar.

## 5.2 SARAN

Pada perancangan miniatur stasiun cuaca ini akan lebih baik jika pembuatan digunakan dengan menggunakan bahan baku yang betul-betul ringan namun kuat seperti alumunium, agar dapat melindungi sensor dan bertahan lebih lama, selain itu juga alumunium anti karat, jadi lebih awet terhadap cuaca. Pada perangkat elektroniknya sebaiknya dibuat menyatu dengan mekanik, agar miniatur stasiun cuaca ini dapat digunakan secara lebih mudah.



## DAFTAR PUSTAKA

- Unisys (2002). Anemometer. Dari : <http://sln.fi.edu/tfi/units/energy/dixie.html>
- Envirodata (2004). Wind Seed Sensor (WS30, WS31. & WS32). Dari : <http://www.envirodata.com.au>.
- L Tokhem, Roger, “Elektronika Digital”, Erlangga:1995.
- (<http://www.msu.edu/user/rtsmith/wind/anemomet.html>)
- Delmar - Modern Control Technology--Components & Systems (2nd Ed.)
- Diktat mata kuliah mikrokontroler.
- [www.e-dukasi.net/pengetahuanpopuler/angin](http://www.e-dukasi.net/pengetahuanpopuler/angin)
- [www.windsensor.com](http://www.windsensor.com)
- Winoto, Ardi. Juli 2008. *Mikrokontroler AVR ATmega 8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung : INFORMATIKA.
- [www.bmg.go.id/share/dokumen/deskripsisensorlintek.pdf](http://www.bmg.go.id/share/dokumen/deskripsisensorlintek.pdf)
- [www.bmg.go.id/share/Dokumen/lintek-bmkg.pdf](http://www.bmg.go.id/share/Dokumen/lintek-bmkg.pdf)
- <http://www.rt-net-kapelima.com/curahhujan/index.php>
- [www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)



**LAMPIRAN A**  
**Listing Program**

## Listing Program Miniatur Stasiun Cuaca Berbasis Mikrokontroler

```
$crystal = 4000000
$regfile = "m8535.dat"
'$baud = 9600
$hwstack = 32
32 for the hardware stack

$swstack = 10
10 for the SW stack

$framesize = 80

$lib "lcd4busy.lib"
Const _lcdport = Porta
Const _lcdaddr = Ddra
Const _lcdin = Pina
Const _lcd_e = 3
Const _lcd_rw = 2
Const _lcd_rs = 1
Config Lcd = 20 * 4
Cursor Off Noblink
Cls

Config Int0 = Falling
Config Int1 = Falling

On Int1 , Int1_isr
On Int0 , Int0_isr

Disable Int0
Disable Int1

Dim Arahangin As Byte
Dim Arahangins As Single

Config Portd.0 = Output
Clear Alias Portd.0
Clear = 1

Portc = 0
Config Portc = Input
```

```

Config Timer1 = Counter , Prescale = 1 , Edge = Falling
Config Timer2 = Timer , Prescale = 8
Config Int0 = Falling
Config Int1 = Falling
Config Portc = Input

On Timer2 Timer2_isr

Disable Timer2

Dim Periode_1sec As Word
Dim Periode_dispsec As Word

Dim Counter_external As Byte
Dim Rpm As Single

Config Sda = Portd.7
Config Scl = Portd.6
Const Ds1307w = &HD0 ' Addresses
of Ds1307 clock
Const Ds1307r = &HD1

Dim _sec As Byte
Dim _min As Byte
Dim _hour As Byte
Dim _day As Byte
Dim _month As Byte
Dim _year As Byte

Declare Sub Gettime
Declare Sub Settime

Dim Ctr As Byte
Dim Dataword As Word
Dim Command As Byte

Dim Tempc As Single

Const C1 = -4
Const C2 = 0.0405
Const C3 = -0.0000028
Const T1c = .01

```

```
Const T2 = .00008
```

```
Sck Alias Portd.5  
Dataout Alias Portd.4  
Datain Alias Pind.4
```

```
Declare Sub Getit()
```

```
Config Pind.5 = Output 'sck 'datain  
Config Pind.4 = Output
```

```
Declare Sub Gettemp
```

```
'reset the serial communications first, it is easily confused!  
Set Dataout  
For Ctr = 1 To 12  
    Set Sck  
    Waitus 2  
    Reset Sck  
    Waitus 2  
Next Ctr
```

```
Declare Sub Connectionreset
```

```
Declare Sub Gethumidity
```

```
Dim Calc As Single  
Dim Calc2 As Single  
Dim Rhlinear As Single  
Dim Rhlintemp As Single
```

```
Connectionreset
```

```
Dim S As String * 12
```

```
Goto Begin
```

```
Sub Gettime
```

```
    I2cstart  
    I2cwbyte Ds1307w  
    I2cwbyte 0
```

```
    I2cstart  
    I2cwbyte Ds1307r  
    I2crbyte _sec , Ack  
    I2crbyte _min , Ack  
    I2crbyte _hour , Nack  
    I2cstop
```

```
_sec = Makedec(_sec) : _min = Makedec(_min) : _hour = Makedec(_hour)
End Sub
```

```
Sub Settime
_sec = Makebcd(_sec) : _min = Makebcd(_min) : _hour = Makebcd(_hour)
I2cstart
I2cwbyte Ds1307w
I2cwbyte 0
I2cwbyte _sec
I2cwbyte _min
I2cwbyte _hour
I2cstop
End Sub
```

```
Sub Connectionreset
```

```
Ddrd.4 = 1
Ddrd.5 = 1
Config Pind.4 = Output 'sck
Config Pind.5 = Output 'datain
```

```
Set Dataout
For Ctr = 1 To 10
Set Sck
Waitms 2
Reset Sck
Waitms 2
Next Ctr
```

```
Set Sck
Reset Dataout
Reset Sck
Set Sck
Set Dataout
Reset Sck
```

```
End Sub
```

```
Sub Getit
```

```
Local Datavalue As Word
Local Databyte As Byte

'start with "transmission start"
Set Sck
Reset Dataout
Reset Sck
Set Sck
Set Dataout
Reset Sck
```

```
'now send the command
```

```

Shiftout Dataout , Sck , Command , 1

Ddrd.4 = 0
Config Pind.4 = Input
Set Sck
Reset Sck
Waitus 10
but it doesn't work without it!
Bitwait Pind.4 , Reset
chip to have data ready

Shiftin Datain , Sck , Databyte , 1
Datavalue = Databyte

Ddrd.4 = 1
Config Pind.4 = Output

Reset Dataout
Set Sck
Reset Sck

Ddrd.4 = 0
Config Pind.4 = Input

Shiftin Datain , Sck , Databyte , 1
Shift Datavalue , Left , 8
Datavalue = Datavalue Or Databyte

Dataword = Datavalue

Ddrd.4 = 1
Config Pind.4 = Output

Reset Dataout
Set Sck
Reset Sck

Ddrd.4 = 0
Config Pind.4 = Input

Shiftin Datain , Sck , Databyte , 1

Ddrd.4 = 1
Config Pind.4 = Output

Set Dataout
Set Sck
Reset Sck
End Sub

Sub Gettemp

Command = &B00000011

```

```

    Getit
    Tempc = T1c * Dataword
    Tempc = Tempc - 40

End Sub

Sub Gethumidity
    Command = &B00000101
    Call Getit
    Calc = C2 * Dataword
    Calc2 = Dataword * Dataword
    Calc2 = C3 * Calc2
    Calc = Calc + C1
    Rhlinear = Calc + Calc2
    Calc = T2 * Dataword
    Calc = Calc + T1c
    Calc2 = Tempc - 25
    Calc = Calc2 * Calc
    Rhlintemp = Calc + Rhlinear
End Sub

Begin:

I2cinit

Enable Interrupts
Enable Timer2
Enable Int0
Enable Int1
Start Timer2
Dim Rps As Single
Dim V As Single

Dim Tipingbaket As Single
Dim Timetiping As Byte
Dim Lastmin As Byte

Gettime
Lastmin = _min
Timetiping = 0
Config Portb.2 = Input
Dim Ftiping As Bit

Deflcdchar 2 , 7 , 5 , 7 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32
Cls
S = Fusing(tipingbaket , "#.#")
Locate 4 , 1
Lcd S ; " mm/jam "

Ftiping = 1

Dim Arahangin_old As Byte

```

```
Dim Nilai_koreksi As Byte
Dim Lasthour As Byte
Dim Flaglsec As Byte
Dim Flagsepertigasec As Byte
```

```
'=====
```

```
Do
```

```
'ambil data arah angin
Arahangin_old = Arahangin
Arahangin = Makedec(pinc)
Arahangins = Arahangin + Nilai_koreksi
Arahangins = Arahangins / 200
Arahangins = Arahangins * 360
```

```
'Display data arah angin
S = Fusing(arahangins , "#.#")
Locate 1 , 1
Lcd S ; Chr(2) ; " "
```

```
'ambil data curah hujan
If Pinb.2 = 1 And Ftiping = 0 Then
```

```
    Tippingbaket = Tippingbaket + 0.5
    S = Fusing(tippingbaket , "#.#")
    Locate 4 , 1
    Lcd S ; " mm/jam "
    Ftiping = 1
```

```
Elseif Pinb.2 = 0 And Ftiping = 1 Then
```

```
    Tippingbaket = Tippingbaket + 0.5
    S = Fusing(tippingbaket , "#.#")
    Locate 4 , 1
    Lcd S ; " mm/jam "
    Ftiping = 0
```

```
End If
```

```
'Timer2= 1/3 sec ??
```

```
If Flagsepertigasec = 1 Then
```

```
    'ambil data humidity dan display
    Gethumidity
    S = Fusing(rhlintemp , "#.#")
    Locate 3 , 12
    Lcd S ; " % "
```

```
    'ambil data temperatur dan display
```

```
    Gettemp
    S = Fusing(tempc , "#.#")
    Locate 2 , 12
    Lcd S ; Chr(2) ; "C "
```

```
    'ambil data waktu rtc
```

```

Gettime

Locate 1 , 12
Lcd Hex(makebcd(_hour)) ; ":" ; Hex(makebcd(_min)) ; ":" ;
Hex(makebcd(_sec))

```

```

'apakah sudah 1 jam berdasarkan data dari rtc?
If Lasthour <> _hour Then
    Tippingbakèt = 0
    S = Fusing(tippingbaket , "#.#")
    Locate 4 , 1
    Lcd S ; " mm/jam "
    Lasthour = _hour
End If

Flagsepertigasec = 0

End If

```

```

'Timer2 = 1 sec ??
If Flag1sec = 1 Then
    Disable Timer2
    Disable Timer1
    Counter_external = Counter1
    Rps = Counter_external / 50
    V = Rps * 0.44
    Rpm = Rps * 60
    S = Fusing(rpm , "#.#")
    Locate 2 , 1
    Lcd S ; " RPM "
    Periode_1sec = 0
    Flag1sec = 0
    Counter1 = 0
    Enable Timer1
    Enable Timer2
End If

```

Loop

```

Int0_isr:
If Arahangin_old < 100 Then
    Nilai_koreksi = 100
Else
    Nilai_koreksi = 0
End If
Return

```

```

Int1_isr:
If Arahangin_old = 0 Then

```

```

    Nilai_koreksi = 100
Else
    Nilai_koreksi = 0
End If
Return

'interruptp terjadi setiap 512 us
' perhitungan, :
'external crystal=4000000
'prescaler=8
'1 kali cacahan timer mempunyai freq=4000000/8=0.5 Mhz
'atau 1 kali cacahantimer memerlukan waktu=2 mikrosecond

'timer 2 mempunyai kapasitas 1 byte(0-255)
'maka timer2 overflow interrupts ini terjadi setiap
siklus=256x2mikrosecond=512 mikrosecond
Timer2_isr:
Incr Periode_1sec
'512x651= 333312 mikrosecond=1/3 second

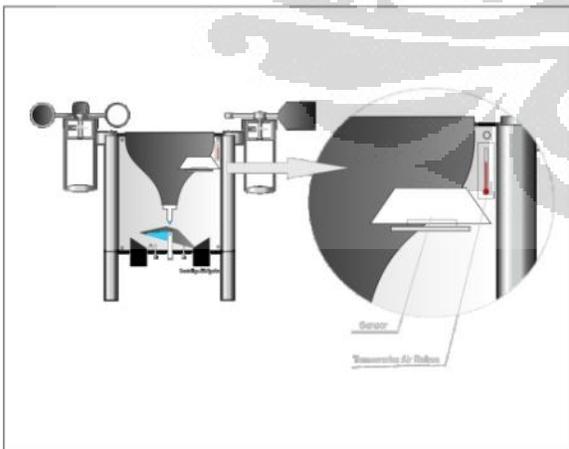
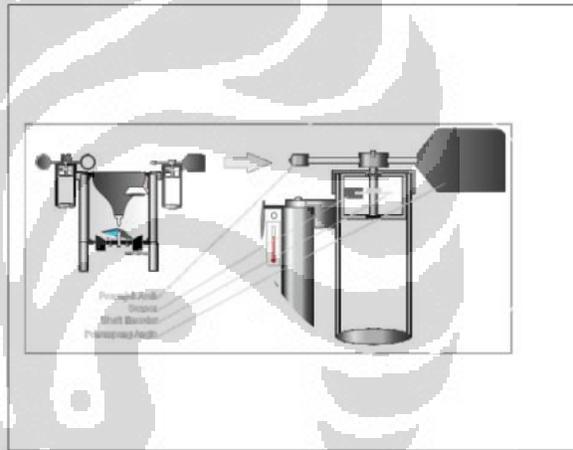
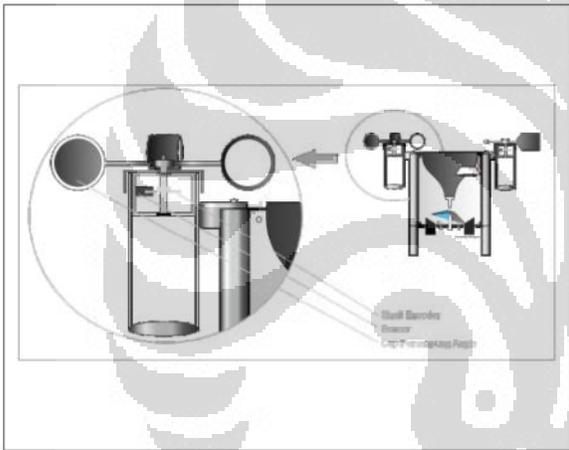
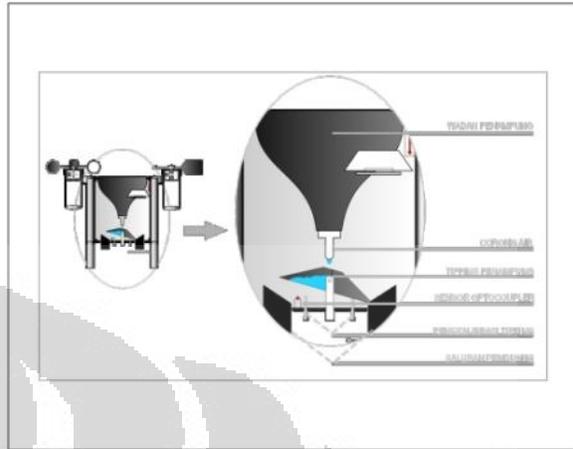
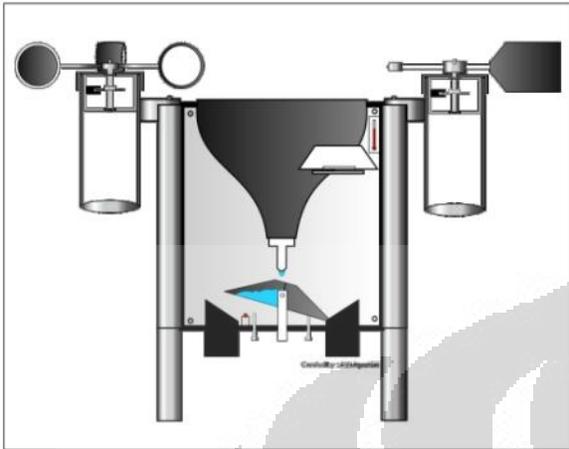
'mencari sisa bagi
Periode_dispsec = Periode_1sec Mod 651
If Periode_dispsec = 0 Then
    Flagepertigasec = 1
Elseif Periode_1sec = 1953 Then
    Flag1sec = 1
End If

Return

```

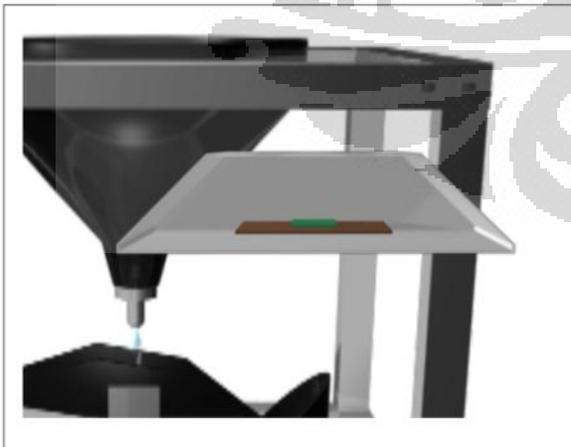
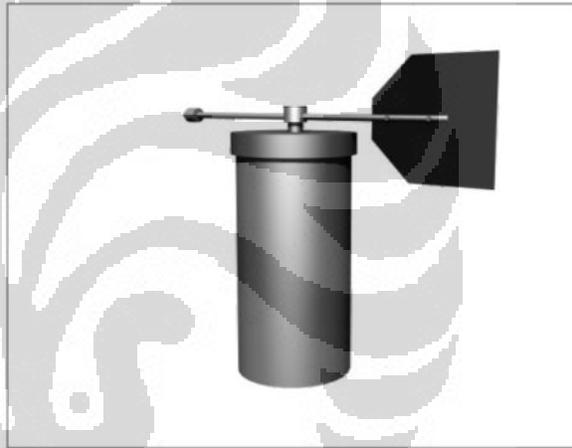
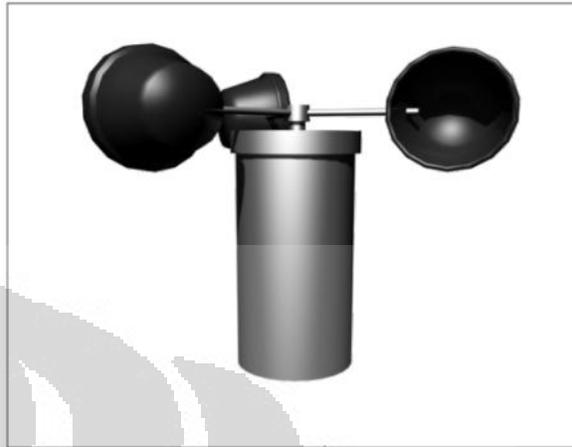
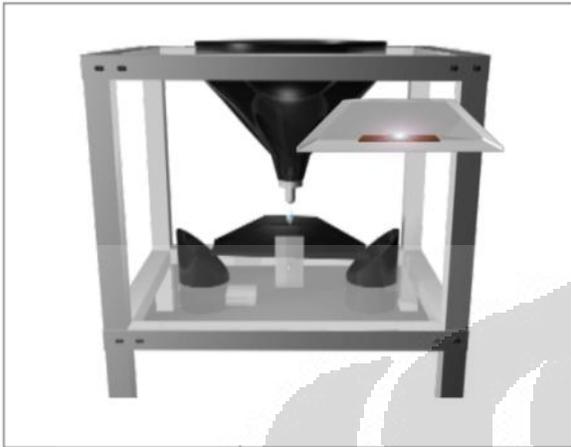


**LAMPIRAN B**  
Gambar Alat Dalam 2 Dimensi





**LAMPIRAN C**  
**Gambar Alat Dalam 3 Dimensi**





**LAMPIRAN D**  
Foto Miniatur Stasiun Cuaca

