



UNIVERSITAS INDONESIA

Sistem Pemantauan Cuaca Berbasis Mikrokontroler H8

SKRIPSI

Rizki Mahmudah

0606068650

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

PROGRAM STUDI FISIKA INSTRUMENTASI

DEPOK

JUNI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

Sistem Pemantauan Cuaca Berbasis Mikrokontroler H8

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains

Rizki Mahmudah

0606068650

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

PROGRAM STUDI FISIKA INSTRUMENTASI

DEPOK


JUNI 2012

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Rizki Mahmudah

NPM : 0606068650

Tanda Tangan : 

Tanggal : 15 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

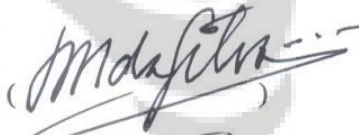
Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Rizki Mahmudah
NPM : 0606068650
Program Studi : Fisika
Judul Skripsi : Sistem Pemantauan Cuaca Berbasis Mikrokontroler H8

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

DEWAN PENGUJI

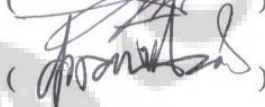
Pembimbing I : Dr. BEF da Silva M.Sc

()

Pembimbing II : Dr. Eng. Supriyanto M.Sc

()

Penguji I : Dr. Prawito

()

Penguji II : Drs. Lingga Hermanto, M.Si

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 31 Mei 2012

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang Maha Sempurna, karena berkat rahmat dan ridhoNya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam selalu disanjungkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, serta kepada keluarga dan para sahabatnya hingga hari akhir nanti.

Laporan tugas akhir berjudul **Sistem Pemantauan Cuaca Berbasis Mikrokontroler H8** ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan dalam menyelesaikan studi S1 Reguler di Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia. Penyelesaian laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari keterkaitan banyak pihak, karena itu ucapan terima kasih yang tidak terkira, penulis haturkan kepada :

1. Kedua orang tua dan ketiga orang kakak penulis, serta om dan tante, yang telah membantu dengan cara yang mungkin tidak penulis kira dan ketahui. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kita semua kelulusan dalam setiap ujianNya.
2. Dr. Supriyanto, sebagai pembimbing dan penasehat. Semoga Allah SWT membalas amal kebaikan yang telah Bapak lakukan.
3. Kak Muchtar S. P., Ilham A., Britantyo W., MAS Alfa JK, 'dik Chery C.P., serta Bung Sukarno, terima kasih atas bimbingan, dukungan, serta berbagai bantuan yang kalian berikan kepada penulis (terima kasih juga untuk dodolnya ^_^). Semoga senyum senantiasa menghiasi wajah kalian, dan semoga Allah SWT memberikan jodoh terbaik yang dapat mendampingi hingga di surga nanti.
4. AcRo, terima kasih telah menjadi teman, guru, sahabat, dan saudara yang terbaik bagi penulis. *You're my best friend, ever. Since the first time we meet, six years ago.* Terimakasih atas pelajaran kesabaran dan kehidupan yang telah diberikan kepada penulis. Semoga Allah senantiasa memberikan kesabaran satu sama lain, rahmat, restu dan ridhoNya, serta menunjukkan yang terbaik bagi kita ke depan.

5. ASAA, yang sempat menjadi kakak, guru, dan teman pulang bagi penulis. Semoga Allah senantiasa memberikan petunjukNya dan mengeratkan silaturahmi yang telah terbina.
6. Khari, Wahyu B.P., Anti, Lisa D., Dian W., Ines, Hendro, Iyan, Taqim, Angga, terima kasih atas dukungan dan kesediaan kalian untuk berbagi selama ini. Jangan sungkan untuk meminta bantuan dari penulis. Semoga Allah SWT semakin mengeratkan silaturahmi di antara kita.
7. Bapak Lingga Hermanto, Bapak Anto Sulaksono, Bapak Dwi Seno K.S, Bapak Aziz Majidi, Bapak Prawito, Bapak BEF da Silva, Bapak Santoso Soekirno, Bapak Tery Mart, serta Bapak Arief S. F., yang telah memberikan dukungan serta bimbingan kepada penulis. Semoga Allah senantiasa melimpahkan rezeki dan cahaya ilmuNya bagi bapak sekalian.
8. Rekan-rekan di CISCO, lab Fisika Lanjutan, dan BMKG (pak Ibnu, mas Wahyu, mas Anto, p Toruan, mas Dian). Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kelulusan dalam setiap ujianNya serta cahaya ilmuNya kepada kita.
9. Staff-staff dan adik-adik di fisika yang tidak bisa disebutkan satu persatu, dan sudah seperti keluarga bagi penulis. Terima kasih atas dukungan kalian. Semoga Allah SWT senantiasa melapangkan rezeki serta cahaya ilmuNya kepada kalian.

Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat menjadi inspirasi bagi rekan-rekan mahasiswa Fisika Instrumentasi yang akan melaksanakan tugas akhir baik seerupa maupun sebagian dengan penulis.

Depok, 15 Juni 2012

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Rizki Mahmudah
NPM : 0606068650
Program Studi : Instrumentasi Elektronika S1
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 Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Seistem Pemantauan Cuaca Berbasis Mikrokontroler H8

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 mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 15 Juni 2012

Yang menyatakan



(Rizki Mahmudah)

Sistem Pemantauan Cuaca Berbasis Mikrokontroler H8

(Weather Monitoring System Based on H8 Microcontroller)

Rizki Mahmudah

Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia

Depok 16424

Abstrak

Sistem pemantauan cuaca otomatis (AWS), telah dibuat untuk memantau cuaca di stasiun cuaca. Sistem dilengkapi oleh 4 buah sensor, yaitu : MPXAZ4115A untuk mengukur tekanan udara, SHT11 untuk mengukur suhu udara dan kelembaban relatif, serta optocoupler untuk mengukur kecepatan angin. Data dari sensor kemudian akan diolah di dalam mikrokontroler, lalu ditampilkan secara *real time* melalui GUI (*Graphic User Interface*) dengan bahasa pemrograman Python 2.6. Mikrokontroler yang digunakan dalam sistem ini yaitu H8-3069F. Akses atau pengiriman data dilakukan menggunakan kabel yang terhubung ke komputer yang terletak di stasiun cuaca terdekat. Setiap data yang masuk akan tersimpan dalam bentuk file csv (*comma, separated, values*).

Kata kunci: AWS, H8-3069F, Python, csv.

Abstract

A weather monitoring system has been designed to enable observers to monitor weather parameters in weather station. This system is commonly referred to as AWS (Automatic Weather Station), which is an amalgamation of several of the sensors. This study used four sensors namely : air pressure, temperature, air humidity and wind speed. Data from sensors will then be processed in the microcontroller, and then displayed in real time via the GUI (Graphic User Interface) with Python 2.6 programming language. Microcontroller used in this system is H8-3069F. Access or data transfer can be done using cable that has been connected to the computer that placed in the nearest weather station. Each incoming data is stored in the form of a csv file (comma, separated, values).

Key words : AWS, H8-3069F, Python 2.6, csv.

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	i
Kata Pengantar	ii
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan (<i>Importance of Studies</i>)	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Metodologi Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TEORI DASAR	6
2.1 Unsur Cuaca dan Iklim	6
2.2 Mikrokontroler	8
2.3 AWS (<i>Automatic Weather Station</i>)	14
2.4 Sensor Tekanan Udara MPXAZ4115A	16
2.5 Sensor Suhu dan Kelembaban SHT11	18
2.6 Sensor Kecepatan Angin WS40	19
BAB 3 PERANCANGAN ALAT	21
3.1 Perangkat Keras	21
3.1.1 Rangkaian Sensor	21
3.1.2 Rangkaian Mikrokontroler	24

3.2 Perangkat Lunak	25
3.2.1 Mikrokontroler H8	25
3.2.2 Antarmuka Sistem AWS	25
BAB 4 UJI COBA ALAT	27
4.1 Perangkat Keras	27
4.1.1 Kalibrasi Sensor	27
4.1.2 Pengolahan Data AWS	30
4.1.3 Proses Pengiriman Data	36
4.2 Perangkat Lunak	36
BAB 5 ANALISIS	38
BAB 6 PENUTUP	42
6.1 Kesimpulan	42
6.2 Saran	42
DAFTAR ACUAN	43
LAMPIRAN	45
A. Data Kalibrasi Tekanan Udara	45
B. Data Kalibrasi Kecepatan Angin	47
C. Contoh Data Pengukuran selama 4 Hari dengan Rentang 1 Detik	48
D. Contoh Data Pengukuran selama 4 Hari dengan Rentang 5 Menit	49
E. Diagram Alir Perangkat Keras dan Perangkat Lunak AWS	73
F. Program Bahasa C AWS	75

Daftar Gambar

Gambar 1.1	Diagram blok sistem	3
Gambar 1.2	Diagram alir langkah-langkah penelitian	4
Gambar 2.1	Perkembangan mikrokontroler keluarga H8	9
Gambar 2.2	Perkembangan mikrokontroler yang menggunakan mikroprosesor H8-300H	9
Gambar 2.3	<i>Minimum system</i> mikrokontroler H8-3069F	10
Gambar 2.4	Fitur-fitur pada mikrokontroler H8-3069F	11
Gambar 2.5	Memori <i>map mode single-chip</i>	13
Gambar 2.6	Perangkat AWS	15
Gambar 2.7	Skematik sensor tekanan untuk <i>unibody package</i> dan <i>small outline package</i>	16
Gambar 2.8	Cross-Sectional Diagram MPX4115A	17
Gambar 2.9	Power supply decoupling dan filter output yang direkomendasikan untuk MPX4115A	17
Gambar 2.10	Sinyal keluaran MPX4115A relatif terhadap tekanan udara	18
Gambar 2.11	Modul SHT11	19
Gambar 2.11	ENVIRONDATA <i>Wind speed sensor</i> model WS31	20
Gambar 3.1	Rangkaian blok diagram konektor dari masing-masing sensor ke mikrokontroler	22
Gambar 3.2	Rangkaian operasi MPXAZ4115A ke mikrokontroler H8-3069F	22
Gambar 3.3	Rangkaian operasi modul SHT11 ke mikrokontroler H8-3069F..	23
Gambar 3.4	Rangkaian operasi anemometer ke mikrokontroler H8-3069F ...	24

Gambar 3.2	Tampilan dasar dari GUI dengan Python 2.6	26
Gambar 4.1	Grafik kalibrasi tekanan udara	28
Gambar 4.2	Perbandingan bacaan suhu SHT11 dengan Termometer Digitales Temperatur Messgeraet	28
Gambar 4.3	<i>Wind tunnel</i> untuk kalibrasi anemometer	29
Gambar 4.4	Grafik kalibrasi anemometer menggunakan <i>wind tunnel</i>	30
Gambar 4.5	Posisi peletakan AWS saat dilakukan pengambilan data	31
Gambar 4.6	Hasil plot data tekanan udara terhadap waktu yang diambil selama 12 jam	31
Gambar 4.7	Hasil plot data tekanan udara terhadap waktu yang diambil selama 4 hari	31
Gambar 4.8	Hasil plot data temperatur udara terhadap waktu yang diambil selama 12 jam	32
Gambar 4.9	Hasil plot data temperatur udara terhadap waktu yang diambil selama 4 hari	32
Gambar 4.10	Hasil plot data kelembaban relatif terhadap waktu yang diambil selama 12 jam	33
Gambar 4.11	Hasil plot data kelembaban relatif terhadap waktu yang diambil selama 4 hari	33
Gambar 4.12	Hasil plot data kecepatan angin terhadap waktu yang diambil selama 12 jam	34
Gambar 4.13	Hasil plot data kecepatan angin terhadap waktu yang diambil selama 4 hari	34
Gambar 5.1	Tampilan GUI saat akuisisi data berlangsung	41

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Spesifikasi suhu dan kelembaban relatif dari SHT11	19
Tabel 3.1	Nomor pin MPX4Z4115A	22
Tabel 3.2	Nomor pin modul SHT11	23
Tabel 3.3	Nomor pin modul anemometer	24
Tabel 4.1	Tekanan udara atmosfer berdasarkan level lapisan udara	35



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan cuaca di bumi kadang dapat diprediksi kadang pula tidak. Untuk itu perlu adanya sistem pemantauan yang dapat mencatat setiap perubahan yang terjadi secara berkala, serta mengolah dan menganalisa data secara cepat dan efisien. Untuk memantau adanya perubahan cuaca dapat digunakan berbagai macam peralatan, mulai dari yang manual dengan alat-alat ukur konvensional dengan sistem pencatatan data satu per satu yang langsung dilakukan oleh peneliti di lapangan sampai dengan elektronik dengan sistem pencatatan data yang otomatis dan dapat dilakukan dari jarak jauh.

Hingga saat ini, perkembangan alat-alat elektronika di berbagai bidang sudah sangat pesat. Tidak terkecuali dengan bidang klimatologi. Mulai dari pengembangan sensor-sensor yang digunakan, sistem akuisisi, sampai dengan sistem pemantauan yang digunakan semuanya terus dikembangkan sehingga dapat memudahkan peneliti untuk mengamati setiap parameter cuaca yang ada.

AWS (*Automatic Weather Station*) atau stasiun cuaca otomatis, merupakan salah satu pengembangan dari sistem pemantauan cuaca yang ada. AWS adalah suatu sistem terpadu yang merupakan penggabungan dari beberapa sensor yang digunakan untuk memantau parameter-parameter cuaca yang ada. AWS yang digunakan oleh instansi pemerintahan yang bertugas memantau cuaca seperti BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) saat ini masih merupakan produk buatan luar negeri yang harganya masih terbilang mahal. Karena itu, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai sensor-sensor serta sistem pemantauan cuaca yang sekarang digunakan agar nantinya dapat mulai menggunakan AWS buatan sendiri dengan kualitas dan keakurasian data yang baik.

1.2 Tujuan (*Importance of Studies*)

Tujuan penelitian ini antara lain:

- a. Mengaplikasikan mikrokontroler H8-3069F dalam sistem pengukuran cuaca.
- b. Membuat suatu sistem cuaca terintegrasi yang terdiri dari empat parameter cuaca, yaitu : tekanan dengan sensor MPXAZ4115, suhu dan kelembaban dengan sensor SHT11, serta kecepatan angin dengan optocoupler (*U-interrupt*).
- c. Membuat sistem yang dapat memudahkan pengamat dalam menganalisa parameter-parameter cuaca yang ada.
- d. Membuat suatu sistem cuaca terintegrasi yang dapat dikontrol dan dipantau dari jarak jauh menggunakan GUI berbasis Python 2.6.

1.3 Pembatasan Masalah

Penulis membatasi penelitian untuk tugas akhir ini pada empat parameter cuaca yang digunakan serta penggunaan mikrokontroler H8-3069F sebagai media akuisisi data yang dihasilkan oleh masing-masing sensor. Adapun empat parameter cuaca yang digunakan berupa tekanan dengan sensor MPXAZ4115, suhu dan kelembaban dengan sensor SHT11, serta kecepatan angin dengan optocoupler (*U-interrupt*). GUI (*Graphical User Interface*) dengan bahasa pemrograman Python 2.6 dapat berfungsi sebagai sarana untuk memantau data yang dihasilkan oleh masing-masing sensor, baik dalam bentuk angka maupun grafik.

1.4 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan antara lain:

- a. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan merupakan langkah awal untuk memperoleh teori dasar yang digunakan penulis sebagai sumber penulisan skripsi. Informasi dan pustaka yang berkaitan dengan masalah ini diperoleh dari penjelasan yang diberikan oleh dosen pembimbing, sumber internet, bahan jurnal, datasheet,

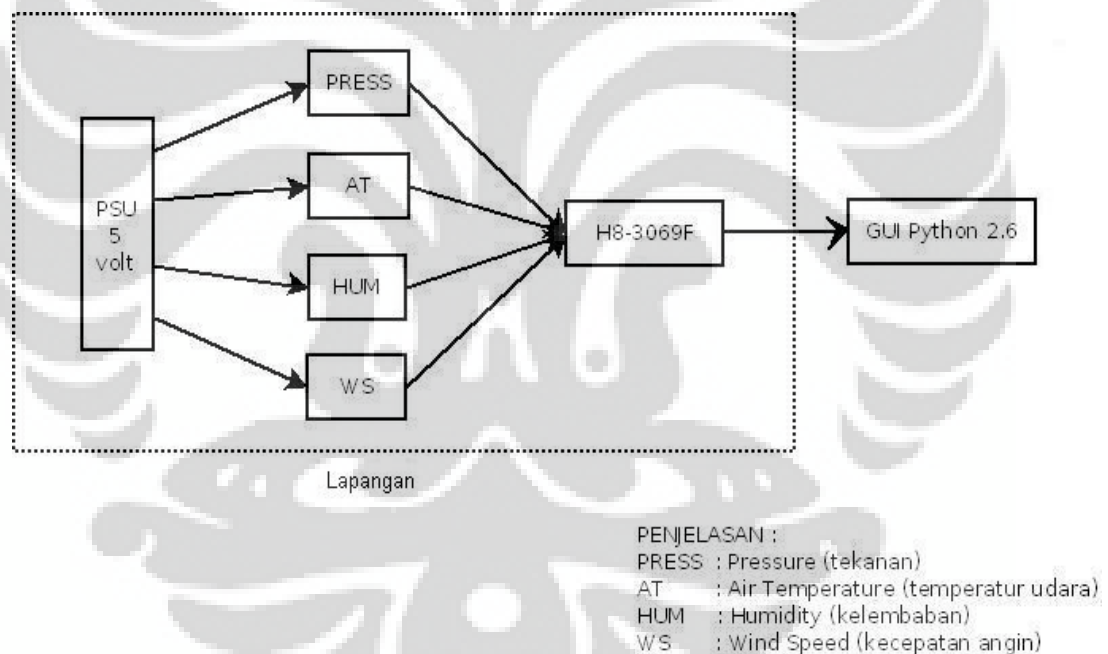
dan buku-buku yang berhubungan dengan tugas akhir penulis.

b. Eksperimen

Eksperimen yang meliputi pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang nantinya akan digunakan untuk memperoleh data cuaca. Diagram blok sistem yang dibuat secara garis besar terdapat pada Gambar 1.1.

c. Metode Analisis

Metode analisis ini merupakan pengamatan dan pembahasan terhadap data yang diperoleh dari hasil pengambilan di lapangan serta keterkaitan masing-masing parameter cuaca dengan kondisi fisis yang mungkin berpengaruh terhadap sistem.



Gambar 1.1 Diagram blok sistem

Berikut merupakan diagram alir kegiatan penelitian secara garis besar :



Gambar 1.2 Diagram alir langkah-langkah penelitian

Penjelasan diagram alir penelitian :

1. Penelitian tentang sensor-sensor yang digunakan
Sensor-sensor yang digunakan, masing-masing terdiri dari satu unit. Sensor-sensor tersebut yaitu : sensor tekanan udara dengan MPXAZ4115, temperatur udara dan kelembaban dengan SHT11, dan kecepatan angin dengan optocoupler (U-interrupt).
2. Pembuatan perangkat keras
Pembuatan rancangan rangkaian pada papan PCB dan wadah (*casing*) dari sensor-sensor yang dipergunakan perlu diperhitungkan. Salah satu tujuannya agar dapat meminimalisir penggunaan kabel.
3. Pemrograman H8-3069F
Pemrograman yang dilakukan meliputi keseluruhan program yang akan digunakan yang berlangsung di mikrokontroler. Mulai dari pemberian perintah pada masing-masing sensor untuk mengirimkan data, mengakuisisi data yang masuk dari sensor, sampai dengan pengalamatan pengiriman data selanjutnya melalui serial.

4. Pembuatan GUI dengan Python 2.5

Pemrograman yang dilakukan meliputi tampilan data di komputer dan juga sistem penyimpanan data dalam bentuk file.csv dengan bahasa pemrograman Python 2.6

5. Pembahasan dan analisis

Hasil dari seluruh kegiatan penelitian yang telah dilakukan akan dibahas dan dianalisis untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab yang secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut :

- Bab 1 Pendahuluan. Membahas latar belakang, tujuan, pembatasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan dari penelitian yang dilakukan.
- Bab 2 Teori Dasar. Membahas secara garis besar teori dasar tentang komponen-komponen yang digunakan pada penelitian.
- Bab 3 Perancangan Alat. Membahas khusus mengenai perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan pada sistem pemantauan cuaca.
- Bab 4 Uji Coba Alat. Membahas tentang hasil kalibrasi sensor yang telah dilakukan, perolehan data dan grafik, hingga munculnya data pada GUI.
- Bab 5 Analisis. Berisi penjelasan mengenai hasil analisa dari penelitian yang telah dilakukan.
- Bab 6 Penutup. Berisi kesimpulan-kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran yang mendukung penelitian agar dapat diperoleh hasil yang lebih baik di masa yang akan datang.

BAB 2

TEORI DASAR

2.1 Unsur Cuaca dan Iklim

Cuaca merupakan keadaan udara pada saat tertentu, di suatu wilayah tertentu yang relatif sempit, dan pada jangka waktu yang singkat. Cuaca terbentuk dari gabungan beberapa unsur cuaca, dan cuaca memiliki jangka waktu hanya beberapa jam. Misal : pagi, siang, atau sore hari. Selain itu, keadaan cuaca dapat berbeda-beda untuk setiap tempat dan setiap jamnya [1]. Iklim sendiri merupakan keadaan cuaca rata-rata dalam waktu satu tahun yang peninjauannya dilakukan dalam waktu yang lama (\pm minimal 30 tahun) dan meliputi wilayah yang luas. Iklim dapat terbentuk karena adanya :

- a. Rotasi dan revolusi bumi sehingga terjadi pergeseran semu harian matahari dan tahunan.
- b. Perbedaan lintang geografi dan lingkungan fisis. Perbedaan ini menyebabkan timbulnya penyerapan panas matahari oleh bumi sehingga besar pengaruhnya terhadap kehidupan di bumi.

Beberapa unsur yang mempengaruhi keadaan cuaca dan iklim pada suatu daerah atau wilayah, antara lain : tekanan udara, suhu udara, kelembaban, dan kecepatan udara.

Tekanan udara adalah suatu gaya yang timbul akibat adanya berat dari lapisan udara. Nilai tekanan udara pada suatu tempat, pada saat yang berbeda dapat berubah-ubah. Misal, semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, akan semakin rendah tekanan udaranya. Tekanan rata-rata untuk wilayah permukaan laut adalah 101.325 kPa (1013.25 mbar atau hPa) atau 760 mmHg [2].

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul. Selama 24 jam, suhu udara selalu mengalami perubahan. Di atas lautan, perubahan suhu berlangsung lebih perlahan dari pada di atas daratan. Variasi suhu pada permukaan laut kurang dari 1°C, dan dalam keadaan tenang, variasi suhu udara dekat laut hampir sama. Sebaliknya, di atas daerah kontinental dan padang pasir,

perubahan suhu udara siang dan malam mencapai 20°C . Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu udara suatu daerah antara lain [3] :

- a. Sudut datang sinar matahari
- b. Tinggi rendahnya tempat
- c. Angin dan arus laut
- d. Lamanya penyinaran
- e. Awan

Kelembaban udara adalah banyaknya kandungan uap air di atmosfer. Sedang udara atmosfer sendiri merupakan campuran dari udara kering dan uap air. Ada beberapa cara untuk menentukan uap air, antara lain [4] :

- a. Tekanan uap, yaitu tekanan parsial dari uap air. Dalam fase gas, uap air di dalam atmosfer dianggap seperti gas sempurna (ideal).
- b. Kelembaban mutlak, yaitu merupakan masa air yang terkandung dalam satu satuan volume udara lengas.
- c. Kelembaban spesifik, merupakan massa uap air per satuan massa udara basah.
- d. Kelembaban nisbi (RH), merupakan perbandingan nisbah percampuran dengan nilai jenuhnya yang dinyatakan dalam %.

Besaran yang sering dipakai untuk menyatakan kelembaban udara adalah kelembaban nisbi, yang biasanya diukur menggunakan higrometer. Kelembaban nisbi berubah sesuai tempat dan waktu. Pada siang hari kelembaban nisbi berangsur-angsur turun, kemudian pada sore hari sampai menjelang pagi, akan bertambah besar.

Angin merupakan udara yang bergerak dari daerah bertekanan udara tinggi ke daerah yang tekanan udaranya lebih rendah. Kecepatan angin ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- a. Besar kecilnya gradien barometrik
- b. Ralief permukaan bumi
- c. Ada tidaknya tumbuh-tumbuhan

- d. Tinggi dari permukaan tanah

2.2 Mikrokontroler

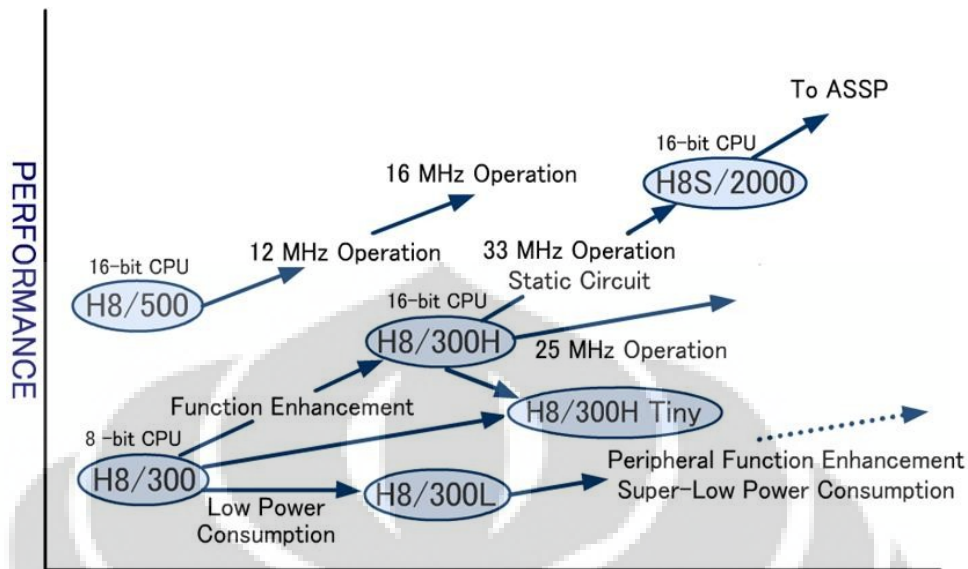
Mikrokontroler adalah sebuah piranti elektronika digital yang terintegrasi dalam sebuah *chip* yang tersusun dari mikroprosesor dan piranti pendukungnya [5]. Ada perbedaan yang cukup penting diperhatikan antara mikroprosesor dan mikrokontroler. Mikroprosesor merupakan CPU (*Central Processing Unit*) tanpa memori dan I/O pendukung dari sebuah komputer, sedangkan di mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU, memori, RAM, I/O tertentu dan unit pendukung seperti ADC (*Analog to Digital Converter*) yang sudah terintegrasi dalam mikrokontroler tersebut [6].

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini yaitu H8-3069F. Berbagai seri H8 telah banyak digunakan sebagai sarana edukasi perguruan tinggi di Jepang. Gambar 2.1 merupakan tampilan dari mikrokontroler H8-3069F yang sudah menjadi sebuah *minimum system*, sedang Gambar 2.2 menunjukkan fitur-fitur pada mikrokontroler H8-3069F [7].

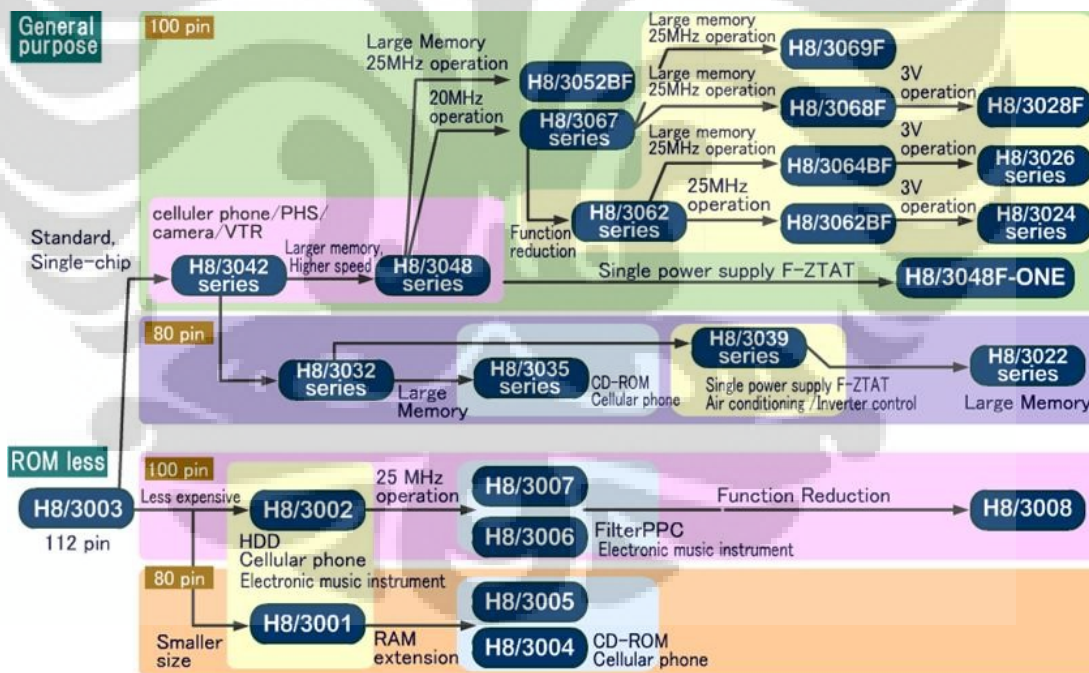
Perkembangan Mikrokontroler H8

Seri H8-300H adalah *single-chip microcomputer* berkemampuan tinggi yang mempunyai sebuah CPU (*Central Processing Unit*) 16 bit sebagai prosesornya. Gambar 3.1 menunjukkan bagaimana seri H8 berkembang. Seri H8 dibagi menjadi dua grup. Grup pertama adalah seri H8-500, yang menggunakan CPU 16 bit. Grup kedua adalah seri h8-300, yang menggunakan CPU 8 bit. Produk dari seri ini umumnya digunakan sebagai *single-chip microcomputer*. Seri H8-300H yang merupakan pengembangan dari h8-300, menggunakan CPU 16 bit dan memungkinkan koneksi memori hingga 16 Mega Byte. Produk dari seri ini tidak hanya digunakan sebagai *single-chip microcomputer*, tetapi juga dapat digunakan sebagai *multi-chip microcomputer* yang memungkinkan penambahan memori eksternal. Seri h8s-2000 dikembangkan dengan menambah instruksi dari seri h8-300H. h8s-2000 lebih stabil dan memungkinkan operasi berkecepatan tinggi sampai 33 MHz. Pada daftar H8 juga terdapat seri h8-300L yang merupakan versi *low power consumption* dari seri h8-300. Selain itu juga terdapat seri h8-300H Tiny yang

merupakan versi *compact* dari seri h8-300H. Mikrokontroler seri h8-300H ini umumnya digunakan sebagai sarana edukasi perguruan tinggi di Jepang.



Gambar 2.1 Perkembangan mikrokontroler keluarga H8

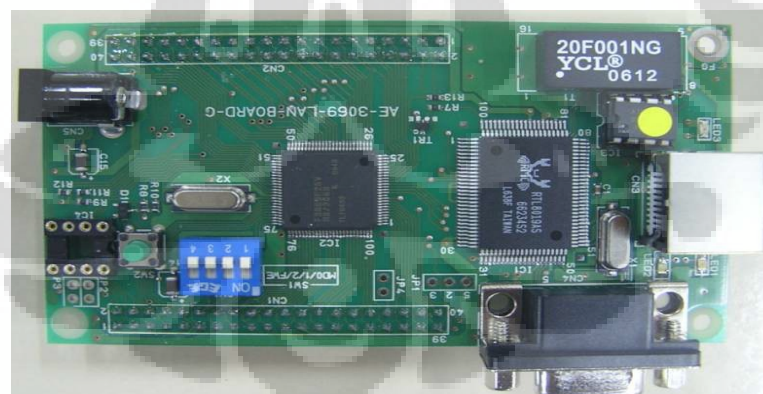


Gambar 2.2 Perkembangan mikrokontroler yang menggunakan mikroprosesor H8-300H

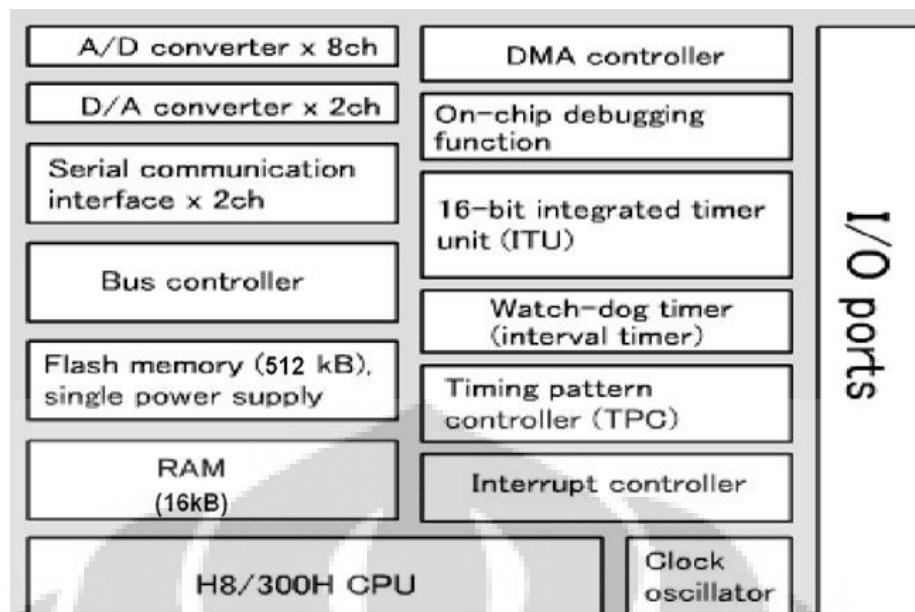
Gambar 2.2 menunjukkan perkembangan dari seri h8-300H dan bidang aplikasi serta fitur-fiturnya. Produk pertama dari seri h8-300H adalah h8-3003. h8-3003 tidak bisa

digunakan sebagai *single-chip microcomputer* karena tidak memiliki ROM (*Read Only Memory*) di dalamnya. h8-3042 mempunyai ROM dan bisa digunakan sebagai *single-chip microcomputer*. h8-3069F adalah versi pengembangan dari pendahulunya. h8-3069F telah memiliki memori yang diperbesar untuk peningkatan kecepatan. FZTAT mengindikasikan bahwa *flash* memori telah terintegrasi di dalamnya. Tipe *flash* memori ini adalah EEPROM yang berarti dapat dihapus secara elektrik dan diprogram kembali. *Register-register* seperti pada telepon selular atau alat-alat lainnya telah tertulis di *flash* memori. Karena *flash* memori adalah ROM maka data yang disimpan tidak akan hilang walaupun catu dayanya telah dimatikan. Pada pengembangannya terdapat berbagai macam produk dengan fungsi, kapasitas memori, harga dan kecepatan operasi yang beragam.

h8-3069F adalah salah satu mikrokontroler yang menggunakan prosesor h8-300H. h8-3069F mempunyai sebuah *writable flash* memori internal yang menggunakan catu daya tunggal 5 Volt. Perbedaan dengan keluarga mikrokontroler H8 yang memakai prosesor h8-300H lainnya adalah kapasitas ROM, RAM dan fitur-fiturnya. Namun, pada umumnya fitur-fitur pada keluarga mikrokontroler H8 serupa. Gambar 2.3 merupakan *minimum system* mikrokontroler H8-3069F yang digunakan pada penelitian ini. Sedang Gambar 2.4 menunjukkan fitur-fitur pada mikrokontroler h8-3069F.



Gambar 2.3 *Minimum system* mikrokontroler H8-3069F



Gambar 2.4 Menunjukkan fitur-fitur pada mikrokontroler H8-3069F

FITUR-FITUR CPU

CPU 16 bit yang berperan sebagai *general-purpose register* dilengkapi dengan 16 bit x 16 *general-purpose register* dan tersedia juga dalam 8 bit x 8 + 16 bit x 16 atau 32 bit x 8. Mikrokontroler h8-3069F memiliki CPU berkecepatan tinggi. Frekuensi maksimumnya adalah 25 MHz. Fungsi penambahan atau pengurangan dapat dieksekusi dalam 80 ns dan perkalian atau pembagian dieksekusi dalam 560 ns. Operasi CPU berbasis pada sinyal *clock*, semakin tinggi frekuensi sinyal *clock* maka semakin cepat operasinya. Waktu dari pulsa sinyal *clock* 25 Mhz adalah 0,04 μ s (40 ns), yang disebut "1 state". Penambahan atau pengurangan diselesaikan dalam "2 state" sedangkan perkalian atau pembagian diselesaikan dalam "14 state". Selain itu CPU ini juga dilengkapi dengan ruang *address* maksimum sebesar 16 MB.

FUNGSI SEBAGAI SINGLE-CHIP DAN MULTI-CHIP

Mikrokontroler ini dapat difungsikan sebagai *single-chip microcomputer* karena tersedia internal ROM, RAM dan fungsi I/O pada CPU. Mikrokontroler ini juga dapat difungsikan sebagai *multi-chip microcomputer* saat terjadi penambahan memori.

ROM INTERNAL

Mikrokontroler ini mempunyai *flash memory* 512 KB yang dapat dioperasikan dengan sebuah catu daya 5 Volt.

RAM INTERNAL

Mikrokontroler ini mempunyai RAM internal 16 KB.

I/O PORT

I/O *port* dapat digunakan sebagai masukan status *on/off* atau masukan sinyal dari berbagai sensor. Saat I/O *port* digunakan sebagai keluaran, mikrokontroler dapat diatur untuk mengontrol kedipan lampu atau mengontrol saklar *on/off* dari motor atau pemanas.

SCI (SERIAL COMMUNICATION INTERFACE) INTERNAL

Terdapat 3 kanal SCI internal dan ketiganya mempunyai fungsi yang sama. Mode dari SCI ini adalah sinkron dan asinkron. SCI mikrokontroler ini juga mempunyai komunikasi multiprosesor dengan dua atau lebih prosesor. SCI juga dapat dihubungkan dengan *smart card interface* dengan mengubah *setting* pada *register* CPU.

TIMER INTERNAL

Terdapat 3 kanal *timer* internal 16 bit dan 4 kanal *timer* internal 8 bit. Kanal 0 dan kanal 1 pada *timer* 16 bit mempunyai fungsi yang sama, sedangkan kanal 2 mempunyai *register* sendiri pada CPU. *Timer* 8 bit dibagi menjadi dua grup dengan masing-masing dua kanal. Grup 0 terdiri dari kanal 0 dan kanal 1, dan grup 1 terdiri dari kanal 2 dan kanal 3.

TPC (TIMMING PATTERN CONTROLLER) INTERNAL

h8-3069F mempunyai TPC yang menyediakan keluaran pulsa dengan berbasis *timer* 16 bit. Pulsa keluaran dari TPC dibagi menjadi grup 4 bit (grup 3 sampai grup 0) yang dapat beroperasi secara serempak dan independen.

WDT (WATCH DOG TIMER) INTERNAL

WDT dapat dioperasikan untuk mengawasi jalannya program, atau hanya sebagai interval *timer*. Ketika WDT digunakan, WDT akan membangkitkan sinyal

reset pada *chip* h8-3069F bila sistem *crash*.

ADC (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER) INTERNAL

H8-3069F memiliki ADC internal 8 kanal dengan resolusi 10 bit. 8 kanal masukan analog dibagi menjadi dua grup yaitu grup 0 dan grup 1. AV_{CC} dan AV_{SS} adalah catu daya sirkuit analog pada ADC, dan V_{REF} adalah tegangan referensi.

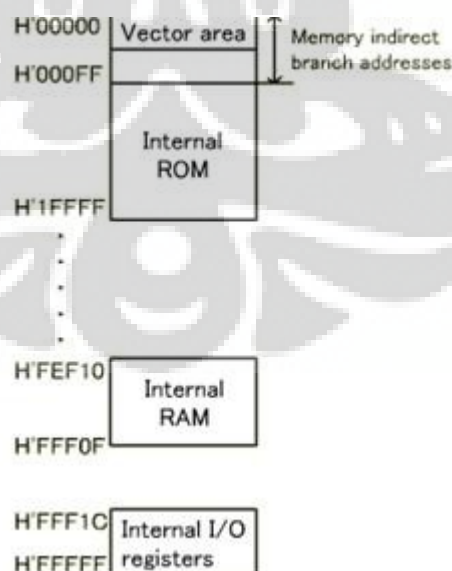
DAC (DIGITAL TO ANALOG CONVERTER) INTERNAL

H8-3069F memiliki DAC internal 2 kanal dengan resolusi 8 bit. Tegangan keluarannya berkisar antara 0 V sampai V_{REF} . Pengaturan DAC ini diatur pada sebuah *register* di CPU.

DMAC INTERNAL

4 kanal DMAC digunakan untuk transfer data berkecepatan tinggi. DMAC memungkinkan transfer data lebih cepat dari penggunaan CPU. Umumnya digunakan dengan sebuah *timer* dan fungsi komunikasi lainnya.

h8-3069F dapat digunakan sebagai mikrokomputer *single-chip*. Pada kondisi ini, hanya memori internal yang dapat digunakan. Gambar 2.5 menunjukkan memori map pada mode *single-chip*. Pada mode ini alamat memori diekspresikan dengan notasi 5 digit heksadesimal.



Gambar 2.5 Memori *map* mode *single-chip*

2.3 AWS (*Automatic Weather Station*)

Automatic Weather Station (AWS) didefinisikan sebagai stasiun meteorologi yang melakukan pengamatan dan mengirim secara otomatis (WMO,1992a) [9].

Menurut penyajian data, aws dapat dikelompokkan menjadi :

Real-time AWS : suatu stasiun cuaca yang menyajikan data secara real time kepada pengguna, pada umumnya aws ini dilengkapi dengan sistem komunikasi serta alarm untuk memberikan peringatan kepada pengguna jasa bila terjadi kondisi cuaca ekstrim seperti badai, hujan lebat, suhu tinggi dan sebagainya.

Off-time AWS: stasiun cuaca yang hanya merekam data serta menyimpan pada media penyimpanan dan menampilkan data aktual, data yang tersimpan dapat didownload sewaktu-waktu sesuai keperluan [10].

Pada umumnya AWS dilengkapi dengan beberapa sensor antara lain :

- a. Termometer untuk mengukur suhu
- b. Anemometer untuk mengukur Arah dan Kecepatan angin
- c. Hygrometer untuk mengukur Kelembaban
- d. Barometer untuk mengukur Tekanan Udara
- e. Rain gauge untuk mengukur Curah Hujan
- f. Pyranometer untuk mengukur Penyinaran Matahari

Data hasil pengukuran dari masing-masing AWS dapat diproses secara lokal pada lokasi AWS itu sendiri atau dikumpulkan pada unit pusat data akuisisi, kemudian data yang dikumpulkan secara otomatis diteruskan ke pusat pengolahan data untuk 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).

Automatic weather station digunakan untuk meningkatkan jumlah dan keandalan pengamatan cuaca permukaan melalui:

- a. Peningkatkan densitas ketersediaan data secara khusus pada lokasi yang susah dijangkau (stasiun tak berawak).

- b. Pelengkap pada stasiun cuaca berawak bila ada kondisi tidak ada pengamatan akibat sesuatu hal.
- c. Meningkatkan reliabilitas pengukuran dengan teknologi canggih dan moderen.
- d. Menjamin homogenitas dari jaringan dengan menstandarisasi tehnik pengukuran.
- e. Memenuhi persyaratan dan kebutuhan pengamatan baru
- f. Mengurangi kesalahan manusia (*human error*).
- g. Menekan biaya operasional.
- h. Meningkatkan frekuensi atau kontinuitas pengamatan serta pelaporan.

Pemanfaatan aws saat ini disesuaikan dengan penggunaannya seperti: stasiun meteorologi *synoptic*, stasiun meteorologi penerbangan, stasiun meteorologi pertanian, hidrologi, stasiun meteorologi maritim, dan juga pada suatu area olah raga seperti panahan, balapan dan sebagainya sehingga AWS menjadi stasiun cuaca multi guna. Gambar 2.6 merupakan salah satu contoh perangkat AWS.



Gambar 2.6 Perangkat AWS

2.4 Sensor Tekanan Udara MPXAZ4115A

Spesifikasi dasar sensor MPXAZ4115A antara lain sebagai berikut [11]:

- a. Akurasi : $\pm 1,5 \% V$

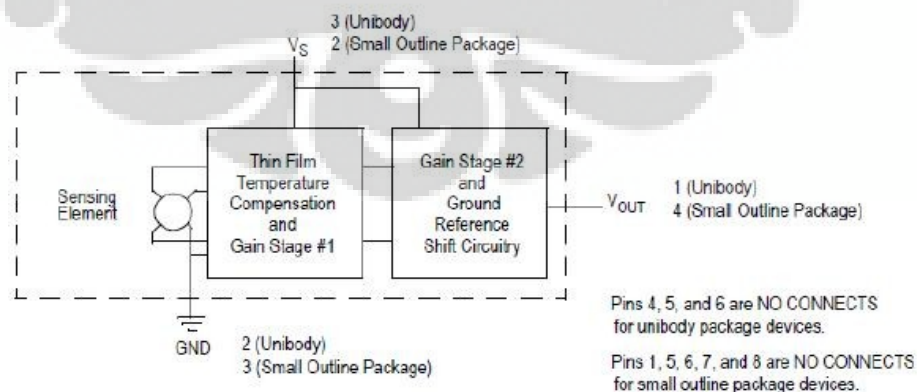
Full Scale Span (VFSS) adalah the algebraic difference antara tegangan output disaat tekanan *full rated* dan tegangan output pada saat tekanan minimum (minimum rated pressure).

- b. Sensifitas : 46 mV/kPa

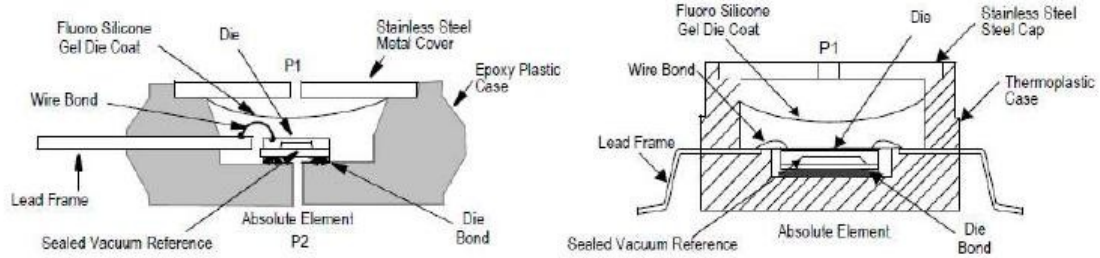
- c. Waktu respon : 1 ms

Keluaran dari sensor MPXAZ4115A berupa sinyal analog, sehingga harus diubah dulu dengan ADC sebelum akhirnya menjadi masukan bagi mikrokontroler. Gambar 2.7 menunjukkan skematik bagian dalam sensor MPXAZ4115A.

Sensor ini memiliki dua sisi. Sisi pertama merupakan sisi tekanan dan sisi kedua merupakan vakum. Sensor dirancang untuk beroperasi dengan tegangan diferensial positif. Gambar 2.8 merupakan ilustrasi *absolute sensing chip* pada *basic chip carrier* (Case 867) dan *small outline chip carrier* (Case 482). Sebuah gel fluorosilicone mengisolasi permukaan mata dadu (*die surface*) dan *wire bonds* dari lingkungan, sementara itu sinyal udara yang diijinkan untuk dikirimkan ke diafragma sensor. Seri sensor tekanan udara MPX415A memiliki karakteristik operasi dan ketahanan internalnya dan tes kualifikasi berdasarkan penggunaan udara kering sebagai media tekanan. Media selain tekanan udara memungkinkan performa sensor menjadi kurang baik dan tahan lama.

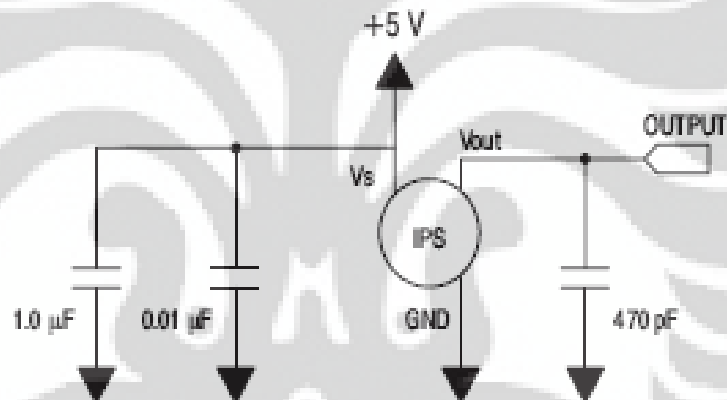


Gambar 2.7 Skematik sensor tekanan untuk *unibody package* dan *small outline package*

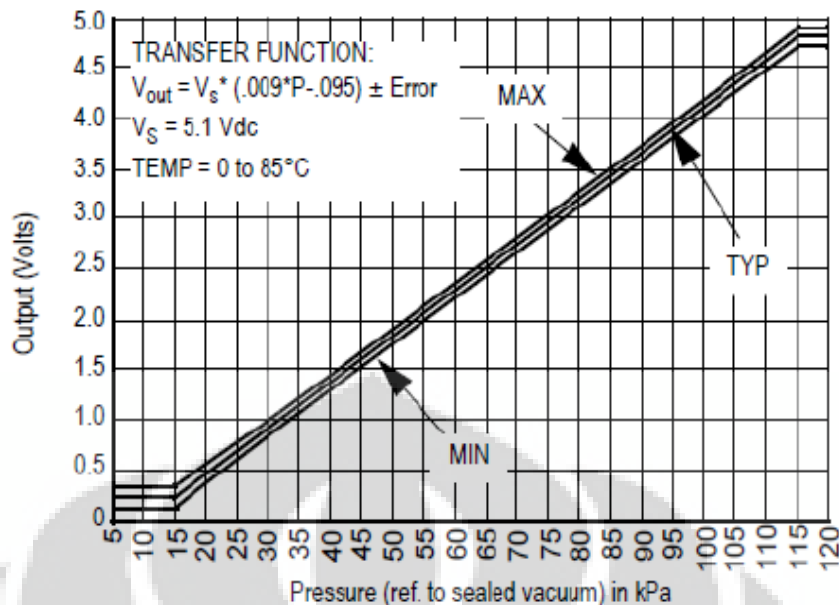


Gambar 2.8 Cross-Sectional Diagram MPX4115A

Rangkaian decoupling yang direkomendasikan sebagai interfacing output dari sensor yang terintegrasi dengan input A/D dari mikrokontroler ditunjukkan oleh Gambar 2.9. Sedang Gambar 2.10 merupakan sinyal keluaran relatif terhadap input tekanan. Secara khusus, kurva output minimum dan maksimum ditunjukkan untuk operasi temperatur 0°C hingga 85°C dengan menggunakan rangkaian decoupling pada Gambar 2.6.



Gambar 2.9 Power supply decoupling dan filter output yang direkomendasikan untuk MPX4115A



Gambar 2.10 Sinyal keluaran MPX4115A relatif terhadap tekanan udara

2.5 Sensor Suhu dan Kelembaban SHT11

Sensor suhu dan kelembaban relatif yang digunakan pada penelitian ini yaitu SHT11. SHT11 yang digunakan sudah berupa modul dengan tampilan seperti pada Gambar 2.11. Modul ini dapat digunakan sebagai alat pengindera suhu dan kelembaban dalam aplikasi pengendali suhu dan kelembaban ruangan maupun aplikasi pemantau suhu dan kelembaban relatif ruangan [12]. Spesifikasi modul tersebut adalah sebagai berikut [13]:

1. Berbasis sensor suhu dan kelembaban relatif Sensirion SHT11.
2. Mengukur suhu dari -40 °C hingga +123.8 °C, atau dari -40 °F hingga +254.9 °F dan kelembaban relatif dari 0 %RH hingga 100 %RH.
3. Memiliki ketepatan (akurasi) pengukuran hingga ± 0.5 °C pada suhu 25 °C dan ketepatan (akurasi) pengukuran kelembaban relatif hingga ± 3.5 %RH.
4. Memiliki antarmuka (*interfacing*) serial *synchronous 2-wire*, bukan I2C.
5. Jalur antarmuka (*interfacing*) telah dilengkapi dengan rangkaian pencegah kondisi *sensor lock-up*.
6. Membutuhkan catu daya +5 V DC dengan konsumsi daya rendah 30 μ W.

7. Modul ini memiliki faktor bentuk 8 pin DIP 0.6" sehingga memudahkan pemasangannya.

Tabel 2.1 merupakan spesifikasi keluaran suhu dan kelembaban relatif dari sensor SHT11 [14].



Gambar 2.11 Modul SHT11

Tabel 2.1 Spesifikasi suhu dan kelembaban relatif dari SHT11

Relative Humidity						Temperature					
Parameter	Condition	min	typ	max	Units	Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Resolution ¹		0.4	0.05	0.05	%RH	Resolution ¹		0.04	0.01	0.01	°C
		8	12	12	bit				12	14	14
Accuracy ² SHT10	typical		±4.5		%RH	Accuracy ² SHT10	typical		±0.5		°C
	maximal	see Figure 2						maximal	see Figure 3		
Accuracy ² SHT11	typical		±3.0		%RH	Accuracy ² SHT11	typical		±0.4		°C
	maximal	see Figure 2						maximal	see Figure 3		
Accuracy ² SHT15	typical		±2.0		%RH	Accuracy ² SHT15	typical		±0.3		°C
	maximal	see Figure 2						maximal	see Figure 3		
Repeatability			±0.1		%RH	Repeatability			±0.1		°C
Hysteresis			±1		%RH	Operating Range		-40		123.8	°C
Non-linearity	linearized		<<1		%RH			-40		254.9	°F
Response time ³ τ (63%)			8		s	Response Time ⁴ τ (63%)		5		30	s
Operating Range		0		100	%RH	Long term drift			< 0.04		°C/yr
Long term drift ⁴	normal		< 0.5		%RH/yr						

2.6 Sensor Kecepatan Angin WS31

Sensor kecepatan angin (*wind speed sensor*) yang digunakan pada penelitian ini merupakan produk ENVIRONDATA model WS31 seperti pada Gambar 2.12. Sensor ini biasa diaplikasikan antara lain pada bidang meteorologi, pertanian, dan aviasi atau penerbangan. Tidak berbeda dengan WS40, spesifikasi dari WS31 ini adalah sebagai berikut [15]:

- a. Terdiri dari 3 buah mangkuk anemometer.
- b. Menggunakan optocoupler (*U-interrupt*) sebagai *mechanical interrupt*.
- c. Keluaran (pulsa/km) : 5000
- d. *Interrupt slots* : 8
- e. Resolusi (pulsa) : 0.2
- f. Tingkat akurasi : ± 0.2 m/s.
- g. Tegangan masukan : 5.5 – 7.7 VDC.
- h. Tegangan keluaran : +5 VDC.



Gambar 2.11 ENVIRONDATA *Wind speed sensor* model WS31

BAB 3

PERANCANGAN ALAT

Perancangan alat pada sistem ini secara garis besar terbagi menjadi dua bagian, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Penggabungan keduanya pada sistem AWS harus tersinkronisasi dengan baik agar data yang telah diperoleh dari mikrokontroler dapat terbaca secara *real time* pada GUI yang telah dibuat. Berikut merupakan penjelasan mengenai perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini.

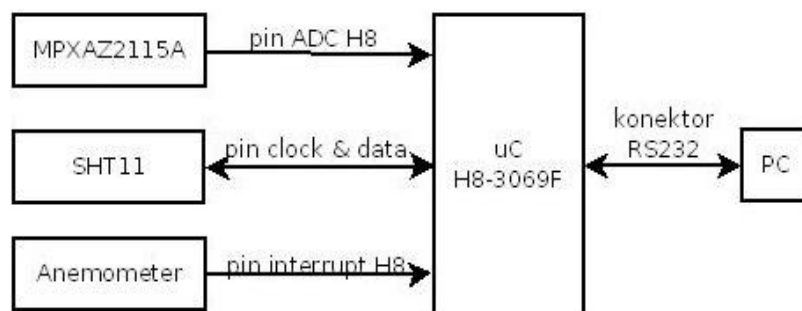
3.1 Perangkat Keras

Dalam pembuatan alat secara keseluruhan, sebelumnya masing-masing rangkaian telah dibagi menjadi beberapa blok. Hal ini bertujuan agar dapat memudahkan perancangan sistem dan mudah dalam mencari kesalahan yang mungkin terjadi. Selain itu, pembagian blok juga dapat memudahkan bila akan dilakukan pergantian ataupun penambahan blok rangkaian. Sumber daya yang digunakan sebagai masukan bagi masing-masing sensor diambil dari masukan yang diberikan ke mikrokontroler yang berasal dari adaptor, yaitu sebesar 5 volt.

Masing-masing sensor akan mendapat perintah dari mikrokontroler untuk mengirim data setiap 1000 milisekon atau 1 detik. Data tersebut kemudian dikirim ke komputer dan disimpan secara *real time*.

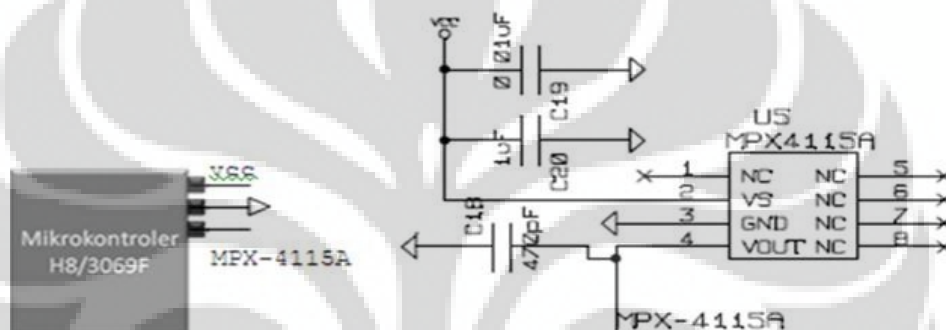
3.1.1 Rangkaian Sensor

Sistem pemantauan cuaca ini memiliki 3 buah masukan dari 4 buah sensor. MPX4Z4115A sebagai masukan untuk tekanan udara, SHT11 sebagai masukan dari suhu udara dan kelembaban relatif, dan optocoupler (*U-interrupt*) sebagai masukan dari hasil pengukuran kecepatan udara. Gambar 3.1 menunjukkan blok diagram dari rangkaian konektor yang terhubung ke masing-masing sensor dan mikrokontroler. Berikut akan dijelaskan lebih lanjut mengenai koneksi masing-masing sensor ke mikrokontroler H8-3069F.



Gambar 3.1 Rangkaian blok diagram konektor dari masing-masing sensor ke mikrokontroler

MPXAZ4115A



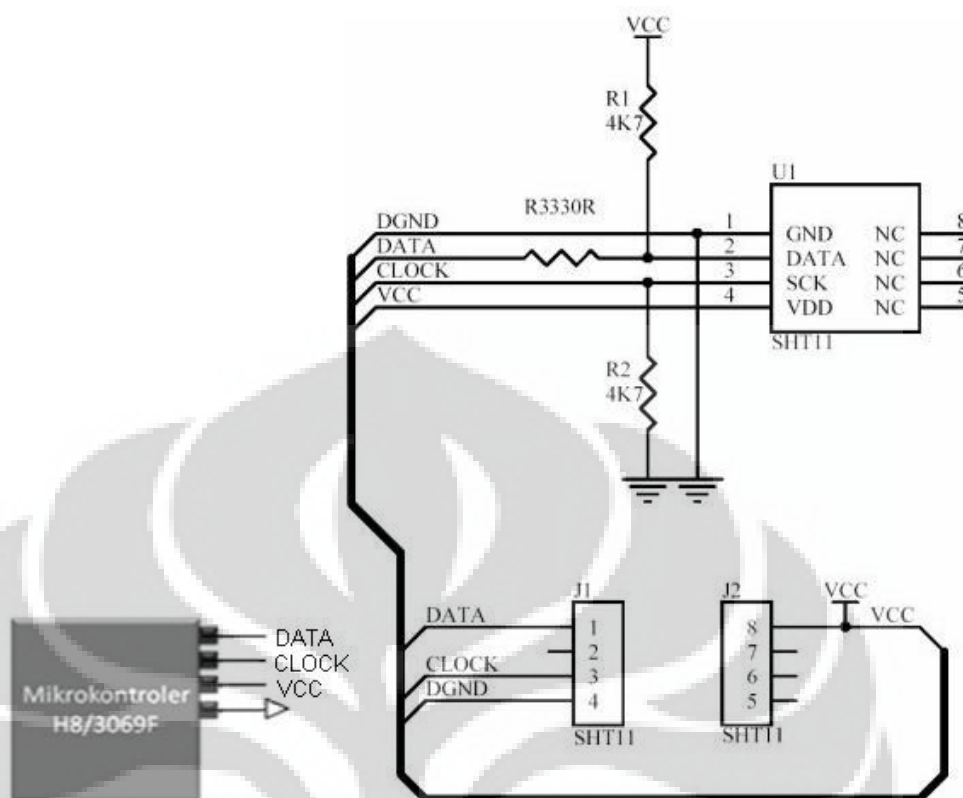
Gambar 3.2 Rangkaian operasi MPXAZ4115A ke mikrokontroler H8-3069F

Tabel 3.1 Nomor pin MPX4Z4115A

Pin	Konektor	Pin	Konektor
1	N/C	5	N/C
2	Vs	6	N/C
3	Gnd	7	N/C
4	Vout	8	N/C

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa *ground* dari MPX4Z4115A terhubung langsung ke *ground* H8-3069F, sedang Vcc dari sensor terhubung dengan Vcc H8, dan tegangan keluaran dari sensor akan masuk ke H8 melalui pin ADC untuk kemudian diolah sehingga nantinya akan menjadi keluaran yang berupa data digital. Adapun nomor pin pada MPX4Z4115A berdasarkan masing-masing fungsinya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

SHT11



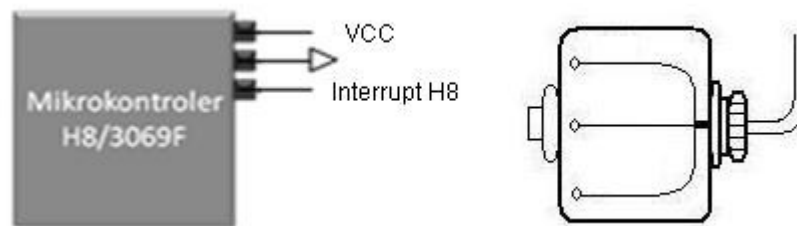
Gambar 3.3 Rangkaian operasi modul SHT11 ke mikrokontroler H8-3069F

Tabel 3.2 Nomor pin modul SHT11

Pin	Konektor	Pin	Konektor
1	Data	5	N/C
2	N/C	6	N/C
3	Clock	7	N/C
4	Gnd	8	+5 VDC

Gambar 3.3 merupakan rangkaian operasi dari modul SHT11 yang terhubung ke mikrokontroler H8-3069F. Dari 8 pin yang disediakan oleh modul tersebut, hanya 4 pin yang nantinya memiliki fungsi dan terhubung ke H8. Fungsi dari masing-masing pin telah dijabarkan pada Tabel 3.2. Data suhu dan kelembaban relatif yang nantinya akan terbaca terlebih dahulu dapat disesuaikan melalui perintah yang akan diberikan ke mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman C.

Anemometer



Gambar 3.4 Rangkaian operasi anemometer ke mikrokontroler H8-3069F

Tabel 3.3 Nomor pin modul anemometer

Pin	Konektor
1	Vcc
2	Gnd
3	Data

Rangkaian operasi dari anemometer yang dalam penelitian ini menggunakan ENVIRONDATA tipe 3.1 ditunjukkan oleh Gambar 3.4, dengan koneksi masing-masing pin seperti yang dijabarkan pada Tabel 3.3. Data yang keluar dari sensor sudah merupakan data digital, sehingga dalam perhitungan yang dimasukkan menggunakan bahasa pemrograman C untuk mikrokontroler cukup dengan memasukkan faktor pengalinya saja. Faktor pengali tersebut sudah merupakan hasil perhitungan mekanik yang terkait dengan besarnya pulsa yang dihasilkan oleh sensor.

3.1.2 Rangkaian Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini yaitu H8-3069F. Port-port yang digunakan antara lain :

- Port 2, sebagai Vin dan *ground* untuk semua sensor. Selain itu digunakan juga sebagai masukan dan clock dari SHT11.
- Port ADC, sebagai masukan dari MPX4Z4115A.
- Port interrupt, sebagai masukan dari sensor kecepatan angin.

3.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada sistem ini merupakan penggabungan dari penggunaan bahasa pemrograman C dan Python 2.6. Bahasa C digunakan untuk memberi perintah pada mikrokontroler, sementara Python 2.6 digunakan sebagai dasar untuk membangun GUI.

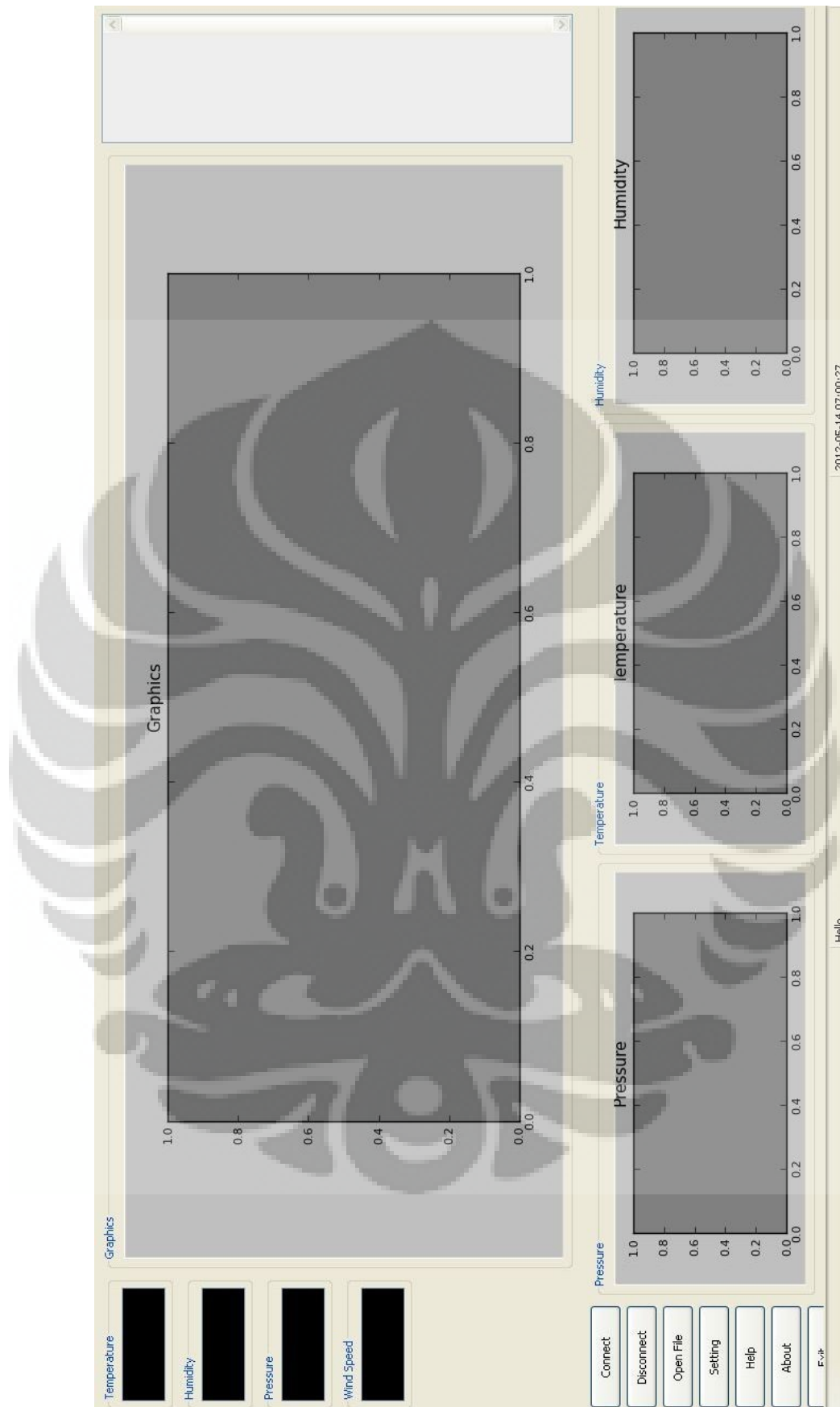
3.2.1 Mikrokontroler H8

Perangkat lunak pada mikrokontroler menggunakan bahasa C, yang dikategorikan sebagai bahasa *mid-level* karena lebih mudah dipahami oleh mesin (mikrokontroler) maupun oleh manusia (lebih mudah untuk dipelajari). Sebagaimana diketahui, agar lebih efisien, program yang akan digunakan oleh mikrokontroler cukup program yang memang memiliki tujuan khusus. Misalnya, ketika yang diperlukan adalah program untuk membaca MPXAZ4115A yang keluarannya berupa sinyal analog, maka pengguna cukup membuat program untuk penggunaan ADC.

Penambahan OS akan memudahkan penambahan program-program lain yang diperlukan. Cara kerja OS pada mikrokontroler sama dengan cara kerja OS pada komputer, yaitu menjalankan fungsi dasar *hardware* secara maksimal. Ketika kita membutuhkan program tertentu untuk melakukan tugas tertentu, cukup dengan menambahkan program tambahan tersebut, tanpa perlu mengetahui cara kerja *hardware* secara lebih detail.

3.2.2 Antarmuka Sistem AWS

Antarmuka (*interfacing*) sistem pemantauan cuaca ini menggunakan bahasa pemrograman Python 2.6. Perangkat lunak sistem ini selain digunakan untuk menampilkan data dari masing-masing sensor secara numerik, juga dapat menampilkan grafik *history* dari masing-masing sensor secara *real time*. Gambar 3.2 merupakan tampilan dasar dari GUI dengan Python 2.6.



Gambar 3.2 Tampilan dasar dari GUI dengan Python 2.6

BAB 4

UJI COBA ALAT

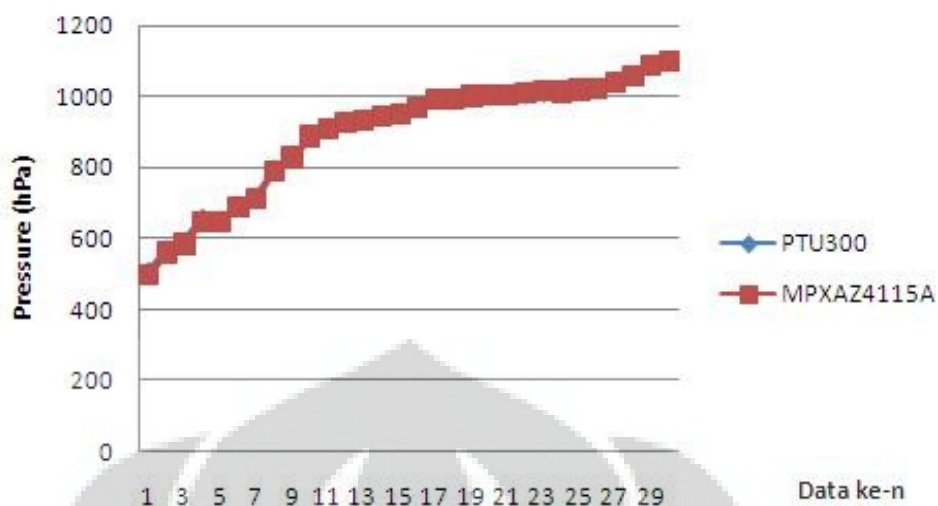
4.1 Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras yang dilakukan hingga dapat diperolehnya data, dibagi menjadi beberapa tahap. Tahap awal yang dilakukan yaitu dengan melakukan kalibrasi sensor. Hal tersebut dilakukan agar kesalahan ataupun simpangan data dari sensor yang digunakan pada penelitian ini dapat diketahui sehingga nantinya dapat dilakukan perbaikan agar data yang akan diambil dapat sesuai dengan alat yang sudah sesuai dengan standar kalibrasi ataupun sesuai dengan alat yang digunakan sebagai kalibrator. Setelah kalibrasi terhadap masing-masing sensor dilakukan, barulah dilakukan pengujian perangkat AWS di lapangan. Perangkat AWS diletakkan di luar ruangan, sementara komputer yang sudah siap dengan GUI untuk memantau data yang dihasilkan, terletak di tempat yang berbeda.

4.1.1 Kalibrasi Sensor

MPXAZ4115A

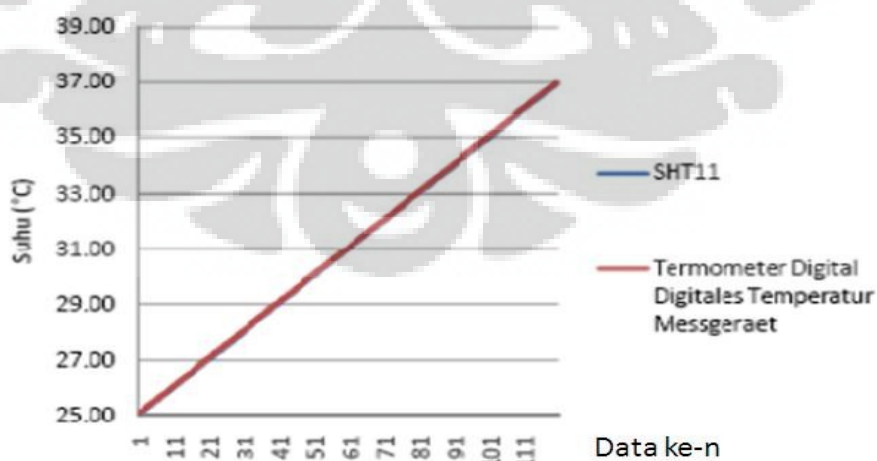
Kalibrasi yang pertama dilakukan yaitu dengan membandingkan keluaran dari MPX4Z4115A dengan keluaran dari PTU300 VAISALA. Adapun jangkauan skala dari PTU300 adalah 500 – 1100 hPa, sedang MPXAZ4115A adalah 15 – 115 kPa atau 150 – 11000 hPa. Data yang dihasilkan pada saat proses pengambilan data terdapat pada Lampiran A, dengan grafik seperti pada Gambar 4.1. Sumbu X pada gambar merupakan titik atau nilai ke-n pada saat pengambilan data, sedang sumbu Y merupakan hasil pengukuran tekanan udara dari kedua sensor dengan satuan hPa. Kalibrasi dilakukan pada beberapa titik, dengan 4 kali pengambilan data pada setiap titiknya. Pada gambar tersebut terlihat bahwa hampir tidak terdapat simpangan atau perbedaan antara kedua hasil pengukuran. Baik keluaran dari PTU300 yang ditunjukkan oleh titik-titik biru maupun keluaran dari MPX4Z4115A yang ditunjukkan oleh titik-titik merah menunjukkan hampir tidak adanya perbedaan antara keduanya. Karena itu dapat dikatakan bahwa pengukuran untuk tekanan udara sudah dapat dilakukan.



Gambar 4.1 Grafik kaliberasi tekanan udara

SHT11

Kaliberasi SHT11 dilakukan menggunakan termometer digital Digitaes Temperatur Messgeraet. Hasil perbandingan dari keduanya ditunjukkan pada Gambar 4.2. Sumbu X pada gambar merupakan titik atau nilai ke-n pada saat pengambilan data, sedang sumbu Y merupakan hasil pengukuran suhu dari kedua sensor dengan satuan °C. Dari grafik, dapat dilihat bahwa hasil keluaran data suhu dari SHT11 linear dengan keluaran termometer digital, artinya simpangan data dari SHT11 dapat dikatakan kecil bila dibandingkan dengan termometer digital.



Gambar 4.2 Perbandingan bacaan suhu SHT11 dengan Termometer Digitaes Temperatur Messgeraet

Anemometer

Kalibrasi sensor kecepatan angin (anemometer) dilakukan menggunakan wind tunnel, yang dilakukan di BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika). Wind tunnel yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar 4.3, sedang grafik perbandingan data yang dihasilkan wind tunnel dengan anemometer yang digunakan terdapat pada Gambar 4.4. Kalibrasi dilakukan pada beberapa titik, dengan 4 kali pengambilan data pada setiap titiknya. Pada saat kalibrasi dilakukan, terdapat dua sistem pembacaan yaitu thermo anemometer dan mikromanometer. Pembacaan menggunakan thermo anemometer hanya dilakukan pada angin berkecepatan rendah (dalam kalibrasi ini yaitu kurang dari 10 m/s), sedang untuk angin berkecepatan tinggi (lebih dari 10 m/s) mulai diukur menggunakan mikromanometer. Hasil yang diperoleh dapat dikatakan cukup akurat, karena selisih pembacaan antara anemometer dengan wind tunnel untuk kecepatan angin sendiri diperoleh 0.01 m/s. Data hasil kalibrasi kecepatan angin terdapat pada Lampiran B.



Gambar 4.3 *Wind tunnel* untuk kalibrasi anemometer



Gambar 4.4 Grafik kaliberasi anemometer menggunakan *wind tunnel*

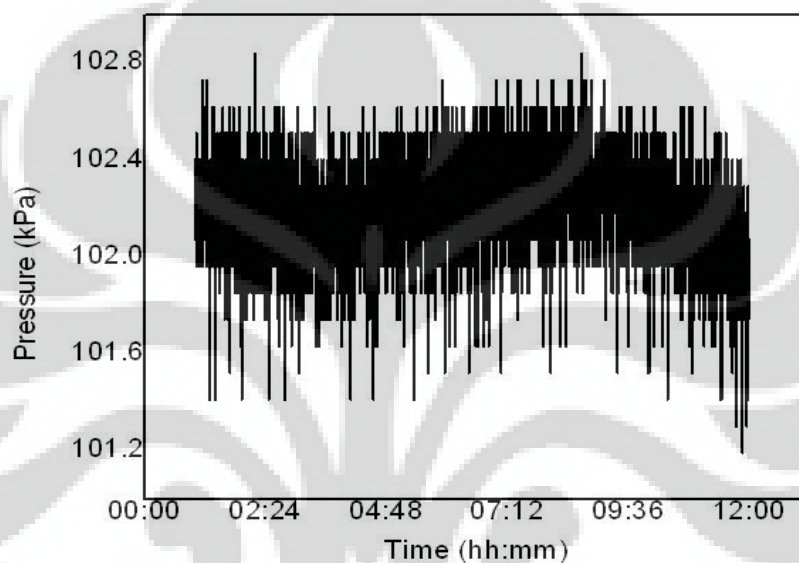
4.1.2 Pengolahan Data AWS

Lampiran C dan D merupakan data yang diambil menggunakan AWS yang diletakkan di depan jendela ruang CISCO yang terletak di lantai 2.5 Gedung Departemen Fisika Fakultas MIPA UI Depok, dengan posisi AWS seperti pada Gambar 4.5. Data pada Lampiran C merupakan tampilan data selama 30 detik dari total lama pengambilan data lebih dari 12 jam dengan rentang antara data yang satu dengan yang lain selama 1 detik. Sedangkan Lampiran D merupakan data yang diambil selama 4 hari berturut-turut dengan rentang antara data yang satu dengan yang lain selama 5 menit. Penjelasan masing-masing kolom pada data adalah sebagai berikut:

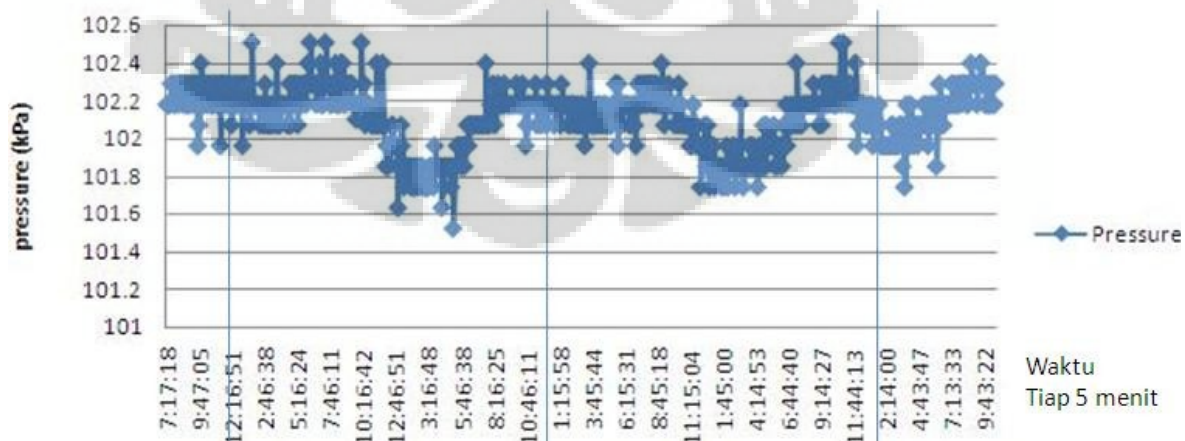
1. Merupakan waktu pengambilan data dengan format tahun : bulan : tanggal
2. Merupakan waktu pengambilan data dengan format jam : menit : detik
3. Merupakan data tekanan udara dengan satuan kPa
4. Merupakan data temperatur udara dengan satuan °C
5. Merupakan data kelembaban relatif dengan satuan %
6. Merupakan data kecepatan angin dengan satuan m/s



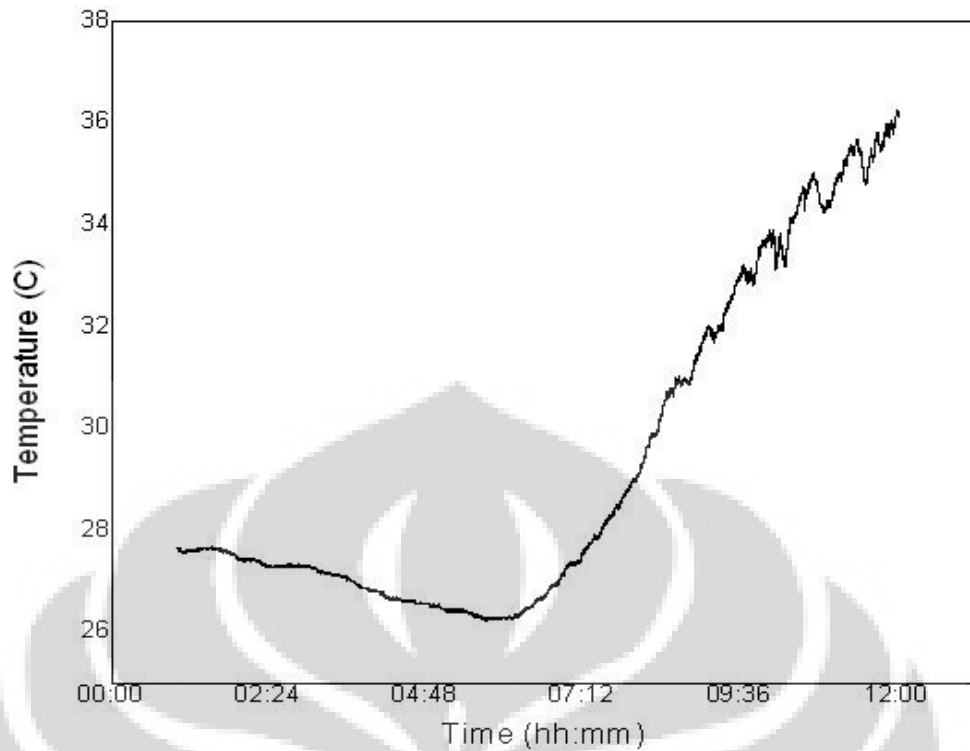
Gambar 4.5 Posisi peletakan AWS saat dilakukan pengambilan data



Gambar 4.6 Hasil plot data tekanan udara terhadap waktu yang diambil selama 12 jam



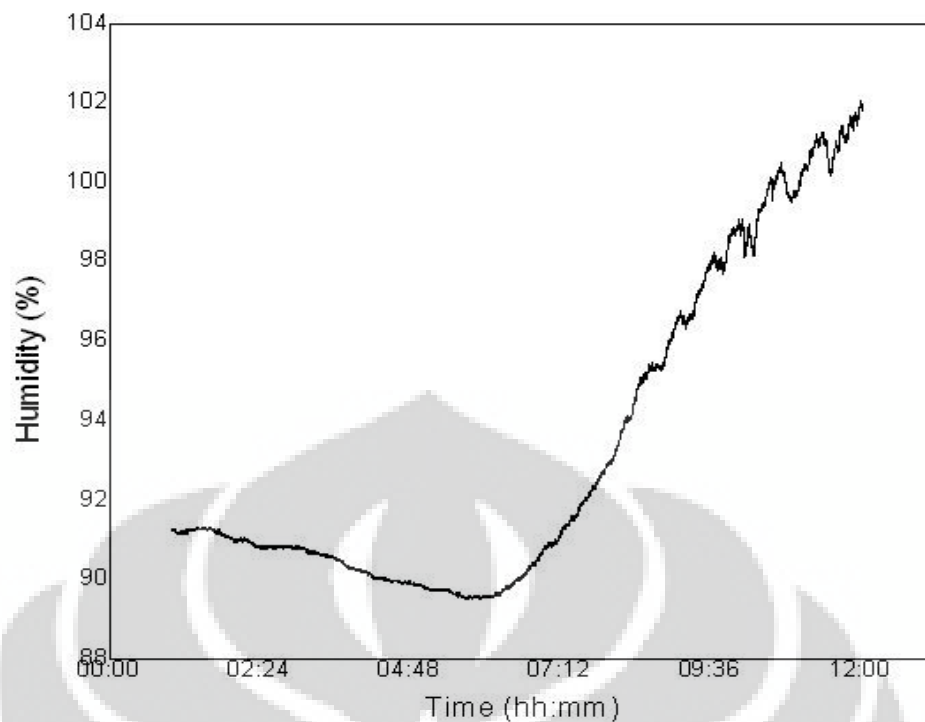
Gambar 4.7 Hasil plot data tekanan udara terhadap waktu yang diambil selama 4 hari.



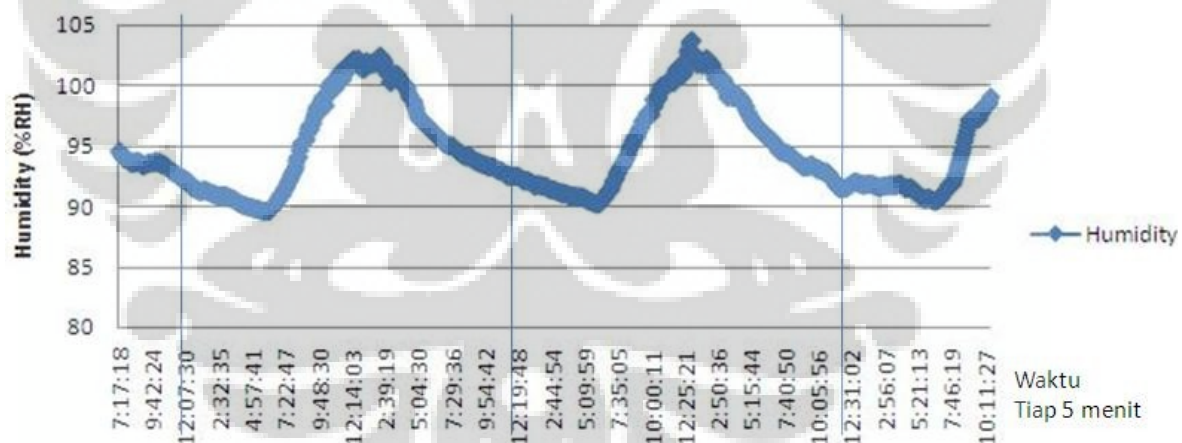
Gambar 4.8 Hasil plot data temperatur udara terhadap waktu yang diambil selama 12 jam



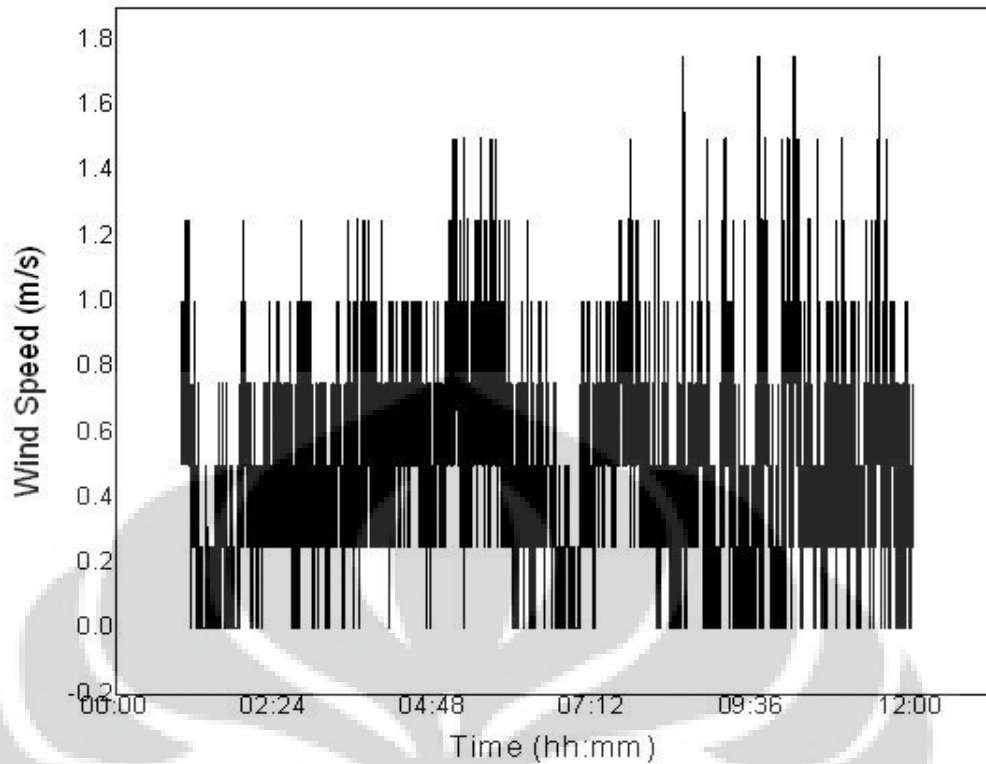
Gambar 4.9 Hasil plot data temperatur udara terhadap waktu yang diambil selama 4 hari



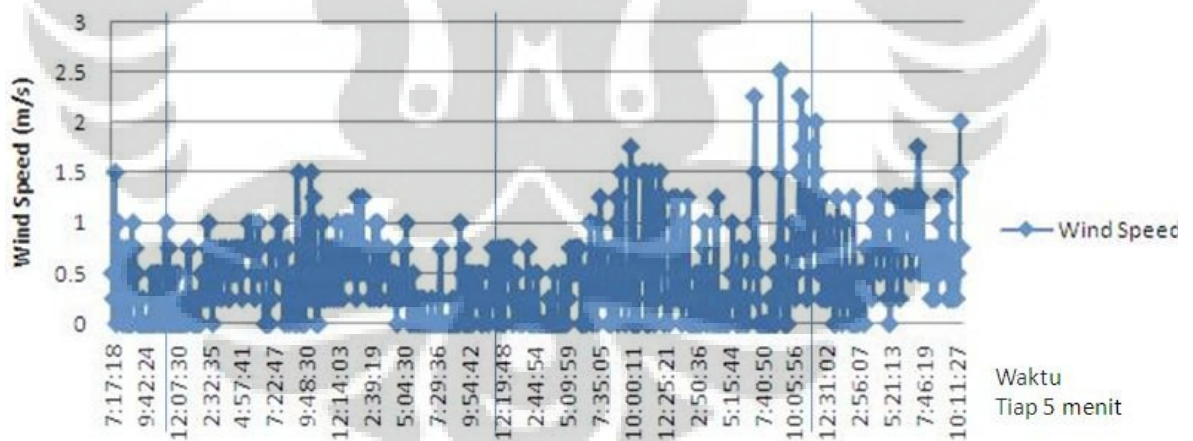
Gambar 4.10 Hasil plot data kelembaban relatif terhadap waktu yang diambil selama 12 jam



Gambar 4.11 Hasil plot data kelembaban relatif terhadap waktu yang diambil selama 4 hari



Gambar 4.12 Hasil plot data kecepatan angin terhadap waktu yang diambil selama 12 jam



Gambar 4.13 Hasil plot data kecepatan angin terhadap waktu yang diambil selama 4 hari

Tabel 4.1 Tekanan udara atmosfer berdasarkan level lapisan udara [17]

<i>Layer</i>	<i>Level Name</i>	<i>Base Geopotential Height h (in km)</i>	<i>Base Geometric Height z (in km)</i>	<i>Base Atmospheric Pressure p (in Pa)</i>
0	Troposphere	0.0	0.0	101325
1	Tropopause	11.000	11.019	22632
2	Stratosphere	20.000	20.063	5474.9
3	Stratosphere	32.000	32.162	868.02
4	Stratopause	47.000	47.350	110.91
5	Mesosphere	51.000	51.413	66.939
6	Mesosphere	71.000	71.802	3.9564
7	Mesopause	84.852	86.000	0.3734

Gambar 4.6 sampai dengan 4.13 merupakan data yang dihasilkan sensor pada saat berlangsungnya proses pengambilan data. Data 12 jam diambil pada tanggal 11 Mei 2012 dari pukul 01:00 pagi hingga 12:00 siang dengan rentang waktu 1 detik. Sedangkan data 4 hari merupakan data yang dihasilkan sensor pada saat berlangsungnya proses pengambilan data pada tanggal 10 – 13 Mei 2012 dengan rentang waktu 5 menit. Gambar 4.6 dan 4.7 diperoleh dari pengukuran tekanan udara sesuai dengan persamaan 4.1 dan 4.2. Data tekanan udara yang diperoleh dapat dikatakan logis. Sesuai dengan literatur pada Tabel 4.1 yang menunjukkan data tekanan udara berdasarkan level lapisan udara, maka data tekanan udara yang diperoleh saat pengukuran masih dapat dikatakan wajar.

$$Pressure = ((V_{out}/V_{in}) + 0.095) / 0.009 \quad (4.1)$$

$$Pressure = ((Analog\ read / 1023) + 0.095) / 0.009 \quad (4.2)$$

Grafik temperatur udara pada Gambar 4.8 dan 4.9 juga masih dikatakan logis, karena pada pagi dini hari temperatur udara masih rendah dan semakin meningkat menjelang siang hari. Sedangkan untuk grafik kelembaban terdapat sedikit keanehan karena pada siang hari data yang diperoleh semakin meningkat. Kecepatan angin pada ketinggian gedung kurang dari 5 m (tempat sensor dipasang) tidak mencapai 5 m/s. Hal tersebut juga masih dapat dikatakan logis, karena pada saat dilakukannya pengambilan data, tidak terjadi hujan badai yang memungkinkan kecepatan angin melebihi 5 m/s.

4.1.3 Proses Pengiriman Data

Pengiriman data dari mikrokontroler ke komputer dilakukan menggunakan kabel serial RS232. Data yang masuk ke mikrokontroler dari masing-masing sensor akan di olah, baru kemudian dikirim ke komputer dan diterima sebagai data dengan pencatatan data dalam bentuk file.csv yang telah diprogram menggunakan Python 2.6. Masing-masing sensor terhubung ke mikrokontroler H8-3069F seperti yang terlihat pada Gambar 3.1, yaitu:

- MPXAZ4115A terhubung ke pin ADC mikrokontroler H8-3069F
- SHT11 terhubung ke pin data mikrokontroler H8-3069F
- Anemometer terhubung ke pin interrupt mikrokontroler H8-3069F

4.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada sistem ini dibagi menjadi dua. Yang pertama menggunakan bahasa pemrograman C untuk memberikan perintah pada perangkat keras yang berupa sensor dan juga mikrokontroler. Yang kedua yaitu bahasa pemrograman Python 2.6 yang digunakan untuk membuat GUI dan menyimpan data dalam bentuk file.csv. Tampilan awal dari GUI tersebut ditunjukkan oleh Gambar 3.2. Diagram alir (*flowchart*) untuk sistem AWS ini terdapat pada Lampiran E.1 dan E.2.

Pada diagram alir perangkat keras, terlihat bahwa pada awal proses, semua perangkat keras yang nantinya akan dihubungkan ke mikrokontroler harus diinisialisasi terlebih dahulu, termasuk sensor-sensor yang digunakan. Tujuan dari inisialisasi tersebut agar semua perangkat yang terhubung dapat dikenali oleh mikrokontroler. Setelah dilakukan inisialisasi, mikrokontroler akan mengambil data dari masing-masing sensor, baru kemudian dikirim ke komputer. Jika data belum selesai dikirim, maka mikrokontroler akan mulai mengambil data lagi dari masing-masing sensor hingga semua data lengkap terkirim.

Pada diagram alir perangkat lunak, proses pertama yang akan terjadi setelah menu “*connect*” pada GUI ditekan adalah adanya penginisialisasian koneksi. Bila konektor RS232 telah terhubung dengan baik ke komputer, maka data AWS akan mulai

diambil untuk kemudian tampil di GUI pada masing-masing panel yang telah tersedia di GUI. Data yang tampil di GUI juga akan disimpan dalam bentuk file.csv dalam folder data Python yang telah dibuat. Proses pengambilan data tersebut akan terus berlangsung hingga akhirnya peneliti menekan menu “*disconnect*” yang terdapat pada GUI untuk memberikan perintah berhenti mengambil data pada mikrokontroler, dan proses pengambilan data akan berhenti dengan data terakhir yang tersimpan adalah data pada detik terakhir sebelum menu “*disconnect*” ditekan.



BAB 5

ANALISIS

Analisis dari sistem AWS ini mencakup hasil dari akuisisi tiap sensor yang dilakukan mikrokontroler sampai dengan muncul dan disimpannya data di komputer secara *real time*. Akuisisi data dilakukan selama 4 hari berturut-turut pada tempat dan dengan posisi yang sama, seperti pada Gambar 4.5. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, *power supply* AWS berasal dari adaptor 5 volt. Akuisisi data hari pertama dilakukan pada tanggal 10 Mei 2012 pukul 7:17:18 dan berakhir pada 13 Mei 2012 pukul 10:38:02. Tampilan GUI yang terlihat di komputer saat dilakukannya akuisisi data seperti yang terlihat pada Gambar 5.1.

Pada gambar tersebut, terlihat grafik yang berasal dari data masing-masing sensor. Karena data yang tertera pada GUI merupakan data *real time*, maka grafik tersebut juga *real time*, dengan sumbu X mencerminkan waktu (dalam satuan detik) dan sumbu Y merupakan nilai dari kesemua sensor yang dibedakan dengan tinggi rendahnya grafik masing-masing data. Adanya grafik yang mencerminkan data yang ada dapat mempermudah pengamat dalam membandingkan tingkat histerisis maupun kenaikan antara data yang satu dengan yang lainnya. Garis berwarna kuning paling atas merupakan interpretasi dari data tekanan udara. Pada kotak data tekanan udara di bagian kiri grafik terlihat angka yang menunjukkan nilai spesifik tekanan udara yang terukur saat pengambilan data berlangsung, yaitu 102.29 kPa. Garis berwarna biru pada grafik merupakan interpretasi data temperatur pada saat itu, yaitu 27.70 °C. Garis berwarna putih menunjukkan nilai kelembaban udara, dengan satuan %RH. Sedang garis kuning yang berada pada dasar grafik merupakan interpretasi dari kecepatan angin, yang menunjukkan nilai cenderung konstan dengan satuan m/s (saat pengambilan data di grafik terlihat 0.75 m/s). Angka-angka pada tabel paling kanan menunjukkan kesinkronan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler dengan data yang nantinya akan disimpan dalam bentuk file.csv.

Di bagian bawah, kiri GUI juga terdapat beberapa tombol yang berfungsi untuk mengatur koneksi antara mikrokontroler dengan komputer melalui GUI yang ada. Ketika menu “*connect*” ditekan, maka mikrokontroler akan mulai mengirim data

sensor ke komputer secara simultan. Sebaliknya, ketika menu “*disconnect*” ditekan, maka mikrokontroler akan berhenti mengirim data. Dan data yang tersimpan merupakan data yang dikirim oleh mikrokontroler pada detik terakhir terjadinya koneksi. Ketika tombol “*connect*” kembali ditekan, akan terjadi koneksi kembali antara mikrokontroler dengan komputer, sehingga akan terbentuk file.csv yang baru dengan penamaan sesuai dengan waktu awal terjadinya koneksi.

Dilihat dari data yang diperoleh selama proses akuisisi data berlangsung selama 4 hari berturut-turut, akan terlihat bahwa tekanan udara, temperatur, dan kelembaban bersifat periodik dari hari ke hari. Tekanan udara yang terukur tidak menunjukkan perubahan yang signifikan, karena pada saat akuisisi data, tidak dilakukan variasi terhadap faktor ketinggian, dan tekanan udara yang terukurpun hanya berkisar antara 101 – 102 kPa. Tekanan udara terendah yang tercatat saat proses pengambilan data berlangsung adalah 101.52 kPa dan tertinggi 102.51 kPa. Hal tersebut masih dapat dikatakan logis melihat dari tempat pengambilan data dilakukan, yang masih berada di lapisan troposfer seperti data yang terdapat pada tabel 4.1. Jika dilihat dari segi fisis, tekanan udara secara vertikal, makin ke atas akan semakin menurun. Tinggi-rendahnya tekanan udara tidak hanya dipengaruhi oleh faktor ketinggian. Adapun faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap tekanan udara secara vertikal diantaranya adalah:

- a. Komposisi gas penyusunnya, yang semakin ke atas semakin berkurang
- b. Sifat udara yang dapat dimampatkan, kekuatan gravitasi yang semakin ke atas semakin berkurang
- c. Variasi suhu secara vertikal, yang semakin tinggi tempat suhunya akan semakin bertambah

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tekanan udara secara horizontal adalah:

- a. Lintang tempat
- b. Penyebaran daratan dan lautan
- c. Pergeseran posisi matahari tahunan

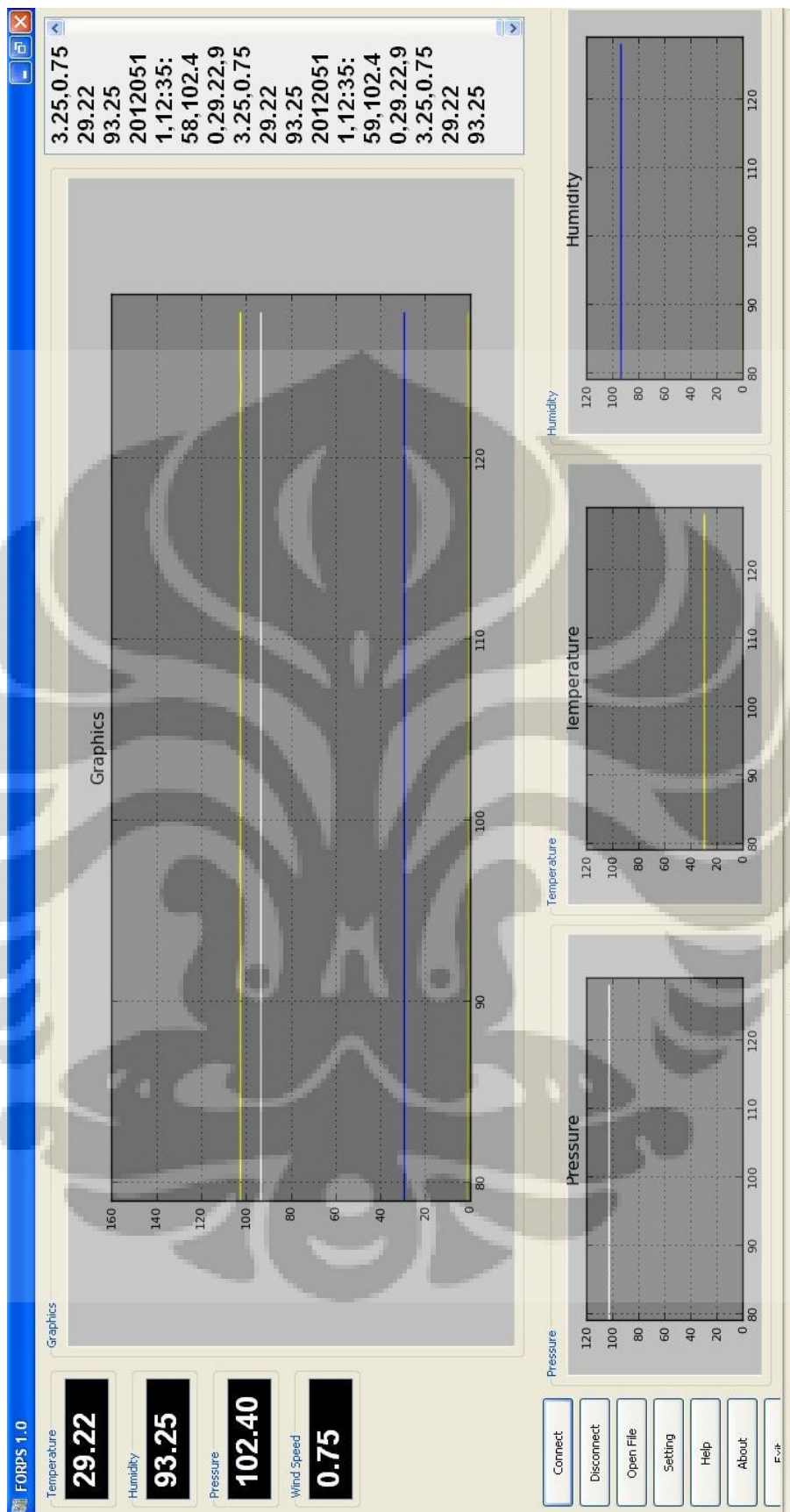
Sedangkan hasil dari akuisisi data temperatur, diperoleh temperatur paling rendah terjadi sekitar pukul 5 pagi dan semakin meninggi mendekati pukul 12 siang.

Data temperatur udara terendah 26.42°C dan tertinggi yang tercatat adalah 37.46°C . Dari grafik temperatur dan kelembaban, dapat terlihat bahwa naik turunnya temperatur dan kelembaban diantaranya disebabkan oleh intensitas dan lamanya penyinaran cahaya matahari saat proses akuisisi dilakukan. Namun terdapat suatu hal yang agak menyimpang secara fisis karena diperolehnya data kelembaban yang semakin meninggi ketika menjelang siang hari. Setelah diamati lebih lanjut, salah satu penyebabnya karena adanya kekurangtelitian faktor pengali ataupun penjumlah yang dimasukkan pada persamaan yang digunakan. Data terendah yang diperoleh untuk kelembaban relatif adalah $89.6\% \text{RH}$ dan tertinggi $102.75\% \text{RH}$.

Data yang diperoleh untuk pengukuran kecepatan udara menunjukkan bahwa kecepatan angin tertinggi pada saat dilakukannya proses pengambilan data adalah 2.5 m/s atau 9 km/jam . Pada saat proses pengambilan data berlangsung tidak terdapat hujan badai ataupun sebab lainnya yang dapat mengakibatkan kecepatan angin berada di atas 10 m/s , karenanya data yang diperoleh masih dapat dikatakan logis. Kecepatan angin dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

- a. Bentuk relief permukaan bumi
- b. Ada-tidaknya tekanan
- c. Ketinggian angin bertiup di muka bumi
- d. Besar-kecilnya gradien barometrik

Perlakuan khusus tidak diperlukan untuk hasil pencatatan kecepatan udara yang nilainya masih rendah, karena sifat dari alirannya masih berupa aliran laminar. Adapun aliran fluida masih dapat dikatakan laminar bila memiliki bilangan Reynold < 2000 , dikatakan turbulen ketika nilainya > 4000 , dan antara 2000 dengan 4000 aliran dikatakan berada pada fase transisi [17].



Gambar 5.1 Tampilan GUI saat akuisisi data berlangsung

BAB 6

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh selama berlangsungnya penelitian, terdapat beberapa kesimpulan :

- ✓ Pengiriman data dari masing-masing sensor dapat dilakukan dengan baik menggunakan komunikasi serial.
- ✓ Proses akuisisi data AWS menggunakan mikrokontroler H8-3069F dapat dilakukan dengan lancar. Terlihat dari sesuainya data yang terukur dan ditampilkan pada GUI.
- ✓ Pemantauan sistem cuaca dengan mengintegrasikan beberapa sensor : tekanan dengan sensor MPXAZ4115, suhu dan kelembaban dengan sensor SHT11, serta kecepatan angin dengan optocoupler (*U-interrupt*) dapat dilakukan dengan baik.
- ✓ Sistem pemantauan cuaca (AWS) dengan pemantauan menggunakan GUI berbasis Python 2.6 terbukti dapat memudahkan pengamat dalam melakukan pemantauan data cuaca harian. Dengan tampilan grafik pada GUI dapat mempersingkat waktu pengamat dalam proses pemantauan data. Sedangkan file yang tersimpan dalam bentuk file.csv tersebut juga dapat mempermudah pengamat sehingga tidak perlu mencatat data satu-persatu.

6.2 Saran

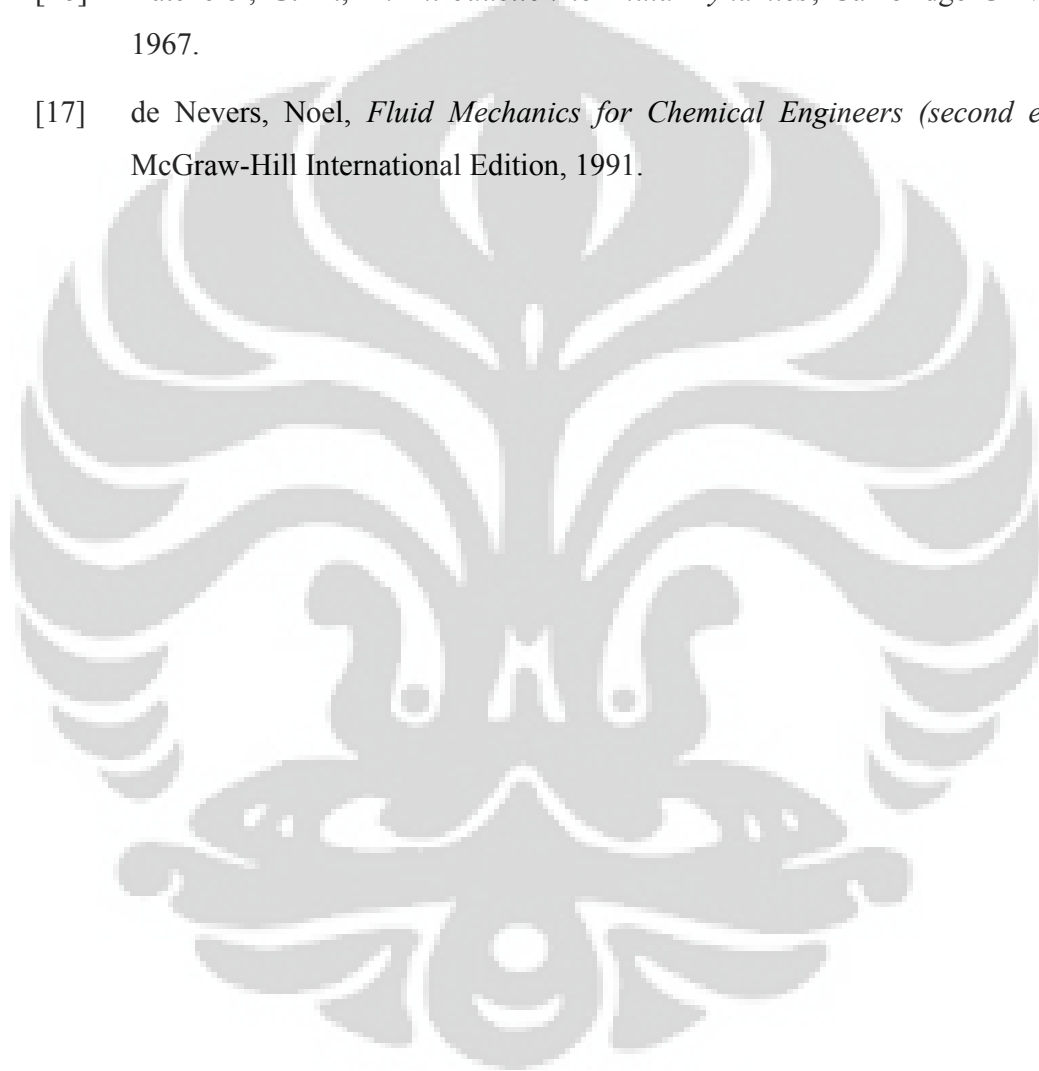
Berdasarkan kesimpulan yang telah disebutkan, terdapat beberapa saran :

- ✓ Memaksimalkan penggunaan fitur-fitur mikrokontroler H8-3069F, baik kapasitas ROM/RAM, jumlah masukan dan keluaran yang disediakan.
- ✓ Kalibrasi sensor yang benar sangat penting untuk dilakukan untuk memperoleh tingkat keakurasian data yang baik.

DAFTAR ACUAN

- [1] Berlin, Peter. 2004. *"The Geostationary Applications Satellite"*. Cambridge University Press, Inggris.
- [2] International Civil Aviation Organization, *Manual of the ICAO Standard Atmosphere*, Doc 7488-CD, Third Edition, 1993, ISBN 92-9194-004-6.
- [3] Syiham. 2010. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perbedaan Suhu Udara (Temperatur). www.syiham.co.cc/2010/03/faktor-faktor-yangmempengaruhi.html. [5 Januari 2011].
- [4] Stasiun Meteorologi Ahmad Yani Semarang. 2009. Kelembaban Udara. www.cuacajateng.com/kelembabanudara.htm. [5 Januari 2011].
- [5] Tardi, Muh. Ibnu Malik. 2009. *Aneka Proyek Mikrokontroler PIC16F84/A. Rakit Segera 13 Proyek Menarik dengan Mikrokontroler PIC16F84/A*. PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [6] Utami, NP. 2011. *Akuisisi Data Temperatur dan Tekanan Udara Berbasis Mikrokontroler H8/3069F*. Depok : Skripsi Sarjana Fisika Universitas Indonesia.
- [7] Alfa JK, MAS. 2007. *Osiloskop Digital Dua Kanal Menggunakan Mikrokontroler 16-bit H8/3069F*. Depok : Skripsi Sarjana Fisika Universitas Indonesia.
- [8] Renesas Solutions Corp. 2005. *H8/3068F-ZTAT™ Hardware Manual*. Renesas Technology Corp., Japan: 935 hlm.
- [9] Toruan, KL. *Automatic Weather Station (AWS) Berbasis mikrokontroler*. Depok : Tesis Magister Sains Fisika Universitas Indonesia.
- [10] World Meteorological Organization, *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*. 2008. Seventh Edition: Geneva.
- [11] Motorola, Inc. 2001. *MPX4115A/MPXA4115A Series*. 10 hlm.
- [12] Sarah, Annisa. 2011. *Perancangan Sistem Akuisisi Data Suhu dan Kelembaban Tersinkronisasi GPS Menggunakan Mikrokontroler H8-3069F*. Depok : Skripsi Sarjana Fisika Universitas Indonesia.

- [13] Stasiun Meteorologi Ahmad Yani Semarang. 2009. *Kelembaban Udara*. www.cuacajateng.com/kelembabanudara.htm.
- [14] Sensirion. 2011. *Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15) Humidity and Temperature Sensor IC*. Sensirion The Sensor Company. 12 hlm.
- [15] Environdata. *Wind Speed Sensor (WS40)*. Environdata Environmental Monitoring and Management. Queensland, Australia : 2 hlm.
- [16] Batchelor, G. K., *An Introduction to Fluid Dynamics*, Cambridge Univ. Press, 1967.
- [17] de Nevers, Noel, *Fluid Mechanics for Chemical Engineers (second edition)*, McGraw-Hill International Edition, 1991.



LAMPIRAN

A Data Kalibrasi Tekanan Udara

Barometer	MPX	MPX	Barometer	MPX	MPX	Barometer	MPX	MPX
hPa	hPa	kPa	hPa	hPa	kPa	hPa	hPa	kPa
505.3	497.7	49.77	910.4	909.1	90.91	1005.1	1004.8	100.48
505.3	497.7	49.77	910.4	909.1	90.91	1005.1	1004.8	100.48
505.3	497.7	49.77	910.4	909.1	90.91	1005.1	1004.8	100.48
505.3	497.7	49.77	910.4	909.1	90.91	1005.1	1004.8	100.48
566.7	559.3	55.93	925.1	924.5	92.45	1007.2	1007	100.7
566.7	559.3	55.93	925.1	924.5	92.45	1007.2	1007	100.7
566.7	559.3	55.93	925.1	924.5	92.45	1007.2	1007	100.7
566.7	559.3	55.93	925.1	924.5	92.45	1007.2	1007	100.7
590.1	583.5	58.35	942.8	942.1	94.21	1011.3	1014	101.4
590.1	583.5	58.35	942.8	942.1	94.21	1011.3	1014	101.4
590.1	583.5	58.35	942.8	942.1	94.21	1011.3	1014	101.4
590.1	583.5	58.35	942.8	942.1	94.21	1011.3	1014	101.4
655	644	64.4	968	967.4	96.74	1012.4	1012.5	101.25
655	644	64.4	968	967.4	96.74	1012.4	1012.5	101.25
655	644	64.4	968	967.4	96.74	1012.4	1012.5	101.25
655	644	64.4	968	967.4	96.74	1012.4	1012.5	101.25
649.5	645.1	64.51	989.7	989.4	98.94	1018	1018	101.8
649.5	645.1	64.51	989.7	989.4	98.94	1018	1018	101.8
649.5	645.1	64.51	989.7	989.4	98.94	1018	1018	101.8
649.5	645.1	64.51	989.7	989.4	98.94	1018	1018	101.8
691.8	688	68.8	990.1	990.5	99.05	1022	1022.4	102.24
691.8	688	68.8	990.1	990.5	99.05	1022	1022.4	102.24
691.8	688	68.8	990.1	990.5	99.05	1022	1022.4	102.24
691.8	688	68.8	990.1	990.5	99.05	1022	1022.4	102.24
714.3	710	71	933.1	932.2	93.22	1039.3	1040	104
714.3	710	71	933.1	932.2	93.22	1039.3	1040	104
714.3	710	71	933.1	932.2	93.22	1039.3	1040	104
714.3	710	71	933.1	932.2	93.22	1039.3	1040	104

792.6	990.3	99.03	948.4	947.6	94.76	1056.6	1056.5	105.65
792.6	990.3	99.03	948.4	947.6	94.76	1056.6	1056.5	105.65
792.6	990.3	99.03	948.4	947.6	94.76	1056.6	1056.5	105.65
792.6	990.3	99.03	948.4	947.6	94.76	1056.6	1056.5	105.65
829	827.7	82.77	999.4	999.3	99.93	1087.8	1087.3	108.73
829	827.7	82.77	999.4	999.3	99.93	1087.8	1087.3	108.73
829	827.7	82.77	999.4	999.3	99.93	1087.8	1087.3	108.73
829	827.7	82.77	999.4	999.3	99.93	1087.8	1087.3	108.73
887.4	886	88.6	1002.6	1002.6	100.26	1097	1097.2	109.72
887.4	886	88.6	1002.6	1002.6	100.26	1097	1097.2	109.72
887.4	886	88.6	1002.6	1002.6	100.26	1097	1097.2	109.72
887.4	886	88.6	1002.6	1002.6	100.26	1097	1097.2	109.72



B Data Kalibrasi Kecepatan Angin

Wind Tunnel (m/s)	Sensor (m/s)
1.99	2
1.99	2
1.99	2
1.99	2
7.04	7.05
7.04	7.05
7.04	7.05
7.04	7.05
15.02	14
15.01	14
15.01	14
15.02	14
19.97	18.75
19.95	18.75
19.95	18.75
19.95	18.75

C Contoh Data Pengukuran selama 4 Hari dengan Rentang 1 Detik

Y-M-D	Time	Press (kPa)	Temp (°C)	Hum (%)	WS (m/s)
20120511	1:00:00	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:01	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:02	102.18	27.66	91.3	0.5
20120511	1:00:03	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:04	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:05	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:06	102.4	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:07	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:08	102.29	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:09	102.29	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:10	102.18	27.62	91.25	0.75
20120511	1:00:11	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:12	102.18	27.62	91.25	0.75
20120511	1:00:13	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:14	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:15	102.18	27.62	91.2	0.75
20120511	1:00:16	102.18	27.66	91.25	1
20120511	1:00:17	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:18	102.18	27.62	91.25	0.75
20120511	1:00:19	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:20	102.29	27.62	91.25	1
20120511	1:00:21	102.29	27.62	91.2	0.75
20120511	1:00:22	102.29	27.62	91.25	0.75
20120511	1:00:23	102.29	27.62	91.25	1
20120511	1:00:24	102.18	27.62	91.25	0.75
20120511	1:00:25	102.18	27.62	91.25	1
20120511	1:00:26	102.18	27.62	91.25	0.75
20120511	1:00:27	102.29	27.66	91.25	1
20120511	1:00:28	102.18	27.66	91.25	0.75
20120511	1:00:29	102.18	27.62	91.25	0.75
20120511	1:00:30	102.18	27.62	91.25	1

D Contoh Data Pengukuran selama 4 Hari dengan Rentang 5 Menit

Y-M-D	Time	Press (kPa)	Temp (°C)	Hum (%)	WS (m/s)
20120510	7:17:18	102.18	30.3	94.55	0.5
20120510	7:21:59	102.18	30.18	94.4	0.25
20120510	7:26:40	102.18	30.02	94.25	0.5
20120510	7:31:20	102.18	29.9	94.05	1.5
20120510	7:36:01	102.29	29.98	94.2	0
20120510	7:40:42	102.29	29.74	93.85	0.5
20120510	7:45:23	102.29	29.7	93.85	1
20120510	7:50:04	102.18	29.66	93.8	0.5
20120510	7:54:45	102.18	29.7	93.8	0.25
20120510	7:59:25	102.29	29.54	93.65	0.75
20120510	8:04:06	102.29	29.58	93.7	0
20120510	8:08:47	102.18	29.42	93.5	0.5
20120510	8:13:28	102.29	29.54	93.6	0.5
20120510	8:18:09	102.29	29.54	93.6	0
20120510	8:22:50	102.29	29.54	93.65	0.75
20120510	8:27:30	102.29	29.5	93.55	0
20120510	8:32:11	102.18	29.58	93.65	0.5
20120510	8:36:52	102.29	29.62	93.7	0
20120510	8:41:33	102.29	29.5	93.6	0.25
20120510	8:46:14	102.18	29.5	93.6	0
20120510	8:50:55	102.18	29.5	93.6	1
20120510	8:55:35	102.18	29.34	93.35	0.5
20120510	9:00:16	102.29	29.26	93.3	0.75
20120510	9:04:57	102.18	29.3	93.35	0.5
20120510	9:09:38	102.29	29.3	93.35	0.5
20120510	9:14:19	102.29	29.38	93.45	0
20120510	9:19:00	102.18	29.42	93.5	0
20120510	9:23:40	102.29	29.46	93.55	0
20120510	9:28:21	102.29	29.46	93.55	0
20120510	9:33:02	102.29	29.5	93.55	0.25
20120510	9:37:43	101.96	29.5	93.55	0

20120510	9:42:24	102.07	29.5	93.6	0
20120510	9:47:05	102.29	29.5	93.6	0
20120510	9:51:45	102.4	29.54	93.65	0
20120510	9:56:26	102.18	29.58	93.65	0
20120510	10:01:07	102.18	29.54	93.6	0
20120510	10:05:48	102.18	29.54	93.6	0
20120510	10:10:29	102.18	29.54	93.65	0
20120510	10:15:10	102.29	29.42	93.45	0.5
20120510	10:19:50	102.29	29.42	93.45	0
20120510	10:24:31	102.18	29.42	93.45	0
20120510	10:29:12	102.29	29.38	93.45	0
20120510	10:33:53	102.29	29.38	93.4	0.5
20120510	10:38:34	102.18	29.3	93.3	0.5
20120510	10:43:15	102.18	29.26	93.25	0
20120510	10:47:55	102.29	29.14	93.15	0.5
20120510	10:52:36	102.18	29.1	93.05	0.25
20120510	10:57:17	102.29	28.98	92.95	0
20120510	11:01:58	102.29	28.98	92.9	0
20120510	11:06:39	102.18	28.86	92.8	0.25
20120510	11:11:20	102.18	28.9	92.85	0
20120510	11:16:00	102.29	28.9	92.8	0.25
20120510	11:20:41	101.96	28.78	92.65	1
20120510	11:25:22	102.29	28.7	92.55	0
20120510	11:30:03	102.29	28.66	92.55	0.75
20120510	11:34:44	102.29	28.62	92.5	0
20120510	11:39:25	102.29	28.58	92.45	0.25
20120510	11:44:05	102.29	28.42	92.25	0
20120510	11:48:46	102.18	28.46	92.3	0
20120510	11:53:27	102.18	28.46	92.3	0.5
20120510	11:58:08	102.29	28.42	92.25	0.25
20120511	12:02:49	102.18	28.42	92.2	0
20120511	12:07:30	102.29	28.3	92.05	0
20120511	12:12:10	102.07	28.3	92.05	0.5
20120511	12:16:51	102.18	28.3	92.05	0
20120511	12:21:32	102.18	28.18	91.95	0

20120511	12:26:13	102.29	28.14	91.85	0
20120511	12:30:54	102.29	27.98	91.65	0
20120511	12:35:35	102.18	27.82	91.45	0.25
20120511	12:40:15	102.18	27.78	91.45	0
20120511	12:44:56	102.18	27.78	91.45	0.25
20120511	12:49:37	102.29	27.74	91.35	0.25
20120511	12:54:18	102.18	27.7	91.35	0
20120511	12:58:59	102.29	27.66	91.3	0.75
20120511	1:03:39	101.96	27.58	91.2	0.75
20120511	1:08:20	102.18	27.58	91.2	0.25
20120511	1:13:01	102.29	27.58	91.2	0.25
20120511	1:17:42	102.29	27.62	91.25	0
20120511	1:22:23	102.18	27.66	91.25	0.25
20120511	1:27:04	102.29	27.66	91.25	0
20120511	1:31:44	102.18	27.66	91.3	0
20120511	1:36:25	102.07	27.66	91.25	0.25
20120511	1:41:06	102.18	27.58	91.2	0
20120511	1:45:47	102.51	27.54	91.15	0
20120511	1:50:28	102.18	27.5	91.1	0
20120511	1:55:09	102.18	27.46	91.05	0.5
20120511	1:59:49	102.18	27.42	91	0.5
20120511	2:04:30	102.18	27.42	90.95	0.5
20120511	2:09:11	102.18	27.46	91	0.25
20120511	2:13:52	102.18	27.42	90.95	0.5
20120511	2:18:33	102.18	27.34	90.85	0.75
20120511	2:23:14	102.07	27.26	90.8	0.25
20120511	2:27:54	102.18	27.26	90.8	1
20120511	2:32:35	102.18	27.3	90.85	0.75
20120511	2:37:16	102.07	27.3	90.8	0.5
20120511	2:41:57	102.18	27.3	90.85	0.5
20120511	2:46:38	102.29	27.3	90.8	0
20120511	2:51:19	102.07	27.3	90.8	0.75
20120511	2:55:59	102.07	27.26	90.8	0.25
20120511	3:00:40	102.07	27.26	90.8	0.5
20120511	3:00:40	102.07	27.26	90.8	0.5

20120511	3:10:02	102.18	27.22	90.7	0.5
20120511	3:14:43	102.07	27.18	90.65	0.5
20120511	3:19:24	102.18	27.18	90.65	0.75
20120511	3:24:04	102.07	27.14	90.6	0.25
20120511	3:28:45	102.18	27.1	90.6	0.5
20120511	3:33:26	102.18	27.1	90.55	0.5
20120511	3:38:07	102.4	27.02	90.5	0.75
20120511	3:42:48	102.07	26.98	90.45	0.75
20120511	3:47:29	102.07	26.9	90.3	0.5
20120511	3:52:09	102.07	26.86	90.25	0.5
20120511	3:56:50	102.18	26.82	90.25	0.25
20120511	4:01:31	102.18	26.82	90.2	0.25
20120511	4:06:12	102.18	26.74	90.15	0.5
20120511	4:10:53	102.18	26.7	90.1	0.75
20120511	4:15:34	102.18	26.66	90	0.5
20120511	4:20:14	102.18	26.66	90.05	0.5
20120511	4:24:55	102.18	26.62	90	0.5
20120511	4:29:36	102.07	26.58	89.95	0.75
20120511	4:34:17	102.07	26.62	89.95	0.75
20120511	4:38:58	102.29	26.54	89.9	0.5
20120511	4:43:39	102.07	26.54	89.9	0.5
20120511	4:48:19	102.29	26.54	89.9	0.75
20120511	4:53:00	102.18	26.5	89.85	0.5
20120511	4:57:41	102.29	26.54	89.85	0.25
20120511	5:02:22	102.18	26.46	89.75	0.75
20120511	5:07:03	102.29	26.42	89.75	0.75
20120511	5:11:44	102.18	26.42	89.75	0.75
20120511	5:16:24	102.07	26.42	89.7	0.75
20120511	5:21:05	102.29	26.42	89.75	0.75
20120511	5:25:46	102.18	26.38	89.7	1
20120511	5:30:27	102.18	26.3	89.6	0.75
20120511	5:35:08	102.18	26.34	89.6	0.75
20120511	5:39:49	102.29	26.26	89.55	0.75
20120511	5:44:29	102.29	26.26	89.55	1
20120511	5:49:10	102.29	26.26	89.55	0.5

20120511	5:53:51	102.18	26.26	89.55	0.25
20120511	5:58:32	102.29	26.3	89.55	0.5
20120511	6:03:13	102.4	26.3	89.6	0.75
20120511	6:07:54	102.29	26.3	89.55	0.5
20120511	6:12:34	102.51	26.3	89.6	1
20120511	6:17:15	102.29	26.38	89.7	0.75
20120511	6:21:56	102.29	26.5	89.85	0.5
20120511	6:26:37	102.29	26.54	89.9	0.5
20120511	6:31:18	102.29	26.62	89.95	0.5
20120511	6:35:59	102.29	26.7	90.1	0.5
20120511	6:40:39	102.18	26.86	90.25	0
20120511	6:45:20	102.29	26.94	90.35	0
20120511	6:50:01	102.29	27.02	90.5	0
20120511	6:54:42	102.29	27.18	90.7	0
20120511	6:59:23	102.4	27.34	90.9	0
20120511	7:04:04	102.18	27.3	90.85	0.5
20120511	7:08:44	102.29	27.34	90.95	0.75
20120511	7:13:25	102.18	27.66	91.3	0.25
20120511	7:18:06	102.29	27.74	91.35	0.75
20120511	7:22:47	102.51	27.9	91.55	0.75
20120511	7:27:28	102.29	27.94	91.6	0.75
20120511	7:32:09	102.29	28.14	91.95	0.75
20120511	7:36:49	102.29	28.26	92.05	1
20120511	7:41:30	102.29	28.46	92.25	0.75
20120511	7:46:11	102.18	28.58	92.45	0.5
20120511	7:50:52	102.18	28.74	92.65	1
20120511	7:55:33	102.29	28.86	92.85	0.5
20120511	8:00:14	102.29	29.02	92.95	0.5
20120511	8:04:54	102.29	29.22	93.25	0.5
20120511	8:09:35	102.4	29.62	93.7	0
20120511	8:14:16	102.18	29.82	94	0.25
20120511	8:18:57	102.29	29.9	94.05	0.75
20120511	8:23:38	102.18	30.3	94.6	0.25
20120511	8:28:19	102.18	30.7	95.1	0
20120511	8:32:59	102.4	30.78	95.2	0.25

20120511	8:37:40	102.29	30.86	95.3	0.25
20120511	8:42:21	102.4	30.86	95.3	0.5
20120511	8:47:02	102.29	30.94	95.4	0.5
20120511	8:51:43	102.18	31.06	95.55	0
20120511	8:56:24	102.29	31.42	96	0.5
20120511	9:01:06	102.29	31.7	96.35	0.25
20120511	9:05:53	102.2	31.98	96.65	0
20120511	9:10:47	102.29	31.74	96.35	1.5
20120511	9:15:27	102.29	32.02	96.7	0.75
20120511	9:20:14	102.29	32.14	96.9	0.25
20120511	9:24:54	102.29	32.42	97.25	0
20120511	9:29:35	102.18	32.66	97.55	0.25
20120511	9:34:15	102.18	32.94	97.9	0
20120511	9:38:56	102.18	33.22	98.2	0
20120511	9:43:38	102.1	32.9	97.8	1
20120511	9:48:30	102.18	32.86	97.8	0.5
20120511	9:53:12	102.18	33.5	98.55	0.5
20120511	9:57:53	102.18	33.58	98.65	0.25
20120511	10:02:34	102.18	33.82	99	0.75
20120511	10:07:15	102.51	33.38	98.45	1.5
20120511	10:11:59	102.18	33.74	98.85	0.25
20120511	10:16:42	102.18	33.3	98.3	1.25
20120511	10:21:25	102.29	34.06	99.3	0.25
20120511	10:26:07	102.07	34.18	99.45	1
20120511	10:30:50	102.18	34.54	99.9	0
20120511	10:35:33	102.18	34.54	99.9	0.5
20120511	10:40:15	102.18	34.86	100.25	0
20120511	10:44:56	102.18	34.86	100.25	0.5
20120511	10:49:37	102.18	34.38	99.65	0.25
20120511	10:54:18	102.07	34.38	99.7	0.25
20120511	10:59:02	102.07	34.5	99.8	1
20120511	11:03:46	102.07	34.94	100.35	0.25
20120511	11:08:27	102.07	34.94	100.35	0.25
20120511	11:13:08	102.07	35.18	100.65	0.25
20120511	11:17:49	102.4	35.42	100.95	0.75

20120511	11:22:31	102.07	35.62	101.2	0.75
20120511	11:27:12	102.07	35.22	100.75	0.5
20120511	11:31:53	102.07	35.02	100.5	0.25
20120511	11:36:34	102.07	35.3	100.85	0.75
20120511	11:41:15	102.07	35.78	101.4	0.75
20120511	11:45:56	102.4	35.54	101.1	0.75
20120511	11:50:37	102.07	35.86	101.55	0.25
20120511	11:55:19	102.07	35.9	101.6	0.5
20120511	12:00:00	101.85	36.14	101.85	0.5
20120511	12:04:41	101.96	35.9	101.55	1
20120511	12:09:22	101.96	36.1	101.85	0.25
20120511	12:14:03	101.85	36.38	102.1	0.75
20120511	12:18:44	101.96	36.22	101.95	0.75
20120511	12:23:26	101.96	36.42	102.2	0.5
20120511	12:28:07	102.07	36.3	102.1	0.25
20120511	12:32:48	102.07	36.22	102	0.5
20120511	12:37:29	101.96	36.14	101.8	1
20120511	12:42:10	101.96	36.42	102.2	0.5
20120511	12:46:51	101.96	35.82	101.45	1
20120511	12:51:32	101.85	35.9	101.55	0.5
20120511	12:56:14	101.63	35.78	101.45	1
20120511	1:00:55	101.85	35.78	101.45	0.75
20120511	1:05:36	101.85	35.7	101.35	1
20120511	1:10:17	102.07	35.98	101.65	0.75
20120511	1:14:58	101.96	36.22	102	0.5
20120511	1:19:39	101.85	35.98	101.65	1
20120511	1:24:20	101.74	36.02	101.7	0.5
20120511	1:29:02	101.85	36.14	101.85	0.25
20120511	1:33:43	101.85	36.06	101.75	1.25
20120511	1:38:24	101.85	36.14	101.85	0.75
20120511	1:43:05	101.85	36.18	101.9	1
20120511	1:47:46	101.85	36.02	101.8	0.5
20120511	1:52:27	101.85	36.1	101.85	0.75
20120511	1:57:08	101.74	36.22	101.95	1.25
20120511	2:01:50	101.85	36.14	101.85	0.75

20120511	2:06:31	101.74	36.34	102.1	0.75
20120511	2:11:12	101.85	36.54	102.4	0.5
20120511	2:15:53	101.74	36.58	102.45	0.75
20120511	2:20:34	101.85	36.3	102.05	0.5
20120511	2:25:15	101.85	36.38	102.2	0.5
20120511	2:29:56	101.74	36.26	102.05	0.25
20120511	2:34:38	101.85	36.06	101.8	0.5
20120511	2:39:19	101.85	35.82	101.45	0.5
20120511	2:44:00	101.85	35.5	101.05	0.5
20120511	2:48:41	101.85	35.42	100.95	0.25
20120511	2:53:22	101.74	35.3	100.8	1
20120511	2:58:03	101.74	34.86	100.25	0.75
20120511	3:02:45	101.74	34.94	100.4	0.5
20120511	3:07:26	101.74	34.9	100.35	1
20120511	3:12:07	101.74	35.1	100.6	0.25
20120511	3:16:48	101.74	35.34	100.85	0.25
20120511	3:21:29	101.85	35.22	100.7	0.75
20120511	3:26:10	101.85	35.38	100.95	0.5
20120511	3:30:51	101.85	35.38	100.9	0.5
20120511	3:35:33	101.85	35.18	100.65	0.5
20120511	3:40:14	101.74	34.94	100.4	0.5
20120511	3:44:55	101.96	34.74	100.15	0.5
20120511	3:49:36	101.85	34.86	100.25	0.75
20120511	3:54:17	101.85	34.7	100.1	0.5
20120511	3:58:58	101.85	34.74	100.15	0.25
20120511	4:03:39	101.85	34.58	99.95	0.5
20120511	4:08:20	101.85	34.62	99.95	0.5
20120511	4:13:01	101.85	34.42	99.75	0.5
20120511	4:17:42	101.63	34.14	99.4	0.25
20120511	4:22:23	101.85	33.98	99.15	0.5
20120511	4:27:04	101.74	33.82	98.95	0.25
20120511	4:31:45	101.85	33.74	98.9	0
20120511	4:36:25	101.85	33.66	98.8	0.25
20120511	4:41:06	101.85	33.58	98.7	0.25
20120511	4:45:47	101.85	33.3	98.35	0.25

20120511	4:50:28	101.85	33.06	98.05	0.5
20120511	4:55:09	101.85	32.78	97.7	0.25
20120511	4:59:50	101.74	32.54	97.35	0.75
20120511	5:04:30	101.85	32.46	97.3	0.75
20120511	5:09:11	101.52	32.3	97.1	0.5
20120511	5:13:52	101.85	32.3	97.05	1
20120511	5:18:33	101.85	32.18	96.95	0.25
20120511	5:23:14	101.85	32.14	96.9	0.25
20120511	5:27:55	101.96	32.1	96.85	0
20120511	5:32:35	101.96	32.06	96.8	0
20120511	5:37:16	101.96	32.02	96.7	0.25
20120511	5:41:57	101.96	31.94	96.65	0.5
20120511	5:46:38	101.85	31.82	96.5	0.25
20120511	5:51:19	101.96	31.74	96.35	0
20120511	5:56:00	101.96	31.62	96.25	0.25
20120511	6:00:40	101.85	31.58	96.2	0.25
20120511	6:05:21	101.96	31.5	96.1	0.25
20120511	6:10:02	101.96	31.46	96.05	0
20120511	6:14:43	102.07	31.38	95.95	0
20120511	6:19:24	101.96	31.34	95.9	0
20120511	6:24:05	102.07	31.26	95.75	0.25
20120511	6:28:45	102.07	31.18	95.65	0.25
20120511	6:33:26	102.07	31.14	95.6	0
20120511	6:38:07	102.07	31.06	95.55	0
20120511	6:42:48	102.07	30.98	95.45	0
20120511	6:47:29	102.07	30.9	95.3	0
20120511	6:52:10	102.07	30.82	95.2	0
20120511	6:56:50	102.07	30.74	95.15	0
20120511	7:01:31	102.07	30.74	95.1	0
20120511	7:06:12	102.07	30.66	95	0.25
20120511	7:10:53	102.07	30.62	95	0
20120511	7:15:34	102.07	30.66	95	0
20120511	7:20:15	102.07	30.66	95.05	0
20120511	7:24:55	102.07	30.62	95	0
20120511	7:29:36	102.07	30.62	95	0

20120511	7:34:17	102.07	30.54	94.85	0
20120511	7:38:58	102.4	30.46	94.8	0
20120511	7:43:39	102.07	30.38	94.65	0.25
20120511	7:48:20	102.07	30.26	94.55	0.75
20120511	7:53:00	102.07	30.22	94.5	0
20120511	7:57:41	102.07	30.22	94.5	0
20120511	8:02:22	102.18	30.18	94.4	0
20120511	8:07:03	102.18	30.1	94.35	0
20120511	8:11:44	102.29	30.02	94.2	0
20120511	8:16:25	102.18	30.02	94.25	0
20120511	8:21:05	102.07	29.9	94.1	0
20120511	8:25:46	102.18	29.98	94.15	0
20120511	8:30:27	102.18	29.94	94.1	0
20120511	8:35:08	102.29	29.94	94.1	0
20120511	8:39:49	102.18	29.94	94.1	0.25
20120511	8:44:30	102.18	29.98	94.15	0
20120511	8:49:10	102.18	29.78	93.95	0
20120511	8:53:51	102.18	29.82	94	0
20120511	8:58:32	102.18	29.7	93.8	0
20120511	9:03:13	102.29	29.66	93.8	0.25
20120511	9:07:54	102.18	29.62	93.75	0
20120511	9:12:35	102.18	29.54	93.65	1
20120511	9:17:15	102.18	29.54	93.65	0.25
20120511	9:21:56	102.18	29.54	93.6	0.5
20120511	9:26:37	102.18	29.5	93.6	0.75
20120511	9:31:18	102.18	29.42	93.5	0
20120511	9:35:59	102.18	29.42	93.5	0
20120511	9:40:40	102.18	29.42	93.45	0.5
20120511	9:45:20	102.18	29.34	93.4	0.5
20120511	9:50:01	102.18	29.38	93.45	0
20120511	9:54:42	102.18	29.34	93.35	0
20120511	9:59:23	102.29	29.3	93.35	0.5
20120511	10:04:04	102.18	29.18	93.2	0.25
20120511	10:08:45	102.18	29.26	93.3	0
20120511	10:13:25	102.18	29.26	93.25	0.5

20120511	10:18:06	102.18	29.26	93.25	0.25
20120511	10:22:47	102.18	29.26	93.25	0.25
20120511	10:27:28	102.29	29.18	93.2	0.25
20120511	10:32:09	102.18	29.18	93.2	0.25
20120511	10:36:50	102.18	29.1	93.05	0.5
20120511	10:41:30	101.96	29.06	93	0.25
20120511	10:46:11	102.07	29.02	93	0
20120511	10:50:52	102.18	29.02	92.95	0.5
20120511	10:55:33	102.18	28.9	92.85	0
20120511	11:00:14	102.18	28.94	92.95	0.25
20120511	11:04:55	102.18	28.9	92.85	0.25
20120511	11:09:35	102.18	28.9	92.85	0.25
20120511	11:14:16	102.18	28.78	92.7	0.25
20120511	11:18:57	102.18	28.78	92.7	0
20120511	11:23:38	102.18	28.66	92.55	0.25
20120511	11:28:19	102.29	28.62	92.45	0.5
20120511	11:33:00	102.07	28.66	92.55	0.5
20120511	11:37:40	102.18	28.62	92.5	0.75
20120511	11:42:21	102.18	28.62	92.45	0.25
20120511	11:47:02	102.18	28.58	92.45	0.25
20120511	11:51:43	102.07	28.62	92.45	0.25
20120511	11:56:24	102.18	28.62	92.45	0
20120512	12:01:04	102.18	28.62	92.45	0.5
20120512	12:05:45	102.18	28.58	92.45	0.75
20120512	12:10:26	102.18	28.58	92.45	0.5
20120512	12:15:07	102.07	28.58	92.45	0
20120512	12:19:48	102.29	28.54	92.35	0.25
20120512	12:24:29	102.18	28.5	92.35	0.75
20120512	12:29:09	102.18	28.46	92.25	0
20120512	12:33:50	102.18	28.34	92.15	0.5
20120512	12:38:31	102.18	28.3	92.05	0.75
20120512	12:43:12	102.18	28.3	92.05	0.75
20120512	12:47:53	102.18	28.3	92.1	0.75
20120512	12:52:34	102.07	28.3	92.05	0.5
20120512	12:57:14	102.18	28.26	92.05	0.75

20120512	1:01:55	102.18	28.26	92.05	0.25
20120512	1:06:36	102.18	28.22	92	0.25
20120512	1:11:17	102.18	28.22	91.95	0
20120512	1:15:58	102.18	28.14	91.9	0.5
20120512	1:20:39	102.07	28.06	91.75	0.25
20120512	1:25:19	102.29	27.98	91.65	0.5
20120512	1:30:00	102.18	27.98	91.7	0.25
20120512	1:34:41	102.18	28.02	91.75	0.25
20120512	1:39:22	102.18	28.02	91.7	0
20120512	1:44:03	102.18	28.02	91.75	0.25
20120512	1:48:44	102.18	28.02	91.7	0.25
20120512	1:53:24	102.18	27.98	91.65	0
20120512	1:58:05	102.07	27.98	91.7	0.25
20120512	2:02:46	102.18	27.94	91.65	0.25
20120512	2:07:27	102.07	27.98	91.65	0.25
20120512	2:12:08	102.18	27.9	91.55	0.25
20120512	2:16:49	102.18	27.86	91.55	0.75
20120512	2:21:29	102.18	27.9	91.6	0
20120512	2:26:10	102.07	27.74	91.4	0.5
20120512	2:30:51	102.18	27.74	91.4	0
20120512	2:35:32	102.07	27.7	91.35	0.25
20120512	2:40:13	102.18	27.74	91.35	0
20120512	2:44:54	102.07	27.7	91.35	0
20120512	2:49:34	102.07	27.66	91.3	0
20120512	2:54:15	102.07	27.66	91.3	0.5
20120512	2:58:56	102.18	27.62	91.25	0.5
20120512	3:03:37	102.18	27.62	91.2	0
20120512	3:08:18	102.07	27.58	91.15	0
20120512	3:12:59	101.96	27.58	91.15	0
20120512	3:17:39	102.07	27.5	91.1	0
20120512	3:22:20	102.07	27.46	91	0
20120512	3:27:01	102.07	27.46	91.05	0
20120512	3:31:42	102.4	27.5	91.05	0
20120512	3:36:23	102.18	27.46	91.05	0
20120512	3:41:04	102.18	27.46	91	0

20120512	3:45:44	102.07	27.38	90.95	0
20120512	3:50:25	102.07	27.42	90.95	0.25
20120512	3:55:06	102.07	27.34	90.9	0
20120512	3:59:47	102.07	27.34	90.85	0
20120512	4:04:28	102.07	27.22	90.75	0.25
20120512	4:09:09	102.18	27.22	90.75	0
20120512	4:13:49	102.07	27.26	90.8	0.5
20120512	4:18:30	102.18	27.26	90.8	0
20120512	4:23:11	102.18	27.26	90.75	0
20120512	4:27:52	102.07	27.26	90.75	0
20120512	4:32:33	102.07	27.26	90.75	0
20120512	4:37:14	102.18	27.22	90.75	0
20120512	4:41:54	102.07	27.26	90.75	0
20120512	4:46:35	102.18	27.22	90.75	0
20120512	4:51:16	102.18	27.22	90.7	0.5
20120512	4:55:57	102.07	27.22	90.75	0
20120512	5:00:38	102.07	27.1	90.6	0.25
20120512	5:05:19	102.07	27.1	90.6	0.5
20120512	5:09:59	102.07	27.1	90.6	0
20120512	5:14:40	102.07	27.06	90.55	0.25
20120512	5:19:21	102.18	26.98	90.4	0.25
20120512	5:24:02	102.18	26.94	90.4	0.75
20120512	5:28:43	102.18	26.94	90.35	0.5
20120512	5:33:24	102.29	26.94	90.35	0.5
20120512	5:38:04	102.29	26.9	90.3	0.5
20120512	5:42:45	101.96	26.82	90.25	0.75
20120512	5:47:26	102.29	26.82	90.2	0.75
20120512	5:52:07	102.18	26.78	90.2	0.5
20120512	5:56:48	102.07	26.74	90.1	0.75
20120512	6:01:29	102.07	26.74	90.15	0.75
20120512	6:06:09	102.18	26.74	90.15	0.75
20120512	6:10:50	102.18	26.78	90.2	0.5
20120512	6:15:31	102.18	26.86	90.3	0
20120512	6:20:12	102.18	26.98	90.45	0
20120512	6:24:53	102.18	27.1	90.55	0

20120512	6:29:34	102.18	27.14	90.6	0.5
20120512	6:34:14	102.18	27.22	90.7	0.5
20120512	6:38:55	102.07	27.34	90.9	0
20120512	6:43:36	102.07	27.5	91.1	0.5
20120512	6:48:17	102.18	27.62	91.25	0.5
20120512	6:52:58	102.18	27.62	91.25	1
20120512	6:57:39	102.18	27.66	91.25	1
20120512	7:02:19	102.07	27.82	91.45	0.5
20120512	7:07:00	101.96	28.06	91.75	0
20120512	7:11:41	102.18	28.22	92	0.25
20120512	7:16:22	102.29	28.34	92.15	0.25
20120512	7:21:03	102.18	28.46	92.25	0.5
20120512	7:25:44	102.18	28.78	92.65	0
20120512	7:30:24	102.29	28.86	92.75	1
20120512	7:35:05	102.18	29.02	93	0.25
20120512	7:39:46	102.18	29.1	93.05	1.25
20120512	7:44:27	102.29	29.26	93.3	0.25
20120512	7:49:08	102.29	29.34	93.35	0.75
20120512	7:53:49	102.18	29.38	93.45	0.25
20120512	7:58:29	102.29	29.62	93.75	0.75
20120512	8:03:10	102.18	29.7	93.8	0.5
20120512	8:07:51	102.29	29.86	94.05	0.25
20120512	8:12:32	102.29	30.06	94.25	0.25
20120512	8:17:13	102.29	30.26	94.55	0
20120512	8:21:54	102.18	30.54	94.85	0
20120512	8:26:34	102.29	30.58	94.95	0.75
20120512	8:31:15	102.18	30.7	95.1	0
20120512	8:35:56	102.29	30.86	95.3	0.5
20120512	8:40:37	102.29	31.06	95.55	0.5
20120512	8:45:18	102.18	31.22	95.75	0.5
20120512	8:49:58	102.18	31.22	95.7	1
20120512	8:54:39	102.18	31.26	95.75	1.25
20120512	8:59:20	102.18	31.5	96.1	0
20120512	9:04:01	102.4	31.7	96.35	1.25
20120512	9:08:42	102.29	31.9	96.55	0.25

20120512	9:13:23	102.18	31.86	96.55	1.5
20120512	9:18:03	102.07	32.22	97	0.5
20120512	9:22:44	102.18	32.38	97.15	0.5
20120512	9:27:25	102.18	32.38	97.2	0.25
20120512	9:32:06	102.18	32.5	97.3	0
20120512	9:36:47	102.29	32.78	97.7	0.25
20120512	9:41:28	102.18	32.66	97.5	0.5
20120512	9:46:08	102.18	32.74	97.6	0.25
20120512	9:50:49	102.18	32.78	97.7	0.5
20120512	9:55:30	102.18	32.7	97.55	1.75
20120512	10:00:11	102.18	33.14	98.1	0.25
20120512	10:04:52	102.07	33.7	98.85	0
20120512	10:09:31	102.18	33.22	98.25	1.5
20120512	10:14:12	102.18	33.58	98.65	0
20120512	10:18:52	102.07	33.66	98.75	0
20120512	10:23:33	102.29	33.9	99.05	0
20120512	10:28:14	102.18	33.82	98.95	0
20120512	10:32:55	102.07	34.38	99.65	0.75
20120512	10:37:36	102.18	34.62	99.95	0.5
20120512	10:42:17	102.07	34.26	99.55	0.75
20120512	10:46:58	102.07	34.54	99.85	0.75
20120512	10:51:39	102.07	34.54	99.85	1.5
20120512	10:56:19	102.07	34.78	100.15	0.75
20120512	11:01:01	102.07	34.74	100.15	1.5
20120512	11:05:42	102.07	34.86	100.3	0
20120512	11:10:23	102.07	34.86	100.25	0
20120512	11:15:04	101.96	34.78	100.15	0.25
20120512	11:19:45	102.07	34.9	100.3	0
20120512	11:24:26	101.96	34.98	100.45	0.75
20120512	11:29:07	102.18	35.1	100.6	1.5
20120512	11:33:48	102.07	34.78	100.2	0.25
20120512	11:38:29	102.07	35.06	100.55	0.25
20120512	11:43:11	102.07	35.58	101.2	0
20120512	11:47:52	101.96	35.82	101.4	0.25
20120512	11:52:33	101.96	35.26	100.85	1.25

20120512	11:57:14	101.96	35.82	101.45	0.25
20120512	12:01:55	101.74	35.66	101.25	0.75
20120512	12:06:36	101.96	35.34	100.9	1.5
20120512	12:11:17	101.96	35.26	100.8	1
20120512	12:15:59	101.96	35.66	101.25	0.75
20120512	12:20:40	102.07	35.5	101.05	1.25
20120512	12:25:21	101.96	36.18	101.95	0
20120512	12:30:02	101.85	36.46	102.25	0
20120512	12:34:43	102.07	36.86	102.75	0.25
20120512	12:39:24	101.85	37.02	103	0.25
20120512	12:44:06	101.74	37.46	103.5	0.25
20120512	12:48:47	101.85	37.54	103.65	0
20120512	12:53:28	101.96	37.66	103.75	0.25
20120512	12:58:09	101.96	36.78	102.65	0.75
20120512	1:02:50	101.96	36.66	102.55	1.25
20120512	1:07:31	101.74	36.66	102.55	1
20120512	1:12:12	101.85	36.14	101.85	0.5
20120512	1:16:54	101.85	36.02	101.75	0.25
20120512	1:21:35	101.85	36.22	102.05	1.25
20120512	1:26:16	101.85	36.14	101.9	0.75
20120512	1:30:57	101.85	36.34	102.1	0.25
20120512	1:35:38	101.85	36.22	102	0.25
20120512	1:40:19	101.74	35.98	101.65	0.5
20120512	1:45:00	101.85	36.22	101.95	0
20120512	1:49:42	101.85	36.34	102.1	0.5
20120512	1:54:23	101.74	36.46	102.25	0.25
20120512	1:59:04	101.85	36.06	101.75	1
20120512	2:03:45	101.96	36.34	102.15	0.25
20120512	2:08:26	101.74	36.02	101.75	1.25
20120512	2:13:07	101.85	36.1	101.8	0.25
20120512	2:17:48	101.85	36.14	101.85	0
20120512	2:22:30	101.85	35.94	101.6	0
20120512	2:27:11	101.85	35.7	101.3	0
20120512	2:31:52	101.96	35.34	100.85	0.25
20120512	2:36:33	101.96	35.06	100.5	0

20120512	2:41:14	101.74	34.94	100.4	0
20120512	2:45:55	101.85	34.86	100.3	0.5
20120512	2:50:36	101.85	35.06	100.5	0
20120512	2:55:18	101.85	34.98	100.4	0.5
20120512	2:59:59	101.85	35.06	100.5	0
20120512	3:04:40	102.18	35.06	100.55	0
20120512	3:09:21	101.85	35.06	100.55	0
20120512	3:14:02	101.85	34.82	100.25	0.5
20120512	3:18:43	101.74	34.78	100.2	0.75
20120512	3:23:24	101.85	34.14	99.4	1
20120512	3:28:05	101.85	33.86	99	1
20120512	3:32:46	101.85	33.9	99.1	0
20120512	3:37:27	101.85	33.94	99.15	0.5
20120512	3:42:08	101.85	34.14	99.35	0
20120512	3:46:48	101.96	33.86	99	0.5
20120512	3:51:29	101.85	33.94	99.15	0.25
20120512	3:56:10	101.96	33.86	99	0.5
20120512	4:00:51	101.85	33.94	99.15	0
20120512	4:05:32	101.96	33.98	99.2	0.25
20120512	4:10:13	101.85	34.02	99.2	0
20120512	4:14:53	101.85	34.02	99.2	1
20120512	4:19:34	101.85	33.62	98.75	1.25
20120512	4:24:15	101.74	33.74	98.9	0
20120512	4:28:56	101.85	33.74	98.9	0
20120512	4:33:37	101.96	33.58	98.7	0
20120512	4:38:18	101.85	33.38	98.45	0
20120512	4:42:58	101.96	33.22	98.25	0.25
20120512	4:42:56	101.85	33.22	98.25	0.25
20120512	4:52:20	102.07	32.98	97.9	0
20120512	4:57:01	101.85	32.82	97.75	0
20120512	5:01:42	101.85	32.66	97.55	0.25
20120512	5:06:23	102.07	32.54	97.4	0
20120512	5:11:03	101.96	32.46	97.25	0
20120512	5:15:44	101.96	32.26	97.05	0.25
20120512	5:20:25	101.96	32.22	97	0.25

20120512	5:25:06	101.96	32.06	96.8	0.5
20120512	5:29:47	101.96	31.98	96.7	1
20120512	5:34:27	101.96	31.86	96.5	0.25
20120512	5:39:08	102.07	31.86	96.55	0.25
20120512	5:43:49	101.85	31.82	96.5	0.25
20120512	5:48:30	101.96	31.78	96.45	0
20120512	5:53:11	101.96	31.62	96.25	0.5
20120512	5:57:52	101.85	31.58	96.15	0
20120512	6:02:32	101.96	31.46	96.05	0.75
20120512	6:07:13	101.96	31.38	95.9	0
20120512	6:11:54	101.96	31.26	95.8	0.25
20120512	6:16:35	101.85	31.18	95.7	0.25
20120512	6:21:16	101.96	31.18	95.65	0
20120512	6:25:57	102.07	31.14	95.65	0.25
20120512	6:30:37	102.07	31.1	95.6	0
20120512	6:35:18	102.18	31.1	95.6	0.25
20120512	6:39:59	101.96	31.06	95.5	0
20120512	6:44:40	102.07	30.98	95.45	0.5
20120512	6:49:21	102.07	30.86	95.3	0.5
20120512	6:54:02	102.07	30.7	95.1	0.75
20120512	6:58:42	102.18	30.62	95	0.75
20120512	7:03:23	102.07	30.62	94.95	1
20120512	7:08:04	102.07	30.38	94.7	2.25
20120512	7:12:45	102.07	30.26	94.55	1.5
20120512	7:17:26	102.18	30.22	94.5	0.25
20120512	7:22:07	102.4	30.18	94.45	0.5
20120512	7:26:47	102.07	30.18	94.45	0
20120512	7:31:28	102.18	30.18	94.45	0
20120512	7:36:09	102.07	30.18	94.45	0
20120512	7:40:50	102.07	30.1	94.35	0
20120512	7:45:31	102.07	30.14	94.35	0
20120512	7:50:12	102.18	30.1	94.35	0
20120512	7:54:52	102.18	30.02	94.25	0
20120512	7:59:33	102.18	30.02	94.25	0
20120512	8:04:14	102.18	29.98	94.2	0

20120512	8:08:55	102.18	29.9	94.1	0
20120512	8:13:36	102.18	29.9	94.05	0
20120512	8:18:17	102.18	29.7	93.85	0.25
20120512	8:22:57	102.18	29.7	93.8	0.25
20120512	8:27:38	102.18	29.58	93.65	0
20120512	8:32:19	102.18	29.58	93.65	0
20120512	8:37:00	102.18	29.46	93.55	0.5
20120512	8:41:41	102.29	29.42	93.5	0
20120512	8:46:22	102.18	29.46	93.5	0
20120512	8:51:02	102.18	29.34	93.35	0.25
20120512	8:55:43	102.18	29.22	93.25	0.75
20120512	9:00:24	102.18	29.18	93.2	1.5
20120512	9:05:05	102.07	29.22	93.25	2.5
20120512	9:09:46	102.18	29.3	93.3	0.5
20120512	9:14:27	102.18	29.22	93.25	0.75
20120512	9:19:07	102.07	29.26	93.25	0.25
20120512	9:23:48	102.29	29.26	93.3	0
20120512	9:28:29	102.29	29.3	93.35	0
20120512	9:33:10	102.18	29.34	93.35	0.25
20120512	9:37:51	102.29	29.34	93.4	0
20120512	9:42:32	102.18	29.22	93.2	0.5
20120512	9:47:12	102.29	29.18	93.2	0.5
20120512	9:51:53	102.29	29.14	93.15	0.75
20120512	9:56:34	102.18	29.06	93	1
20120512	10:01:15	102.29	29.06	93.05	0.5
20120512	10:05:56	102.29	29.02	93	0.75
20120512	10:10:37	102.18	29.02	93	0.25
20120512	10:15:17	102.18	29.02	92.95	0.5
20120512	10:19:58	102.18	28.94	92.85	0.75
20120512	10:24:39	102.18	28.9	92.85	1.5
20120512	10:29:20	102.29	28.9	92.8	0.75
20120512	10:34:01	102.18	28.86	92.8	2.25
20120512	10:38:42	102.51	28.86	92.8	1.75
20120512	10:43:22	102.29	28.82	92.75	1.75
20120512	10:48:03	102.29	28.78	92.7	0.75

20120512	10:52:44	102.18	28.62	92.5	2
20120512	10:57:25	102.51	28.54	92.35	1.25
20120512	11:02:06	102.29	28.42	92.25	0.25
20120512	11:06:47	102.29	28.38	92.2	0.25
20120512	11:11:27	102.29	28.3	92.05	0.75
20120512	11:16:08	102.18	28.14	91.9	1.25
20120512	11:20:49	102.29	27.98	91.7	1.25
20120512	11:25:30	102.29	27.9	91.6	1
20120512	11:30:11	102.29	27.82	91.5	1.75
20120512	11:34:52	102.18	27.82	91.5	1.25
20120512	11:39:33	102.18	27.78	91.4	1.5
20120512	11:44:13	102.18	27.78	91.4	2
20120512	11:48:54	102.18	27.78	91.45	1.5
20120512	11:53:35	102.4	27.82	91.45	0.5
20120512	11:58:16	101.96	27.82	91.45	1
20120513	12:02:57	102.18	27.82	91.5	1
20120513	12:07:38	102.07	27.86	91.55	0.25
20120513	12:12:18	102.07	27.9	91.55	1.25
20120513	12:16:59	102.18	27.94	91.6	0.75
20120513	12:21:40	102.18	27.98	91.7	0.25
20120513	12:26:21	102.18	28.02	91.75	0.5
20120513	12:31:02	102.18	28.14	91.85	0.25
20120513	12:35:43	102.18	28.18	91.95	0.25
20120513	12:40:23	102.07	28.22	92	0.5
20120513	12:45:04	102.07	28.18	91.95	1
20120513	12:49:45	102.07	28.18	91.95	0.75
20120513	12:54:26	102.18	28.18	91.9	0.75
20120513	12:59:07	102.07	28.14	91.85	0.25
20120513	1:03:48	102.07	28.14	91.85	0
20120513	1:08:28	102.18	28.1	91.85	0.25
20120513	1:13:09	101.96	28.1	91.8	0
20120513	1:17:50	102.07	28.02	91.7	1.25
20120513	1:22:31	102.07	27.98	91.7	0.5
20120513	1:27:12	102.07	28.02	91.75	0.5
20120513	1:31:52	102.07	28.06	91.75	0.25

20120513	1:36:33	102.07	28.06	91.8	0.25
20120513	1:41:14	102.18	28.1	91.8	0
20120513	1:45:55	102.07	28.06	91.8	0.25
20120513	1:50:36	101.96	28.06	91.8	1
20120513	1:55:17	101.96	28.06	91.75	0.5
20120513	1:59:57	101.96	28.06	91.75	0.25
20120513	2:04:38	101.96	28.02	91.7	0.25
20120513	2:09:19	101.96	27.98	91.7	0.25
20120513	2:14:00	101.96	27.98	91.65	0.5
20120513	2:18:41	101.96	27.94	91.65	0
20120513	2:23:22	101.96	27.9	91.6	0.25
20120513	2:28:02	101.96	27.86	91.5	1.25
20120513	2:32:43	101.96	27.9	91.55	0
20120513	2:37:24	102.07	27.9	91.55	0
20120513	2:42:05	101.96	27.9	91.6	0.25
20120513	2:46:46	102.07	27.9	91.6	0.25
20120513	2:51:27	101.96	27.98	91.7	0
20120513	2:56:07	101.96	27.98	91.65	0.25
20120513	3:00:48	101.96	27.98	91.65	0.5
20120513	3:05:29	101.96	27.98	91.7	0.25
20120513	3:10:10	101.96	27.98	91.65	0.5
20120513	3:14:51	102.07	27.98	91.7	0.5
20120513	3:19:32	102.07	28.02	91.75	0
20120513	3:24:12	102.07	28.02	91.75	0.75
20120513	3:28:53	101.85	27.98	91.65	0.75
20120513	3:33:34	101.96	27.98	91.7	0.5
20120513	3:38:15	101.74	27.98	91.7	0.5
20120513	3:42:56	102.07	27.98	91.7	0.5
20120513	3:47:37	102.18	28.06	91.7	0.75
20120513	3:52:17	102.07	28.06	91.75	0.25
20120513	3:56:58	101.96	28.1	91.8	0.5
20120513	4:01:39	101.96	28.1	91.85	1
20120513	4:06:20	102.18	28.02	91.75	1
20120513	4:11:01	102.07	27.94	91.65	1.25
20120513	4:15:42	102.07	27.82	91.5	1.25

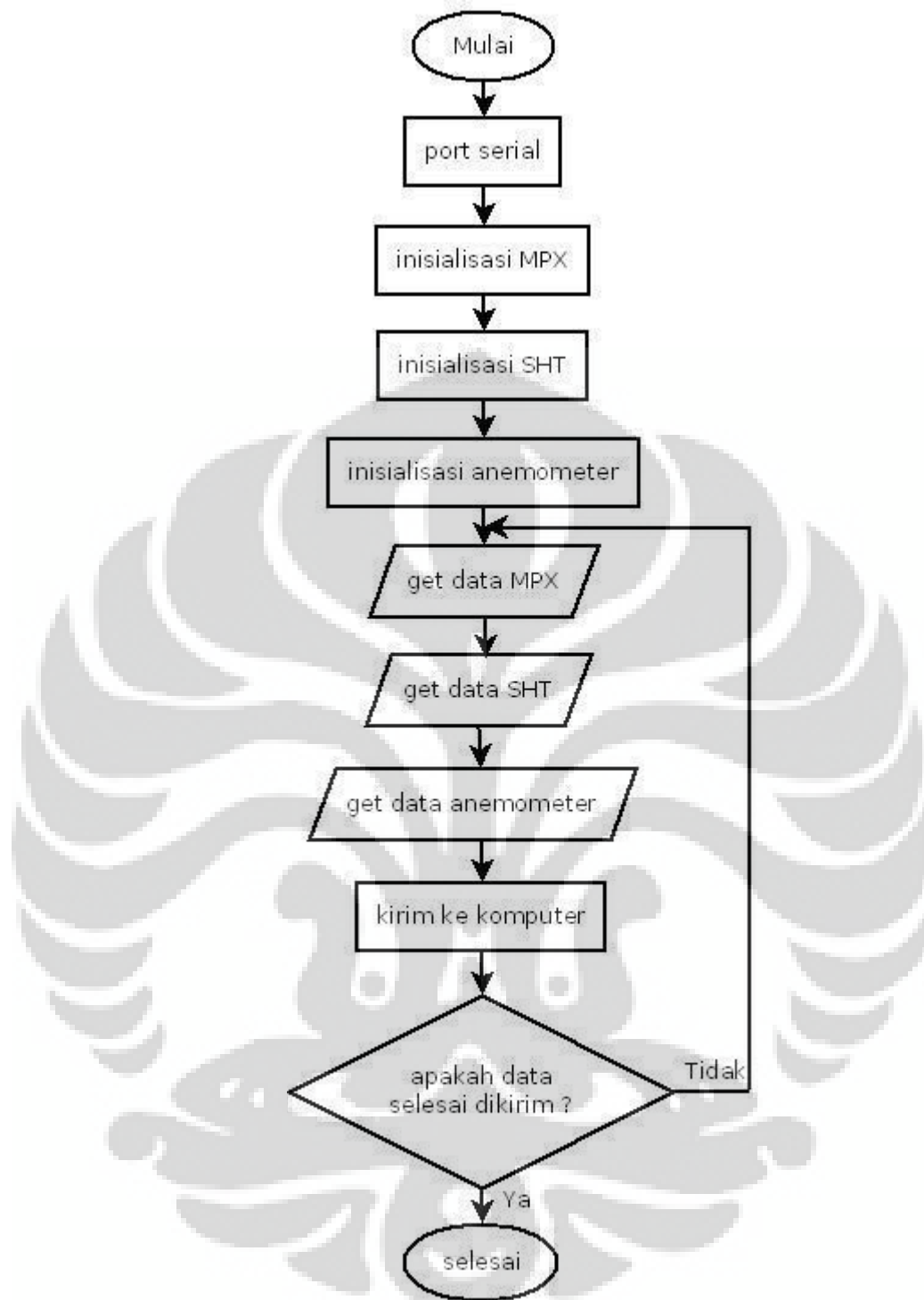
20120513	4:20:22	101.96	27.78	91.45	0.75
20120513	4:25:03	102.07	27.82	91.45	0.75
20120513	4:29:44	102.07	27.82	91.45	0.5
20120513	4:34:25	102.07	27.86	91.5	1.25
20120513	4:39:06	101.96	27.82	91.5	1
20120513	4:43:47	102.07	27.82	91.5	0.75
20120513	4:48:27	102.07	27.82	91.5	1
20120513	4:53:08	102.07	27.74	91.35	0.75
20120513	4:57:49	102.07	27.66	91.25	0.75
20120513	5:02:30	102.07	27.66	91.25	0.25
20120513	5:07:11	102.18	27.58	91.15	0.5
20120513	5:11:52	102.07	27.5	91.1	0
20120513	5:16:32	102.18	27.5	91.05	0.5
20120513	5:21:13	102.07	27.38	90.95	0.25
20120513	5:25:54	101.96	27.22	90.75	0.5
20120513	5:30:35	102.18	27.18	90.7	1
20120513	5:35:16	102.07	27.14	90.6	0.75
20120513	5:39:57	102.07	27.1	90.6	1.25
20120513	5:44:37	102.18	27.1	90.55	0.75
20120513	5:49:18	102.18	27.14	90.6	1.25
20120513	5:53:59	102.07	27.1	90.55	0.75
20120513	5:58:40	102.18	27.1	90.6	0.25
20120513	6:03:21	101.85	27.14	90.65	0.75
20120513	6:08:02	102.18	27.1	90.6	0.75
20120513	6:12:42	102.18	27.06	90.55	1.25
20120513	6:17:23	102.29	27.06	90.5	1.25
20120513	6:22:04	102.18	26.98	90.45	1.25
20120513	6:26:45	102.18	26.94	90.4	1
20120513	6:31:26	102.07	26.94	90.35	1.25
20120513	6:36:07	102.07	26.94	90.4	1.25
20120513	6:40:47	102.18	27.02	90.45	0.75
20120513	6:45:28	102.18	27.02	90.5	0.5
20120513	6:50:09	102.18	27.06	90.55	0.75
20120513	6:54:50	102.18	27.1	90.6	1.25
20120513	6:59:31	102.18	27.22	90.75	0.75

20120513	7:04:12	102.18	27.38	90.9	0.75
20120513	7:08:52	102.18	27.42	91	1
20120513	7:13:33	102.29	27.54	91.15	1.25
20120513	7:18:14	102.18	27.58	91.2	1.75
20120513	7:22:55	102.18	27.7	91.35	0.75
20120513	7:27:36	102.29	27.78	91.45	0.5
20120513	7:32:17	102.18	27.94	91.65	1.25
20120513	7:36:57	102.18	28.06	91.8	0.5
20120513	7:41:38	102.18	28.1	91.85	0.75
20120513	7:46:19	102.29	28.02	91.7	0.75
20120513	7:51:00	102.29	28.1	91.85	0.5
20120513	7:55:41	102.18	28.38	92.15	0.5
20120513	8:00:22	102.29	28.58	92.45	0.75
20120513	8:05:02	102.29	28.82	92.7	0.5
20120513	8:09:43	102.29	29.06	93.05	0.5
20120513	8:14:24	102.29	29.38	93.4	0.75
20120513	8:19:05	102.29	29.58	93.7	0.25
20120513	8:23:46	102.18	29.86	94.05	0.25
20120513	8:28:27	102.18	30.14	94.4	0.75
20120513	8:33:07	102.29	30.42	94.75	0.5
20120513	8:37:48	102.29	30.86	95.25	0.25
20120513	8:42:29	102.4	31.1	95.55	0.75
20120513	8:47:10	102.29	31.34	95.9	0.5
20120513	8:51:51	102.29	31.62	96.25	0.75
20120513	8:56:32	102.29	31.98	96.65	1
20120513	9:01:12	102.29	32.26	97.05	0.5
20120513	9:05:53	102.29	32.46	97.25	1.25
20120513	9:10:34	102.18	32.46	97.25	1
20120513	9:15:15	102.29	32.46	97.3	1
20120513	9:19:56	102.29	32.38	97.2	1.25
20120513	9:24:37	102.4	32.54	97.35	0.75
20120513	9:29:17	102.4	32.38	97.15	0.5
20120513	9:34:00	102.29	32.38	97.2	0.25
20120513	9:38:41	102.29	32.5	97.35	0.25
20120513	9:43:22	102.29	32.38	97.2	0.5

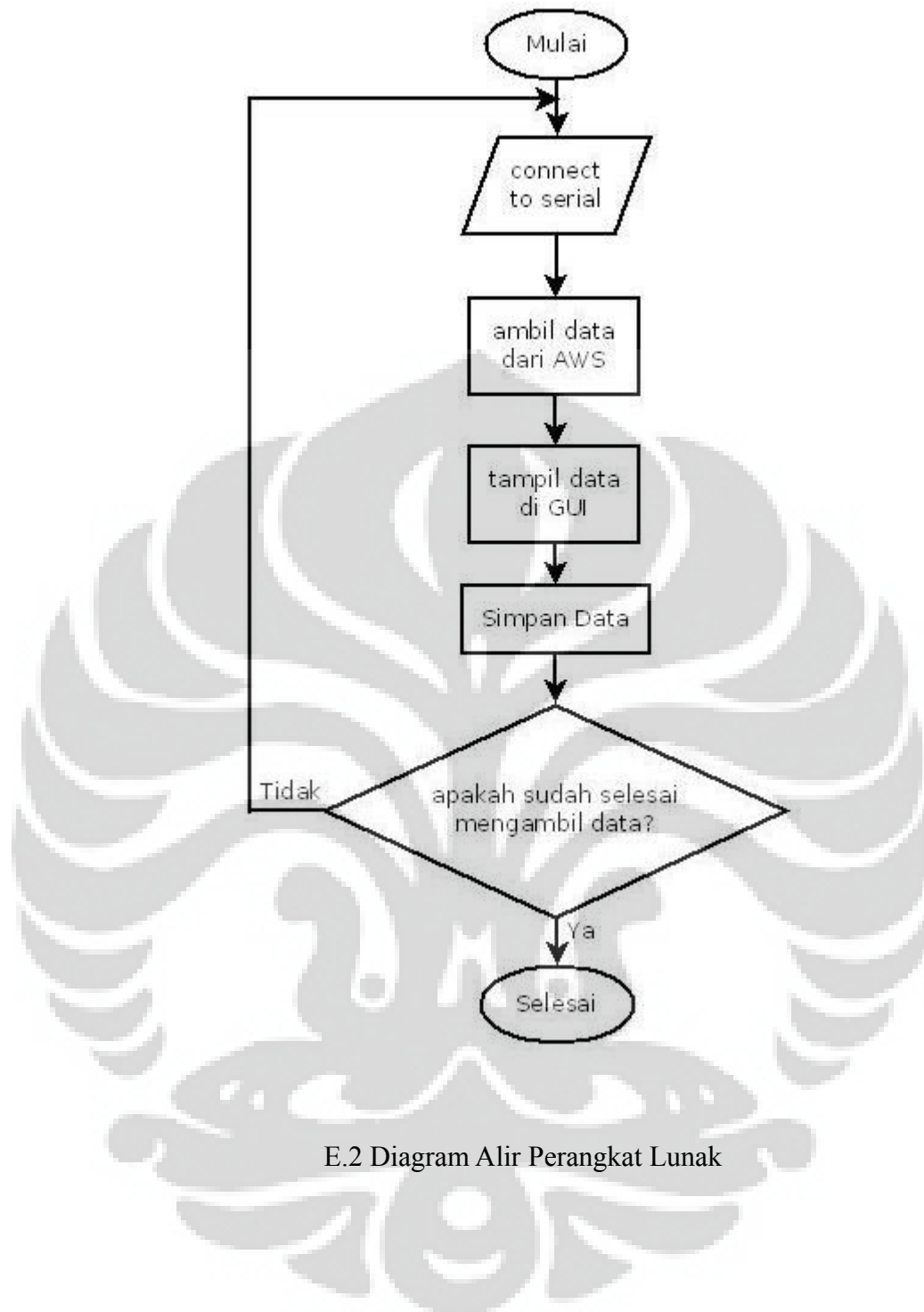
20120513	9:48:03	102.18	32.66	97.55	0.75
20120513	9:52:43	102.18	32.82	97.7	0.25
20120513	9:57:24	102.29	33.18	98.15	0.25
20120513	10:02:05	102.18	33.22	98.2	0.5
20120513	10:06:46	102.18	33.14	98.15	0.5
20120513	10:11:27	102.29	33.3	98.35	0.25
20120513	10:16:08	102.18	33.34	98.4	0.5
20120513	10:20:48	102.18	33.26	98.3	1.5
20120513	10:25:29	102.29	33.42	98.45	1.5
20120513	10:30:10	102.18	33.58	98.7	2
20120513	10:34:51	102.29	33.86	99.05	0.75

E Diagram Alir Perangkat Keras dan Perangkat Lunak AWS





E.1 Diagram Alir Perangkat Keras



E.2 Diagram Alir Perangkat Lunak

F Program Bahasa C AWS


```
#include "ioh83069.h"
#include "uart.h"
#include "delay.h"
#include "timer.h"
#include "interrupt.h"
#include "adc.h"
#include "sht11.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define MPX_ADC_CH      7           //Channel untuk adc mpx
#define MAX_BUF        50         //Maximum buffer

unsigned short counter;
unsigned short adcval,shtval;
int pressure,temperature,humidity,rhlinear,windspeed;

char buf[MAX_BUF];
unsigned char tmp[10];

void ISR_IRQ0 (void)
{
    ISR &= ~(1 << IRQ0E);
    counter++;
}

int main (void)
{
    //Inialisasi UART
    uart_init();
    //Inialisai adc
    adc_init();
    //Inialisasi SHT11
    sht11_init();
```

```
//Inisialisasi IRQ
IER = (1 << IRQ0E);
ISCR = (1 << IRQ0E);

//Inisialisasi variable
counter = 0;
windspeed = 0;

//Aktifkan semua interrupt
sei();

while(1) {
    //Tunda satu detik
    _delay_ms(1000);

    cli();

    //Ambil tekanan
    adcval = adc_getval_ch(MPX_ADC_CH);
    pressure = (adcval*11) + 830;
    sprintf(&buf[0],"%d.%02d,",pressure/100,pressure%100);
    uart_str(&buf[0]);

    //Ambil temperature
    sht11_temperature(&tmp[0]);
    shtval = (tmp[2] << 8)|tmp[1];
    temperature = (shtval*4) - 4010;
    sprintf(&buf[0],"%d.%02d,",temperature/100,temperature%100);
    uart_str(&buf[0]);

    //Kelembaban
    sht11_temperature(&tmp[0]);
    shtval = (tmp[2] << 8)|tmp[1];
```

```
40);  
    rhlinear = (26542-((54722*(shtval/65536))+shtval)*(shtval/65536)-  
    humidity = 655+(shtval*5)+(shtval*(15917/65536));  
    sprintf(&buf[0],"%d.%02d,",humidity/100,humidity%100);  
    uart_str(&buf[0]);  
  
    //Kecepatan angin  
    windspeed = counter * 25;  
    sprintf(&buf[0],"%d.%02d\r\n",windspeed/100,windspeed%100);  
    uart_str(&buf[0]);  
  
    counter = 0;  
    sei();  
    }  
    return 0;  
}
```