



**TUGAS AKHIR – TF 145565**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KADAR  
AIR BIJI KOPI PADA MESIN PENGERING BIJI KOPI  
BERBASIS PENJEJAK MATAHARI AKTIF DENGAN  
MIKROKONTROLER ATMEGA16**

**ARSHILA ARIADNA DWIROSSI**  
NRP. 2414 031 003

**DOSEN PEMBIMBING**  
Dr. Imam Abadi, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**



**FINAL PROJECT – TF145565**

***DESIGN AND BUILD OF MOISTURE MONITORING  
SYSTEM COFFEE SEED ON COFFEE SEED DRYER  
BASED SOLAR TRACKING WITH ATMEGA 16  
MICROCONTROLLER***

ARSHILA ARIADNA DWIROSSI  
NRP. 2414 031 003

*Counselor Lecturer*  
Dr. Imam Abadi, S.T., M.T.

*DIPLOMA III OF INSTRUMENT ENGINEERING  
DEPARTMENT OF INSTRUMENT ENGINEERING  
FACULTY OF VOKASI  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2017*



**TUGAS AKHIR - 145565**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KADAR  
AIR BIJI KOPI PADA MESIN PENGERING BIJI KOPI  
BERBASIS PENJEJAK MATAHARI AKTIF DENGAN  
MIKROKONTROLER ATMEGA16**

**ARSHILA ARIADNA DWIROSSI**  
NRP. 2414 031 003

**DOSEN PEMBIMBING**  
**Dr. Imam Abadi, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**  
**2017**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING  
KADAR AIR BIJI KOPI PADA MESIN PENERING  
BIJI KOPI BERBASIS PENJEJAK MATAHARI  
AKTIF DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA**

**16**

**TUGAS AKHIR**

**Oleh :**

**ARSHILA ARIADNA DWIROSSI**

**NRP. 2414 031 003**

Surabaya, 28 Juli 2017

Mengetahui / Menyetujui

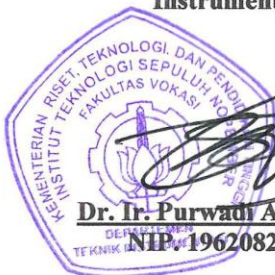
**Dosen Pembimbing**



**Dr. Imam Abadi, S.T., M.T.**

**NIP. 19761006 199903 1 002**

**Ketua Departemen Teknik  
Instrumentasi FV - ITS**



**Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc.**

**NIP. 19620822 198803 1 001**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING  
KADAR AIR BIJI KOPI PADA MESIN PENGERING  
BIJI KOPI BERBASIS PENJEJAK MATAHARI  
AKTIF DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA**

**16**






**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Program Studi D3 Teknik Instrumentasi  
Departemen Teknik Instrumentasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ARSHILA ARIADNA DWIROSSI**  
**NRP. 2414 031 003**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc.  Ketua Penguji
2. Dr. Imam Abadi, S.T., M.T.  Pembimbing
3. Hendra Cordova, S.T., M.T.  Dosen Penguji 1
4. Ir. Tutug Dhanardono, M.T.  Dosen Penguji 2
5. Detak Yan Pratama, S.T., M.Sc.  Dosen Penguji 3

**SURABAYA  
JULI, 2017**

# **RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KADAR AIR BIJI KOPI PADA MESIN PENGERING BIJI KOPI BERBASIS PENJEJAK MATAHARI AKTIF DENGAN MIKROKONTROLER ATMEGA16**

**Nama Mahasiswa : Arshila Ariadna Dwirossi**  
**NRP : 2414031003**  
**Jurusan : Departemen Teknik Instrumentasi FV ITS Prodi D3 Teknik Instrumentasi**  
**Dosen Pembimbing : Dr. Imam Abadi, S.T, M.T.**

## **Abstrak**

Pada tahun 2015/2016 Indonesia telah memproduksi kopi mencapai 691.000 ton yang terbagi dalam beberapa daerah penghasil kopi yang ada di Indonesia. Sesuai dengan Standard Nasional Indonesia kadar kopi yang dihasilkan yaitu harus mencapai lebih kurang 12,5%. Dimana tujuan pengeringan biji kopi adalah usaha untuk menurunkan kadar air dari biji kopi sesuai dengan standard tersebut dalam waktu tertentu yang terkadang membutuhkan waktu cukup lama,. Dengan adanya permasalahan tersebut, telah dirancang dan dibuat suatu sistem *monitoring* kadar air pada mesin pengering biji kopi berbasis penjejak matahari aktif dengan mikrokontroler ATMEGA 16. Percobaan ini menggunakan sensor SHT11 dimana data yang telah dibaca sensor akan dimunculkan dalam LCD dan dikontrol oleh mikrokontroler ATMEGA 16 yang digunakan untuk mengetahui kadar air biji kopi. Berdasarkan perbandingan pengukuran alat yang menggunakan penjejak matahari aktif satu sumbu dan dua sumbu. Penurunan kadar air dengan waktu yang lebih singkat yaitu dua sumbu selama 5 hari.

*Kata kunci : ATMEGA 16, SHT11 dan Module RTC*

**DESIGN OF MOISTURE MONITORING SYSTEM COFFEE  
SEED ON COFFEE SEED DRYER  
BASED SOLAR TRACKING WITH ATMEGA 16  
MICROCONTROLLER**

**Name** : Arshila Ariadna Dwirossi  
**NRP** : 2414 031 003  
**Department** : *Diploma III Of Instrument  
Engineering, Department Of  
Instrument Engineering FV-ITS*  
**Counselor Lecturer** : **Dr. Imam Abadi, S.T, M.T.**

***Abstract***

*In 2015/2016 Indonesia has produced 691,000 tons of coffee which is divided into several coffee-producing regions in Indonesia. In accordance with the Indonesian National Standard, the resulting coffee content must reach approximately 12.5%. Where the purpose of drying coffee beans is the effort to reduce the water content of the coffee beans in accordance with the standard in a certain time which sometimes takes quite a long time. With this problem, we have designed and made a system of monitoring the moisture content of sun dried coffee bean-based drying machine with ATMEGA 16 microcontroller. This experiment uses SHT11 sensor where the sensor read data will be raised in the LCD and controlled by ATMEGA 16 microcontroller Used to determine the water content of coffee beans. Based on the comparison of measuring tools using active one-axis and two-axis solar tracking. Decrease in water content with a shorter time is two axis for 5 days.*

**Keyword** : *ATMega16, SHT 11, And RTC Module*

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penelitian Tugas Akhir dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Monitoring Kadar Air Biji Kopi Pada Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis Penjejak Matahari Aktif Dengan Mikrokontroler ATmega16”** dapat terlaksana sampai akhirnya laporan Tugas Akhir ini dapat penulis susun hingga selesai.

Kegiatan Tugas Akhir dan penyusunan laporan ini tidak lepas bantuan segala pihak. Penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Ketua Departemen Teknik Instrumentasi-ITS
2. Bapak Dr. Imam Abadi, ST, MT selaku dosen pembimbing selalu mengarahkan selama pengerjaan Tugas Akhir
3. Ibu Ir. Apriani Kusumawardhani Selaku Dosen wali
4. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA. selaku Kepala Laboratorium Workshop Instrumentasi yang telah memberikan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini
5. Bapak dan Ibu dosen Teknik Instrumentasi FV-ITS yang telah memberikan ilmu yang sangat berharga selama perkuliahan.
6. Orang tua tercinta (Ayahanda Mudji Winarto dan Ibunda Istianah) beserta saudara (Monica Rindang Rossani dan Anisa Roro Shintowati) yang mendukung dalam pekerjaan tugas akhir ini.
7. Teman-teman dalam kelompok tugas akhir (Ahmad Zaky, Achmad Qudsi F. dan Nadia Aisyah) yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan alat.
8. Seluruh mahasiswa Laboratorium Workshop Instrumentasi yang telah bersedia meminjamkan berbagai peralatan.
9. Teman-Teman DIII Teknik Instrumentasi angkatan 2014 atas kebersamaannya khususnya TA-wan/-wati yang telah bersama-sama berjuang menuju TW 116 ITS.



10. Keluarga besar F49 (TF 2014) yang sudah bersama-sama mengalami masa-masa sulit dan senang di kampus hijau ini .

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran serta kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata penulis mohon maaf atas setiap kesalahan yang dilakukan selama pelaksanaan sampai penyusunan laporan ini.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| <b>HALAMAN JUDUL I</b> .....      | i   |
| <b>HALAMAN JUDUL II</b> .....     | ii  |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN I</b> .....  | iii |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN II</b> ..... | iv  |
| <b>ABSTRAK</b> .....              | v   |
| <b>ABSTRACT</b> .....             | vi  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....       | vii |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....           | ix  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....        | xi  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....         | xii |

### **BAB I PENDAHULUAN**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang .....       | 1 |
| 1.2 Rumusan Permasalahan ..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah .....      | 3 |
| 1.4 Tujuan .....               | 3 |
| 1.5 Materi .....               | 3 |

### **BAB II TEORI PENUNJANG**

|   |    |
|---|----|
| 2.1 Proses pengolahan biji kopi .....                   | 5  |
| 2.2 Metode Pengeringan Menggunakan Alat Pengering ..... | 6  |
| 2.3 Faktor Yang Mempengaruhi proses Pengeringan .....   | 8  |
| 2.4 Kopi .....  | 9  |
| 2.5 Penentuan Kadar Air Biji Kopi .....                 | 9  |
| 2.6 Uji kadar Biji Kopi .....                           | 10 |
| 2.7 SHT11 .....   | 10 |
| 2.8 Media Penyimpanan Data .....                        | 13 |
| 2.9 LCD 12x6 .....                                      | 16 |
| 2.10 Mikrokontroler ATmega 16 .....                     | 17 |
| 2.11 Dasar Sistem Monitoring .....                      | 19 |
| 2.12 RTC (Real Time Clock) .....                        | 20 |

### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 3.1 Metode Penelitian.....            | 23 |
| 3.2 Studi Literatur .....             | 24 |
| 3.3 Teknik Pengumpulan Data .....     | 24 |
| 3.4 Perancangan Perangkat Keras ..... | 25 |
| 3.5 Perancangan Perangkat Lunak.....  | 29 |

### **BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Pengujian Modul RTC .....                           | 31 |
| 4.2 Pengujian Modul Data Logger .....                   | 31 |
| 4.3 Pengujian Sensor SHT11.....                         | 34 |
| 4.4 Pengambilan Data Berdasarkan Letak Sensor .....     | 36 |
| 4.5 Analisis Penjejak matahari tidak aktif (fix) .....  | 37 |
| 4.6 Analisis Penjejak Matahari Aktif 1 dan 2 Sumbu..... | 38 |
| 4.7 Pembahasan.....                                     | 40 |

### **BAB V PENUTUP**

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan ..... | 43 |
| 5.2 Saran .....      | 43 |

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

### **BIODATA PENULIS**

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 2.1</b> Pengeringan Biji Kopi Secara Konvensional. ....                                | 6  |
| <b>Gambar 2.2</b> Pengering Surya Tipe Bak.....  | 7  |
| <b>Gambar 2.3</b> Solar Dryer.....   | 7  |
| <b>Gambar 2.4</b> Rotary Dryer.....  | 8  |
| <b>Gambar 2.5</b> SHT11.....   | 12 |
| <b>Gambar 2.6</b> Diagram Blok SHT11.....  | 13 |
| <b>Gambar 2.7</b> Bentuk fisik dan dimensi SD Card, Mini SD dan MicroSD<br>.....                 | 14 |
| <b>Gambar 2.8</b> Open Log.....  | 16 |
| <b>Gambar 2.9</b> LCD 12x6.....  | 17 |
| <b>Gambar 2.10</b> ATmega 16.....  | 19 |
| <b>Gambar 2.11</b> Diagram Blok Sistem Monitoring.....   | 20 |
| <b>Gambar 2.12</b> Modul RTC.....  | 21 |
| <b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> penelitian tugas akhir.....                                   | 23 |
| <b>Gambar 3.2</b> Diagram Blok Sistem Tugas Akhir.....   | 25 |
| <b>Gambar 3.3</b> Letak Sensor.....  | 26 |
| <b>Gambar 3.4</b> Rangkaian Module SHT11.....  | 26 |
| <b>Gambar 3.5</b> Rangkaian Open Log.....  | 27 |
| <b>Gambar 3.6</b> Simulasi RTC DS1307.....   | 27 |
| <b>Gambar 3.7</b> Rangkaian RTC DS1307.....  | 28 |
| <b>Gambar 3.8</b> Rangkaian LCD.....   | 28 |
| <b>Gambar 3.9</b> Rangkaian Mikrokontroler ATmega 16.....  | 29 |
| <b>Gambar 4.1</b> Hasil Pengujian Modul RTC.....   | 31 |
| <b>Gambar 4.2</b> Hasil Penyimpanan Open Log.....  | 32 |
| <b>Gambar 4.3</b> Menu pada <i>Microsoft Excel</i> .....   | 33 |
| <b>Gambar 4.4</b> <i>Checklist Comma</i> pada jendela <i>Microsoft Excel</i> .....               | 33 |
| <b>Gambar 4.5</b> Penyimpanan pada <i>Microsoft Excel</i> .....                                  | 34 |
| <b>Gambar 4.6</b> Penurunan Kadar Air Biji Kopi Dengan Solar<br>Tracker 2 Sumbu dan 1 Sumbu..... | 38 |
| <b>Gambar 4.7</b> Kadar Air Biji Kopi Pada Solar Tracker Satu<br>Sumbu.....                      | 39 |
| <b>Gambar 4.8</b> Kadar Air Biji Kopi Pada Solar Tracker Dua<br>Sumbu.....                       | 40 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Syarat mutu menurut SNI No. 01-2907-2008.....                      | 9  |
| <b>Tabel 2.2</b> Pin SHT11.....   | 13 |
| <b>Tabel 4.1</b> Pengambilan data naik dan turun kadar air.....                     | 35 |
| <b>Tabel 4.2</b> Pengambilan Data Berdasarkan Letak Sensor .....                    | 36 |
| <b>Tabel 4.3</b> Kadar Air Biji Kopi pada Solar Tracker Dua dan<br>Satu Sumbu ..... | 37 |
| <b>Tabel 4.4</b> Kadar Air Biji Kopi pada Solar Tracker Satu<br>Sumbu.....          | 38 |
| <b>Tabel 4.5</b> Kadar Air Biji Kopi pada Solar Tracker Dua<br>Sumbu.....           | 39 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

### 1.1 Latar Belakang

Potensi Indonesia dalam bidang pertanian sangatlah besar, didukung dengan adanya letak geografis dari Indonesia sendiri yang sangat strategis yaitu sebagai negara tropis. Salah satu komoditi perkebunan yang kiranya memiliki peluang sangat besar adalah kopi dan Indonesia merupakan salah satu penghasil kopi terbesar di dunia. Menurut data statistik International Coffee Organization (ICO) pada tahun 2015 Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbanyak ke-4, setelah Brazil, Vietnam dan Colombia<sup>[1]</sup>.

Pada tahun 2015/2016 Indonesia telah memproduksi kopi mencapai 691.000 ton yang terbagi dalam beberapa daerah penghasil kopi yang ada di Indonesia. Semakin meningkatnya permintaan pasar terhadap kopi Indonesia, banyak hal yang ditemukan menjadi hambatan dalam peningkatan produksi<sup>[1]</sup>. Sebagaimana yang kita ketahui bahwa lebih dari 90 % kopi di Indonesia diproduksi oleh petani bahkan sampai proses pengolahan menjadi produk jadi walaupun metode pengeringan yang digunakan yaitu metode pengeringan konvensional. Metode pengeringan konvensional yang bergantung pada sinar matahari (penjemuran) memiliki sejumlah kelemahan, diantaranya adalah dari segi produktivita pengeringan membutuhkan waktu lama, yaitu dua hingga tiga minggu untuk cuaca cerah atau empat minggu untuk cuaca mendung. Selain itu, pengaruh cuaca, musim, serta pergantian siang dan malam membuat proses ini semakin terbatas sehingga hal ini berdampak pada kualitas biji kopi<sup>[2]</sup>. Dari segi kualitas, ketika cuaca mendung kadar air dari padi kering yang dihasilkan >12,5%, sedangkan *Relative Humidity* (RH) atau kadar air menurut SNI 01-2907-2008 tentang Biji Kopi adalah 12,5%<sup>[3]</sup>.

Semakin bertambahnya tahun semakin bertambah pula tuntutan penilaian untuk produk kopi yang baik dan disukai oleh masyarakat umum. Penilaian tersebut yaitu meliputi adanya

jaminan mutu yang pasti, diikuti dengan ketersediaannya dalam jumlah yang cukup dan pasokan yang tepat waktu serta berkelanjutan merupakan beberapa prasyarat yang dibutuhkan agar biji kopi dapat dipasarkan pada tingkat harga yang menguntungkan. Oleh karena itu terdapat salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas produksi kopi ialah dengan mengurangi kadar air yaitu dengan pengeringan. Pada proses pengeringan kopi yang harus dilakukan yaitu mampu menurunkan kadar air minimal sampai batas maksimal kadar air yang memenuhi standar mutu kadar kopi beras optimum adalah 10-13%. Bila kadar air kopi beras lebih dari 13 %,biasanya akan mudah terserang cendawan sedangkan bila kurang dari 10 % akan mudah pecah, sehingga pengolahan buah kopi yang harus diperoleh kopi beras yaitu dengan kadar air 10-13% dimana dengan adanya penurunan kadar air tersebut akan menurunkan bobot kopi sekitar 12,5 %<sup>[4]</sup>.

Untuk mengatasi masalah tersebut, salah satu metode yang digunakan yaitu sistem penjejak matahari aktif yang dapat mengikuti arah gerak matahari mulai dari terbit hingga terbenam agar diperoleh tingkat radiasi matahari yang diterima oleh objek menjadi maksimum sehingga proses pengeringan biji kopi akan menjadi lebih cepat melalui penurunan kadar airnya disamping itu diperlukan sebuah system pendukung lain yaitu untuk memonitor laju penurunan kadar air biji kopi untuk mengetahui tingkat efisiensi system secara keseluruhan.

Oleh karena itu pada tugas akhir ini dirancang sistem monitoring kadar air biji kopi pada mesin pengering kopi berbasis penjejak matahari aktif dengan mikrokontroller ATmega 16.

## **1.2 Permasalahan**

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan pada Tugas Akhir ini diantaranya adalah:

1. Bagaimana menentukan spesifikasi alat ukur kadar air pada biji kopi paska panen?

2. Bagaimana menentukan kinerja alat ukur kadar air biji kopi yang diimplementasikan pada sistem penjejak matahari?
3. Berapa penurunan kadar air pada biji kopi berdasarkan jenis metode pengeringannya ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun beberapa batasan pada penelitian ini diantaranya:

- a. Mesin pengering biji kopi yang digunakan adalah jenis pengeringan menggunakan metode penjejak matahari aktif 1 sumbu dan penjejak matahari aktif 2 sumbu.
- b. Sistem akan bekerja apabila semua elemen sudah dalam keadaan aktif dan terintegrasi.
- c. Nilai set point kadar air yang diinginkan  $\pm 12,5\%$ .
- d. Pengambilan data dilakukan maksimum selama 1 minggu.
- e. Memiliki variabel tetap berupa massa awal biji kopi dan menggunakan data nilai RH untuk menganalisa penurunan kadar air.

### **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Dapat menentukan spesifikasi alat ukur kadar air pada biji kopi pasca panen.
- b. Dapat menentukan kinerja alat ukur kadar air biji kopi yang diimplementasikan pada sistem penjejak matahari.
- c. Mengetahui penurunan kadar air pada biji kopi berdasarkan jenis metode pengeringannya.

### **1.5 Sistematika Laporan**

Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan secara sistematis dan tersusun dalam lima bab dengan penjelasan sebagai berikut:



**BAB I    Pendahuluan**

Membahas tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah dan tujuan pada perancangan sistem monitoring kadar air.

**BAB II   Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisikan tentang teori-teori penunjang tugas akhir.

**BAB III   Metodologi Penelitian**

Pada bab ini akan dijelaskan secara detail mengenai perancangan sistem monitoring kadar air pada mesin pengering biji kopi.

**BAB IV   Hasil dan Pembahasan**

Pada bab ini menjelaskan kelanjutan dari bab 3 yaitu pengujian komponen yang telah dirangkai menjadi satu dan terdapat data beberapa hasil pengambilan data beserta penjelasan.

**BAB V    Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini berisi kesimpulan dari sistem monitoring yang telah dibuat dan saran yang diharapkan untuk pengembangan alat selanjutnya.

## **BAB II**

### **TEORI PENUNJANG**

#### **2.1 Proses pengolahan biji kopi**

Buah kopi biasanya dipasarkan dalam bentuk kopi beras, yaitu kopi kering yang sudah terlepas dari daging buah dan kulit arinya. Pengolahan buah kopi bertujuan memisahkan biji kopi dari kulitnya dan mengeringkan biji tersebut sehingga diperoleh kopi beras dengan kadar air tertentu dan siap dipasarkan. Kadar kopi beras optimum adalah 10-13%. Bila kadar air kopi beras lebih dari 13 %,biasanya akan mudah terserang cendawan, sedangkan bila kurang dari 10 % akan mudah pecah. Pengolahan buah kopi hingga diperoleh kopi beras dengan kadar air 10- 13% akan menurunkan bobot kopi hingga menjadi sekitar 12,5 %<sup>[4]</sup>. Pengolahan buah kopi dilakukan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara basah dan cara kering. Pengolahan secara basah biasanya memerlukan modal besar, tetapi yang disajikan dalam penulisan ini adalah pengolahan kering dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Sortasi gelondang sudah mulai dilakukan sejak pemetikan, tetapi harus diulangi lagi pada waktu pengolahan. Sortasi pada awal pengolahan dilakukan setelah kopi datang dari kebun. Kopi yang berwarna hijau, hampa, dan terserang bubuk disatukan. Sementara kopi berwarna merah dipisahkan karena akan menghasilkan kopi bermutu baik.
- b. Pengeringan Kopi yang sudah dipetik dan disortasi harus segera dikeringkan agar tidak mengalami proses kimia yang dapat menurunkan mutu. Pengeringan dapat dilakukan secara alami dan pengeringan secara buatan.
- c. Hulling (Pengupasan kulit) Hulling pada pengolahan kering agak berbeda dengan hulling pada pengolahan basah. Hulling pada pengolahan kering bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk, dan kulit ari. Hulling menggunakan mesin pengupas (huller). Bila kopi sudah benar-benar kering, kulit tanduk dan ari dikupas dengan huller setelah itu lakukan dengan sortasi biji.

- d. Sortasi Biji Sortasi biji dimaksudkan untuk membersihkan kopi beras dari kotoran sehingga memenuhi syarat mutu dan mengklasifikasikan kopi tersebut menurut standar mutu yang ditetapkan.



**Gambar 2.1** Pengeringan Biji Kopi Secara Konvensional<sup>[1]</sup>

## **2.2 Metode Pengeringan Menggunakan Alat Pengering**

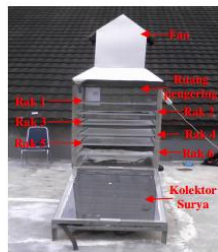
Pada aplikasi di dunia pertanian, metode pengeringan kopi menggunakan alat pengering kopi sudah banyak diterapkan. Berikut merupakan contoh mesin pengering biji kopi yang sudah ada.

- a Pengereng surya tipe bak ini berbentuk limas segi empat (tetragonal), dimana bagian atasnya mengerucut. Dinding dari pengereng ini terbuat dari bahan akrilik bening, pemilihan bahan ini karena sifat optiknya yaitu memiliki transmisivitas yang tinggi sehingga dapat meneruskan radiasi matahari. Pada bagian tengah pengereng ini terdapat bak (ruang pengereng), dimana bagian ini berfungsi untuk meletakkan biji kopi (secara curah).



**Gambar 2.2** Pengering Surya Tipe Bak<sup>[2]</sup>

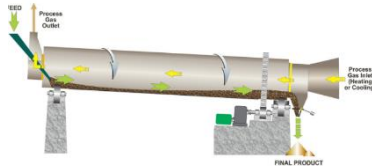
- b. *Solar dryer*, terdiri dari sebuah kolektor yang berfungsi menangkap panas matahari untuk dialirkan ke ruang pengering. Dinding ruang pengering dibuat dari akrilik untuk menimbulkan efek rumah kaca. Pada bagian atas ruang pengering ditambahkan fan yang berfungsi menghisap udara dari ruang pengering untuk dibuang keluar. Kecepatan aliran udara divariasikan dengan menggunakan fan.



**Gambar 2.3** Solar Dryer<sup>[4]</sup>

- c. *Rotary dryer*, adalah salah satu jenis mesin pengering yang secara khusus digunakan untuk mengeringkan aneka bahan padatan biasanya berbentuk tepung atau granul/butiran. Bahan padatan dimasukkan dari ujung inlet melalui screw conveyor dan dikeringkan sepanjang

tabung/drum yang berputar. Adanya kemiringan tabung dan sirip-sirip di dalam tabung/drum menyebabkan bahan akan keluar menuju ujung screw conveyor outlet.



**Gambar 2.4 Rotary Dryer**<sup>[6]</sup>

### 2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Proses Pengeringan

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengeringan, diantaranya:

#### 1. Massa yang akan dikeringkan

Banyak dan sedikitnya padi yang dikeringkan juga mempengaruhi cepat atau lambatnya pengeringan, apabila kopi yang dikeringkan berjumlah banyak, maka pengeringan akan lama dan sebaliknya apabila kopi yang dikeringkan berjumlah sedikit maka pengeringan akan lebih cepat<sup>[9]</sup>.

#### 2. Kelembaban Relatif (RH)

RH (Relative Humidity) suatu lingkungan pengering sangat berpengaruh pada proses pengeringan yang tujuannya adalah untuk meningkatkan kecepatan difusi air. Kelembaban relatif yang rendah di dalam ruang pengering dapat terjadi jika udara pengering bersirkulasi dengan baik dari dalam ke luar ruang pengering, sehingga semua uap air yang diperoleh setelah kontak dengan produk langsung dibuang ke udara lingkungan. Pengeringan kopi sebaiknya dilakukan pada temperatur antara 50-55°C, karena pada temperatur ini perpindahan partikel air dan penguapannya berlangsung dengan baik. Temperatur pengeringan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadinya kerusakan permukaan biji (case hardening), perpindahan partikel air di dalam biji menjadi sulit dan berakibat pada penurunan mutu biji kopi yang dikeringkan<sup>[9]</sup>.

### 3. Suhu

Secara umum, temperatur udara yang tinggi akan menghasilkan proses pengeringan yang lebih cepat. Namun temperatur pengeringan yang lebih tinggi dari 50°C harus dihindari karena dapat menyebabkan bagian luar produk sudah kering, tapi bagian dalam masih basah<sup>[9]</sup>.

## 2.4 Kopi

Kopi adalah biji dari tanaman *Coffea spp* dalam bentuk bugil dan belum disangrai. Untuk menjaga kualitas kopi, Pemerintah telah menentukan standar tertentu melalui SNI No. 01-2907-2008. Salah satu poin penting dalam ketentuan Pemerintah tersebut adalah mengenai kandungan air maksimum yang diijinkan dalam butir kopi yakni 12,5%. Kopi dengan kandungan air tinggi akan menghasilkan kopi dengan kualitas buruk seperti menjadi rusak, busuk, berjamur dan berubah warna<sup>[3]</sup>.

**Tabel 2.1** Syarat mutu menurut SNI No. 01-2907-2008<sup>[3]</sup>.

| No | Kriteria                      | Satuan         | Persyaratan |
|----|-------------------------------|----------------|-------------|
| 1. | Serangga hidup                |                | Tidak ada   |
| 2. | Biji berbau busuk atau kapang |                | Tidak ada   |
| 3. | Kadar air                     | % fraksi massa | Maks 12.5   |
| 4. | Kadar kotoran                 | % fraksi massa | Makd 0.5    |

## 2.5 Penentuan Kadar Air Biji Kopi

Pengeringan adalah usaha penurunan kandungan air (kadar air) dalam biji setelah dipanen. Pada proses pengeringan akan terjadi penurunan (kelembaban relative) RH dan naiknya suhu lingkungan mesin pengering. Pengertian kadar air sendiri yaitu menunjukkan kandungan air yang terdapat dalam suatu material tiap satuan massa padatan. Pada umumnya, pengeringan kopi dilakukan hingga mencapai kadar air 12,5% untuk mencapai standar beras yang berkualitas.

Kadar air yang terkandung dalam produk dinyatakan dalam dua cara, yaitu basis basah dan basis kering. Kadar air basis basah dapat didefinisikan sebagai perbandingan massa air pada

produk dengan massa total produk. Secara matematika kadar air basis basah ditulis sebagai berikut <sup>[1]</sup>:

$$MC_{wb} = \frac{M_o - M_d}{M_o} \quad (2.1)$$

sedangkan kadar air basis kering adalah massa air pada produk persatuan massa kering produk, dinyatakan dengan Persamaan 2.2

$$MC_{db} = \frac{M_o - M_d}{M_d} \quad (2.2)$$

dimana:

$MC_{wb}$  adalah kadar air basis basah

$MC_{db}$  adalah kadar air basis kering

$M_o$  adalah massa total produk

$M_d$  adalah massa produk tanpa air Sedangkan laju

Untuk memperoleh kualitas pengeringan yang bagus, ada beberapa parameter yang harus dikontrol selama proses pengeringan, yaitu kecepatan aliran udara, temperatur udara pengering dan kelembaban relatif udara[5]. Dengan menggunakan persamaan moisturization:

$$\Delta \text{ kadar air} = \text{massa air awal} - \text{massa air akhir} \quad (2.3)$$

$$\% \text{ kadar air} = \frac{\Delta \text{ kadar air}}{\text{massa air akhir}} \times 100\% \quad (2.4)$$

## 2.6 Uji Kadar Biji Kopi

Berdasarkan SNI No. 01-2907-2008 terdapat penjelasan untuk pengujian kadar air biji kopi. Berikut adalah langkah-langkah pengujian kadar air biji kopi menurut SNI:

Keringkan cawan dan tutupnya pada  $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 1 jam.

- Dinginkan cawan dan tutupnya dalam eksikator hingga mencapai suhu kamar.
- Timbang 10 g cuplikan dan timbang dalam cawan hingga merata.
- Tutup cawan dan timbang dengan ketelitian 0,1 mg
- Letakkan cawan yang telah berisi cuplikan dalam oven yang telah dipanaskan pada suhu  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Buka tutup cawan dan letakkan didekat cawan. Keringkan selama  $16\text{ jam} \pm 1\text{ jam}$ . Tutup kembali cawan dan masukkan ke dalam eksikator. Dinginkan sampai mencapai suhu ruang. Kemudian timbang
- Lakukan pengujian dengan dua ulangan terhadap cuplikan yang sama.

## 2.7 SHT11

SHT11 merupakan sensor yang digunakan pada pembuatan alat ukur suhu dan kelembaban ini. Dimana dalam modul SHT11 ini terdiri dari sensor suhu yaitu *bandgap* sensor yang merupakan produk dari CMOS. Dimana cara kerja dari sensor ini adalah dengan memanfaatkan regangan dari *bandgap*. Semakin besar gerakan atom-atom penyusun benda, maka semakin besar regangan yang dihasilkan dan semakin besar pula suhu yang dihasilkan. Dimana suhu yang dihasilkan sesuai dengan tegangan keluaran yang dihasilkan, Dapat mengukur suhu dari  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$  atau dari  $-40\text{ }^{\circ}\text{F}$  hingga  $+257\text{ }^{\circ}\text{F}$  Dan sensor kelembaban yang digunakan pada modul SHT11 ini adalah *capacitive sensor*. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan memanfaatkan kapasistansi, dimana setiap kelembaban yang masuk akan dideteksi oleh kapasistan, kelembaban relatif dari 0% RH hingga 100% RH. Semakin besar beda jarak antara kapasistansi ini maka selanjutnya akan masuk ke ossilator maka kelembabannya akan terdeteksi dalam bentuk frekuensi dengan satuan (Hz).





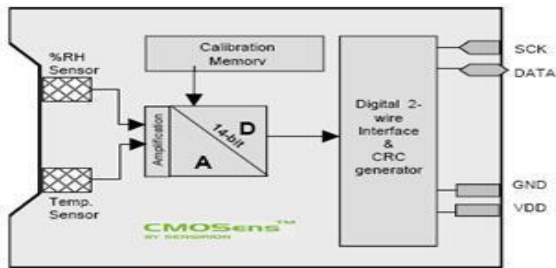
**Gambar 2.5** SHT11<sup>[7]</sup>

Selain *bandgap sensor* dan *capacitive sensor* didalam modul SHT11 ini terdapat amplifier. Dimana amplifier ini berfungsi sebagai penguat untuk *bandgap sensor* dan *capacitive sensor* karena *output* dari kedua sensor tersebut masih sangat kecil sehingga butuh penguat ini untuk menguatkan sinyal output dari kedua sensor tersebut agar bisa diproses lebih lanjut dan dapat ditampilkan.

Setelah sinyal keluaran dari kedua sensor tersebut dirasa cukup kuat, maka selanjutnya sinyal ini masuk ke *Analog to Digital Converter* (ADC), dimana ADC ini juga terdapat dalam modul SHT11. ADC ini berfungsi sebagai pengubah data analog yang dibaca dari kedua sensor tersebut menjadi data digital agar dapat ditampilkan dan dapat terbaca hasil pengukurannya.

Kemudian ketika data sudah dalam bentuk digital, maka datanya akan masuk ke Digital 2 Wire Interface. Dimana I2C (*Inter Integrated Circuit*) ini merupakan sistem komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran yang digunakan untuk mengirim data dan menerima data. Sistem I2C (*Inter Integrated Circuit*) ini terdiri dari SCL (*Serial Clock*) dan (SDA) *Serial Data* yang berfungsi sebagai piranti yang digunakan untuk mentransfer data antara I2C dengan kontrolernya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C dapat dioperasikan sebagai *Master* atau *Slave*. Dimana *Master* merupakan piranti yang memulai transfer data pada I2C dengan membentuk sinyal *start*, mengakhiri data dengan membentuk sinyal *stop* dan membangkitkan sinyal *clock*. Sedangkan *Slave* sendiri merupakan piranti yang diamati oleh

*Master.* Transfer data pada I2C ini terdapat bekerja jika transfer data tidak dalam keadaan sibuk dan selama proses transfer data berlangsung keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadaan tinggi. Perubahan “1” dan “0” pada SDA hanya dapat dilakukan selama SCL dalam keadaan rendah. Jika pada saat SCL dalam keadaan tinggi keadaan SDA berubah maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal *start* atau sinyal *stop*.



**Gambar 2.6** Diagram Blok SHT11<sup>[7]</sup>

Didalam SHT11 terdapat 4 pin yang digunakan untuk mengaktifkan yaitu seperti yang disebutkan didalam tabel 2.2

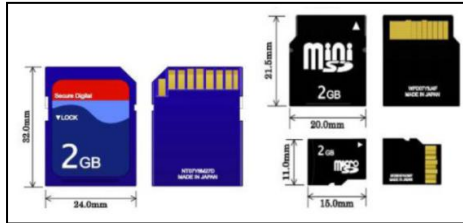
**Tabel 2.2** Pin SHT11<sup>[7]</sup>

| Pin | Nama | Keterangan                |
|-----|------|---------------------------|
| 1   | GND  | Ground                    |
| 2   | Data | Serial data bidirectional |
| 3   | SCK  | Serial clock input        |
| 4   | VDD  | Supply 2,4-5V             |

## 2.8 Media Penyimpanan Data

Micro SD seringkali digunakan sebagai sarana penyimpanan data pada *Personal Digital Assistant* (PDA), kamera digital, dan

telepon seluler (ponsel). SD card memiliki dimensi 32 mm x 24 mm x 2,1 mm (panjang x lebar x tebal). Pengembangan lebih lanjut dari media penyimpanan ini menghasilkan dimensi yang lebih kecil dan kompak seiring dengan perkembangan zaman yang berupa Mini SD dan Micro SD seperti yang ditunjukkan Gambar 2.5



**Gambar 2.7** Bentuk fisik dan dimensi SD Card, Mini SD, dan MicroSD.

0. Ada tiga macam cara berkomunikasi dengan Micro SD, yaitu:

1. *One-bit SDmode*; 2. *Four-bit SD mode*; 3. *Serial Peripheral Interface (SPI) mode*. Cara komunikasi yang terakhir merupakan cara termudah karena protokolnya mudah dipelajari, tersedia dokumentasi, dan berlisensi gratis. Sehingga komunikasi yang umum digunakan menggunakan mikrokontroler adalah SPI (Sunardi dkk, 2009). Format data pada Micro SD umumnya menggunakan format *File Allocation Table (FAT)*. FAT pertama kali dikembangkan oleh Bill Gates dan Marc McDonald, pada tahun 1976-1977. *FAT file systems* adalah sebuah sistem berkas yang menggunakan struktur tabel alokasi berkas sebagai cara dirinya beroperasi. Dengan adanya *FAT file systems* memungkinkan data disimpan dalam file yang dapat langsung dikenali oleh sistem operasi dengan format ekstensi *text document (\*.txt)* sehingga data hasil rekaman dapat langsung dibaca dan dipindahkan ke dalam komputer. Nama file dan direktori di file sistem FAT berbentuk 8 titik 3 (maksimal delapan karakter sebuah titik dan minimal tiga karakter), semua karakter selalu disimpan dalam huruf besar. Struktur direktori sangat sederhana.

yaitu file diberikan slot pertama yang dapat dipakai, ada delapan atribut dasar pada suatu file yang dapat dipakai untuk menandakanapakan suatau file hanya dapat dibaca (read only), tersembunyi (hidden), sistem atau telah diubah sejak backup yang terakhir (archive).

FAT12 digunakan untuk kapasitas 16 MB ke bawah, FAT16 digunakan untuk kapasitas 32 MB hingga 2 GB, dan FAT32 umumnya digunakan untuk kapasitas di atas 2 GB (Haryono dan Surmayono, 2006). Cluster adalah satuan sistem FAT yang terkecil dari penyimpanan data. Satu cluster terdiri atas satu nomor tertentu dari disk sector , catatan-catatan FAT berisi cluster yang dipakai dan tidak terpakai dan file-file diletakan di dalam cluster. File sistem FAT mendukung ukuran partisi sampai dengan 2 GB, tetapi hanya menyediakan maksimal 65.525 cluster. Oleh karena itu, apapun ukuran harddisk atau partisi nomor sector dalam satu cluster haruslah cukup besar. Sehingga semua ruang yang ada dapat dimasuki sampai 65.525 cluster. Pada umumnya, cluster yang besar cenderung lebih banyak membuang tempat dai pada cluster yang kecil. File sistem FAT digunakan juga pada sumber direktori, direktori ini maksimal membolehkan nomor yangmasuk dan mungkin terletak pada tempat tertentu pada disk atau partisi. Sistem operasi yang digunakan file sistem FAT menunjukan sumber direktori dengan karakter slash terbalik (\). Bagian awal direktori ini menunjukan boot-up. Jika clusters lebih kecil dari 4085 berarti FAT bertipe FAT12. Jika clusters lebih kecil dari 65525 berarti FAT bertipe FAT16. Di atas itu, FAT yang digunakan adalah FAT32. Format FAT16 menyerupai FAT12. Perbedaan yang paling jelas diantara keduanya adalah bahwa FAT16 menggunakan tabel FAT sebanyak 16 bit per alamat sedangkan FAT12 menggunakan 12 bit (Anonimous, 2011 B).Nilai *cluster* awal menunjuk ke nomor *cluster* awal dari sebuah data. Jika entri berupa direktori, maka *cluster* awal menunjuk ke *cluster* yang mengandung awal sub-direktori. Jika entri berupa file, maka cluster awal menunjuk ke cluster yang mengandung awal file. Ukuran file adalah ukuran total file dalam satuan byte. Ukurannya tidak boleh melebihi 4 GB

untuk satu file. Untuk entri selain berupa file, nilainya harus 0. Isi dari file dituliskan pada alamat *First Sector of Cluster N* dengan cluster N adalah nilai cluster awal. Jika ukuran file melebihi 1 cluster, maka isi selanjutnya dapat dituliskan pada cluster lain. Tabel FAT pun harus disesuaikan dengan perubahan ini agar sistem dapat mengetahui isi file secara berurutan. Jika ingin melakukan penambahan isi file, maka parameter yang harus dicari atau dihitung tidak hanya alamat cluster awal dan *First Sector* namun juga Ukuran File, *Bytes per Sector*, dan *Sector per Cluster*. Dari ukuran file dan *Bytes per Sector* didapat jumlah sektor yang ditempati file. Dari nilai tersebut dan *Sector per Cluster* didapat jumlah cluster yang ditempati file .

Media penyimpanan ini membutuhkan komponen elektronika yaitu sebuah *OpenLog* seperti yang ada pada gambar 2.9. Fungsi dari komponen ini yaitu melakukan proses penyimpanan data seperti membuat file , menulis file dan membaca file.



**Gambar 2.8** Module *Open Log*

## 2.9 LCD 12 x 6

*Display* elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. *LCD* (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi *CMOS logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. *LCD* (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik

Material LCD (Liquid Cristal Display) LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



**Gambar 2.9** LCD 12x6

## 2.10 ATmega 16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instuction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fiturnya.

Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit*.

(ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*).

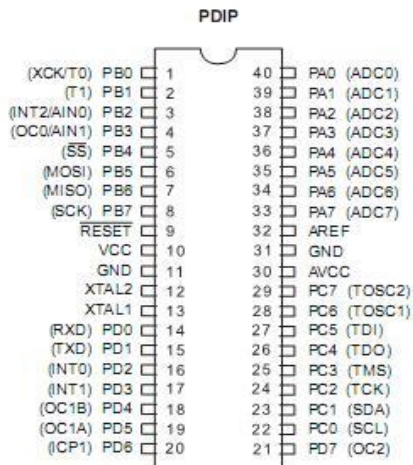
Mikrokontroler ATmega 16 menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*).

Secara garis besar mikrokontroler ATmega16 terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512te, dan SRAM 1 Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Bandar A, Bandar B, Bandar C, dan Bandar D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. User interupsi internal dan eksternal
6. Bandar antarmuka SPI dan Bandar USART sebagai komunikasi serial
7. Fitur Peripheral :
  - Dua buah 8-bit *timer/counter* dengan prescaler terpisah dan mode *compare*
  - Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode *compare*, dan mode *capture*
  - *Real time counter* dengan osilator tersendiri
  - Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog
  - 8 kanal, 10 bit ADC
  - *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
  - *Watchdog timer* dengan osilator internal

Arsitektur ATmega16 mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, ATmega16 memiliki

memori EEPROM untuk menyimpan data. ATMega16 memiliki 16K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Instruksi ATMega16 semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori *flash* diatur dalam 8K x 16 bit. Memori *flash* dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program *boot* dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar 2.10 *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor<sup>[8]</sup>.

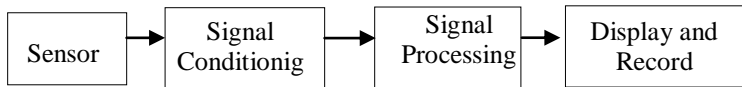


## 2.11 Dasar Sistem Monitoring

Di dalam suatu sistem kontrol selalu dalam aplikasinya memiliki tujuan/sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (output) dalam suatu sikap / kondisi / keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan (input) melalui elemen sistem control dimana salah satunya yaitu terdapat suatu system monitoring. Monitoring adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indicator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu tentang kegiatan program atau proyek



sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurna program atau proyek tersebut selanjutnya. Dimana system monitoring tersebut termasuk dalam sistem **pengukuran** yang memiliki masukan berupa nilai sebenarnya dari variabel yang sedang diukur, dan keluaran berupa nilai variabel yang terukur seperti gambar 2.12.



**Gambar 2.11** Diagram Blok Sistem monitoring

Dari diagram blok diatas dapat dijelaskan nilai sesungguhnya dari suatu besaran fisis akan menjadi input sensor yang selanjutnya output sensor yang berupa sinyal analog akan dirubah menjadi sinyal digital oleh pengkondisian sinyal. Setelah itu output pengkondisian sinyal berupa tegangan sebesar 4-20 mA akan menjadi input pemrosesan sinyal yang nanti didalamnya sinyal tersebut akan diproses menjadi nilai terukur yang akan ditampilkan di LCD dan disimpan oleh data logger.

## 2.12 RTC (Real Time Clock)

Adapun rangkaian modul RTC yang sudah ada dalam bentuk module adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13. Komponen Realtime clock adalah komponen IC penghitung yang dapat difungsikan sebagai sumber data waktu baik berupa data jam, hari, bulan maupun tahun. Komponen DS1307 berupa IC yang perlu dilengkapi dengan komponen pendukung lainnya seperti crystal sebagai sumber clock dan Battery External 3,6 Volt sebagai sumber energy cadangan agar fungsi penghitung tidak berhenti. Modul RTC ini menggunakan IC DS1307 dan protocol 12C (Inter IC Bus) yang sesuai dengan protocol TWI (2 wire serial interfaces) pada mikronkontroller AVR. Penggunaan IC DS1307 dilakukan dua proses yakni menulis data ke IC dan yang kedua yaitu membaca data waktu dari IC. Bentuk komunikasi.

data dari IC RTC adalah I2C yang merupakan kepanjangan dari Integrated.

Circuit. Komunikasi jenis ini hanya menggunakan 2 jalur komunikasi yaitu SCL dan SDA<sup>[8]</sup>.



**Gambar 2.12** Modul RTC<sup>[10]</sup>

Komponen RTC DS1307 memiliki ketelitian dengan Error sebesar 1 menit per tahunnya.

Fungsi pin dari komponen RTC S1307 adalah sebagai berikut :

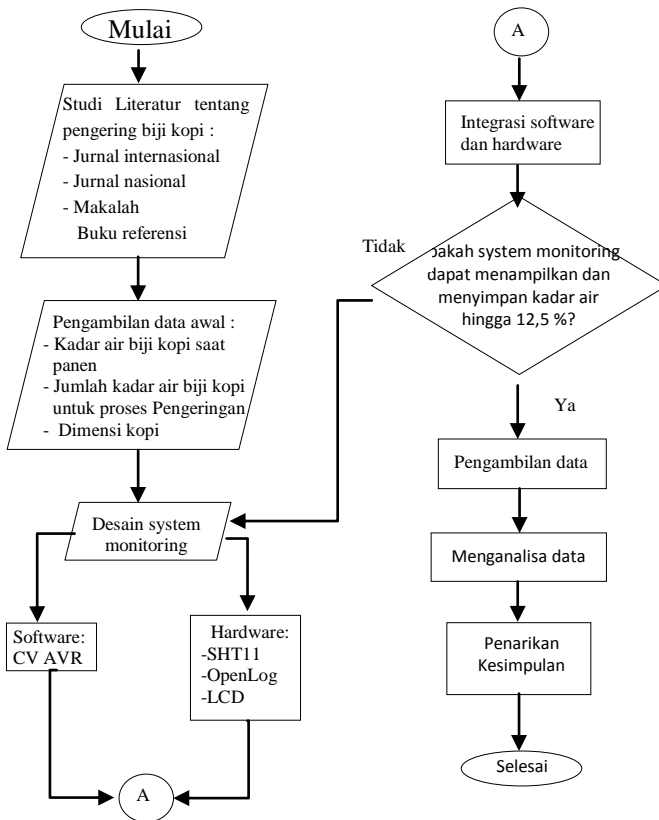
- Pin Vcc (Nomor 8) berfungsi sebagai sumber energy listrik Utama. Tegangan kerja dari komponen ini adalah 5 volt.
- Pin GND (Nomor 4) Anda harus menghubungkan ground yang dimiliki oleh komponen RTC dengan ground dari battery back-up.
- SCL berfungsi sebagai saluran clock untuk komunikasi data antara Microcontroller dengan RTC.
- SDA berfungsi sebagai saluran Data untuk komunikasi data antara Microcontroller dengan RTC.
- X1 dan X2 berfungsi untuk saluran clock yang bersumber dari crustal external.
- Vbat Berfungsi sebagai saluran energy listrik dari Battery external.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

### 3.1 Metode Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, terdapat langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.1** Flowchart Penelitian Tugas Akhir

### 3.2 Studi literatur

Pada tahap awal dimulai dari studi literatur yang dilakukan untuk mendapatkan wawasan umum yang berhubungan dengan penelitian, hal ini dilakukan untuk mempelajari prinsip pengeringan biji kopi, prinsip kerja sistem monitoring kadar air dan karakteristik biji kopi pasca proses pengeringan. Pada umumnya, pengeringan dilakukan hingga mencapai kadar air 12,5% untuk mencapai standar kopi yang berkualitas <sup>[3]</sup>. Dengan menggunakan persamaan seperti dibawah ini :

$$\Delta \text{ kadar air} = \text{massa air awal} - \text{massa air akhir} \quad (3.1)$$

$$\% \text{ kadar air} = \frac{\Delta \text{ kadar air}}{\text{massa air akhir}} \times 100\% \quad (3.2)$$

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data yang didapatkan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu:

#### 3.3.1 Data primer

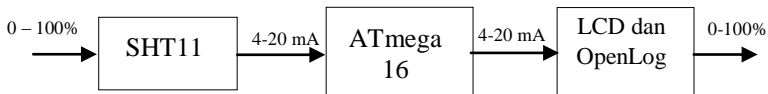
- a. Pengukuran fisis:
  - Ukuran nampan pengering.
  - Spesifikasi sensor SHT 11.
  - Rata-rata kadar air awal kopi varietas MH-1
  - Massa kopi awal varietas MH-1.
- b. Percobaan laboratorium:
  - Temperatur dan kelembaban lingkungan saat percobaan.
- c. Observasi:
  - Melakukan pengamatan langsung ke petani terkait pengeringan biji kopi konvensional.

#### 3.3.2 Data Sekunder

- a. SNI ( Standart Nasional Indonesia ) 01-2907-2008
  - Meninjau ulang standar kadar air biji kopi siap giling dan simpan lama.
  - Meninjau persyaratan mutu kopi berdasarkan kadar air
- b. Departemen Pertanian:
  - Meninjau alat pengering buatan yang telah ada

### 3.4 Perancangan Perangkat Keras

Didalam perancangan dan pembuatan sistem monitoring pada mesin pengering biji kopi terdapat pemilihan komponen yang dapat digambarkan dalam suatu diagram blok system dimana diagram blok sistem menjelaskan peran setiap blok-blok dari sistem dan cara kerjanya. Diagram blok system monitoring ini terdiri dari kontroler ATmega 16 , sensor SHT 11, *module Open Log* dan LCD. Diagram blok dari sistem digambarkan dalam Gambar 3.2.



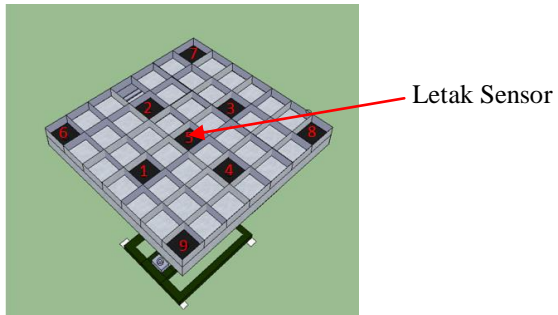
**Gambar 3.2** Diagram Blok Sistem Tugas Akhir

Dari diagram blok diatas dapat dijelaskan nilai kadar air sebenarnya yaitu dari range 0 hingga 100% selanjutnya nilai tersebut akan dibaca oleh SHT11, sedangkan untuk mengolah data tersebut menggunakan mikrokontroler ATmega 16. Untuk display pada system ini menggunakan LCD 12x6 dan Openlog sebagai data logger. Berikut adalah penjelasan secara detail dari komponen yang digunakan:

#### 3.4.1 Perancangan Sensor Kadar Air

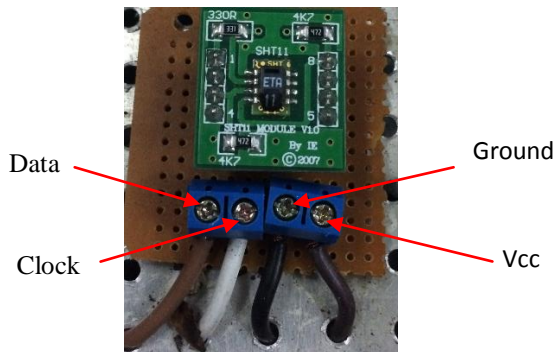
Sensor kadar air pada system ini menggunakan SHT11 yang sudah dalam bentuk modul. Dimana didalam sensor ini terdapat 8 kaki yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda-beda diantaranya yaitu kaki 1 sebagai data, kaki 3 sebagai clock , kaki 4 sebagai ground dan kaki 8 sebagai vcc. Rangkaian module pada simulasi dapat dilihat pada gambar 3.3. Pada mikrokontroler 16, untuk mengintegrasikannya kaki 1 dihubungkan dengan port C6 dan kaki 3 dihubungkan dengan port C7. Supply yang dibutuhkan sensor ini yaitu +5 VDC. Sensor ini memiliki range pembacaan sebesar 0 hingga 100 % dan memiliki ketelitian lebih kurang

3,5%. Output sensor ini sudah berupa sinyal digital karena didalam sensor ini sudah terdapat ADC. Berikut adalah letak sensor pada mesin pengering biji kopi



**Gambar 3.3** Letak Sensor

Berikut ini adalah rangkaian module SHT11 yang telah dirancang dan aplikasikan pada rangka mesin pengering biji kopi.

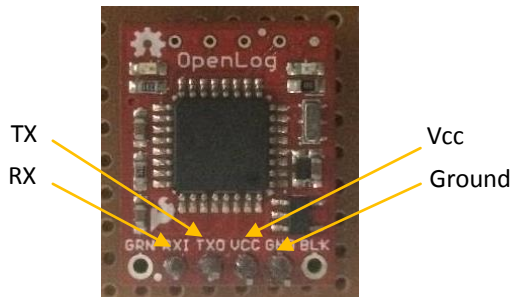


**Gambar 3.4** Rangkaian Module SHT11

### 3.4.2 Perancangan Data Logger

Data logger pada system ini menggunakan module *OpenLog* dimana module penyimpanan pada MMC atau SD Card dapat dilakukan dengan mudah karena mengirim data melalui UART interface sehingga dapat membuat file, menulis file, membaca file dan yang lainnya.

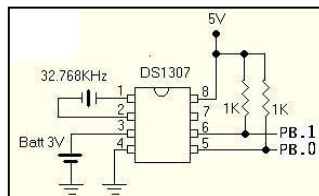
Openlog ini memiliki 4 kaki yang digunakan yaitu Tx untuk mengirim data, Rx untuk menerima data, ground dan vcc. Rangkaian module Open log dapat dilihat pada gambar 3.5. Supply yang dibutuhkan komponen ini yaitu 3.3 VDC sampai 12 VDC. Untuk mengintegrasikannya pada mikrokontroler, Rx akan dihubungkan dengan port D1 dan Tx dihubungkan dengan port D0. Berikut ini adalah rangkaian *OpenLog* yang telah dirancang dan aplikasikan pada rangka mesin pengering biji kopi.



**Gambar 3.5** Rangkaian Open Log

### 3.4.3 Perancangan RTC

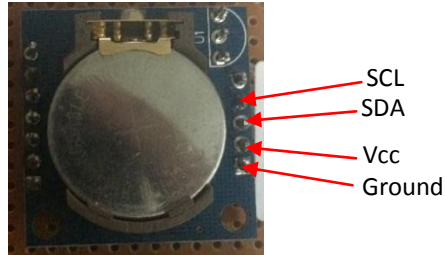
Selain itu open log membutuhkan komponen tambahan berupa modul *RTC* ( Real Time Clock) IC DS1307 yang berfungsi memberi waktu berupa jam, menit dan detik saat pengambilan data. Module RTC akan dihubungkan dengan mikrokontroler. Kaki SCL akan dihubungkan pada port B0 dan kaki SDA dihubungkan pada port B1 sedangkan pin Vcc dan GND disambungkan dengan 5V dan Ground.



**Gambar 3.6** Simulasi RTC DS1307



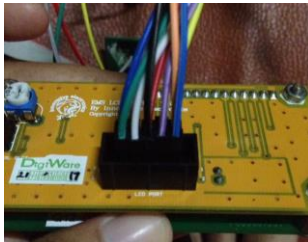
Berikut ini adalah rangkaian RTC DS1307 yang telah dirancang dan aplikasikan pada rangka mesin pengering biji kopi.



**Gambar 3.7** Rangkaian RTC DS1307

#### **3.4.4 Perancangan *Display***

*Display* yang digunakan yaitu LCD 12x6 yang sudah dalam bentuk module. Untuk mengintegrasikan LCD dengan mikrokontroler yaitu dengan menghubungkan 10 kaki pada module LCD dengan 7 port A, 2 ground dan 1 vcc yang ada pada mikrokontroler. Khusus untuk kaki 1 dan 6 pada module LCD di hubungkan pada ground, sedangkan kaki 2 di hubungkan pada vcc. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada data sheet yang terlampir pada lampiran 2, berikut adalah gambar rangkaian LCD.

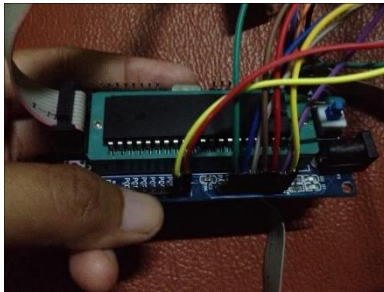


**Gambar 3.8** Rangkaian LCD

#### **3.4.4 Perancangan Mikrokontroler**

Setelah dilakukan perancangan untuk setiap komponen, maka dilakukan penggabungan semua komponen dalam 1 kontroler ATmega 16 dimana RTC, Open Log , pembacaan

sensor serta LCD diintegrasikan menjadi satu dan semua. Perancangan seluruh komponen dapat dilihat pada gambar 3.10



**Gambar 3.9** Rangkaian Mikrokontroler ATmega 16

### 3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Adapun rancangan program yang sudah dibuat pada software CodevisionAVR berupa RTC ,penyimpanan OpenLog, . Khusus program pembacaan SHT11 dan program keseluruhan terlampir pada lampiran 3.

#### 3.5.1 Program RTC

Berikut ini adalah program pada codevisionAVR untuk mengaktifkan *Real Time Clock* :

```
while (1)
{
//jam dan menit
rtc_get_time(&h,&m,&s);
rtc_get_date(0,&dd,&mm,&yy);
sprintf(buf,"Jam : %02d:%02d:%02d",h,m,s);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts(buf);
//tanggal dan bulan
rtc_get_date(0,&dd,&mm,&yy);
```

```
    sprintf(buf1,"Date: %02d:%02d:%02d",dd,mm,yy);  
    //+2000);  
    lcd_gotoxy(0,1);  
    lcd_puts(buf1);  
}
```

### 3.5.2 Program OpenLog

Berikut ini adalah program pada codevisionAVR untuk mengaktifkan openlog :

```
while (1)  
{  
    If(timer==0){  
        printf("%02d:%02d , %.2f , %.2f",h,m,Kadar Air);  
        timer = 15 menit;  
    }  
}
```

Program diatas adalah untuk mengaktifkan openlog agar dapat mengirim data menuju MMC atau Sdcard yang selanjutnya akan ditulis dan disimpan dalam bentuk NotePad.

## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengujian Modul RTC

Pengujian modul *RTC* dilakukan dengan mengkoneksikan ke mikrokontroler serta menggunakan *LCD* untuk melihat hasil pengujian *RTC* seperti yang ada pada gambar 4.1 pengujian dilakukan pada tanggal 19 juni 2017. Pada saat pengujian modul *RTC*, dilakukan mengatur nilai awal pada modul *RTC*. Data akan disimpan pada *IC DS1307* sehingga program akan terus berjalan tanpa harus men-download program lagi ke mikrokontroler hal ini disebabkan karena *DS1307* mendapatkan supply secara terus menerus meskipun mikrokontroler dalam keadaan off. Program diatas hanya untuk memberikan nilai awal. Kemudian program “settimertc()” yang ada pada *void* utama dihapus dan program di download ulang ke dalam mikrokontroler sehingga setiap download program baru, nilai awal *RTC* tidak kembali ke nilai awal *RTC* yang sudah disetting sebelumnya, Berikut adalah program untuk mengatur waktu awal pada *RTC*:

```
//rtc_set_time(20,48,00); //set time 12:00:00
//rtc_set_date(0,19,06,17);
// Global enable interrupts
#asm("sei")
```



**Gambar 4.1** Hasil Pengujian Modul RTC

### 4.2. Pengujian Modul Data Logger

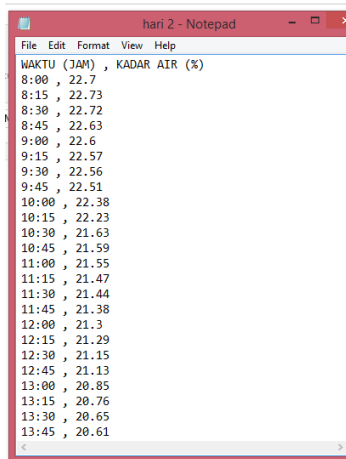
Pengujian modul penyimpanan data (data logger) dengan menggunakan module OpenLog yang dilakukan dengan cara mengkoneksikan ke modul mikrokontroler dan mengkoneksikan

perangkat lainnya seperti RTC dan SHT11. Langkah berikutnya yaitu membuat file dan mengisip file “config.txt” di *microSD*.

Selanjutnya yaitu memasukkan *microSD* dalam OpenLog untuk memulai proses penyimpanan. Untuk menuliskan data pembacaan SHT11 memerlukan *syntax* penulisan standar yaitu *printf()*. Berikut ini adalah program untuk menulis pada modul OpenLog :

```
If(timer==0){
printf(“%02d:%02d , %.2f , %.2f”,h,m,Kadar Air);
timer = 15 menit;
```

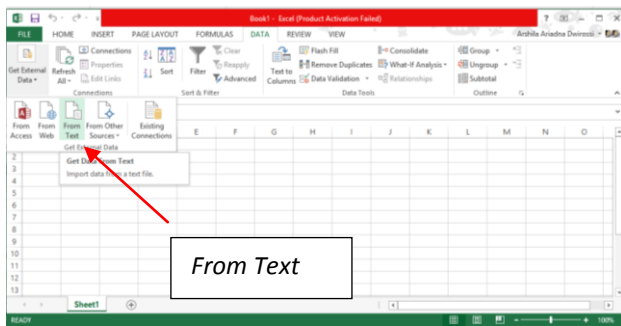
Program diatas akan menuliskan nilai jam (h), menit (m), suhu beserta nilai kadar air (%) pada saat timer mencapai nol, selain itu Interrupt timer yang digunakan adalah 15 menit yang artinya data disimpan ke *microSD* setiap lima belas menit sekali.. Berikut adalah hasil dari penyimpanan dalam bentuk *file* .txt dalam *microSD*.



**Gambar 4.2** Hasil penyimpanan OpenLog

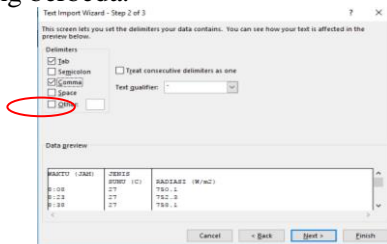
Setelah data tersimpan pada *microSD* dengan *format .txt* sehingga memerlukan pengolahan data untuk bisa ditampilkan ke dalam *Microsoft Excel*. Berikut adalah metode yang dilakukan untuk menampilkan data dalam bentuk *Microsoft Excel*:

- *Microsoft Excel* dibuka pada komputer atau laptop.
- Pada *Microsoft Excel* buka tab “Data” dan klik “Get External Data” dan pilih “From Text”.



**Gambar 4.3** Menu pada *Microsoft Excel*

- Setelah itu file data pembacaan sensor dengan *format .txt* dibuka.
- Selanjutnya klik “Next” pada jendela baru setelah file terbuka. Pada jendela berikutnya centang pilihan “Comma”. Hal ini dilakukan untuk membuat pembatas dengan adanya koma (,) agar nilai waktu, suhu dan radiasi terdapat pada kolom yang berbeda.



**Gambar 4.4** Checklist Comma pada jendela *Microsoft Excel*

- Klik “*Next*” dan “*Finish*” maka data atau nilai akan muncul di tabel *Microsoft Excel*.

|    | A           | B             | C | D | E | F | G | H | I |
|----|-------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | WAKTU (JAM) | KADAR AIR (%) |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | 8:00        | 22.7          |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | 8:15        | 22.73         |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | 8:30        | 22.72         |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | 8:45        | 22.63         |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | 9:00        | 22.6          |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | 9:15        | 22.57         |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | 9:30        | 22.56         |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | 9:45        | 22.51         |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | 10:00       | 22.38         |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | 10:15       | 22.23         |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | 10:30       | 21.63         |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | 10:45       | 21.59         |   |   |   |   |   |   |   |

**Gambar 4.5** Penyimpanan pada *Microsoft Excel*

Pada rancang bangun sistem monitoring yng telah dibuat menggunakan *microSD* berukuran 1 GB.

### 4.3 Pengujian Sensor SHT11

Setelah semua komponen dirangkai menjadi satu selanjutnya yaitu pengujian alat secara keseluruhan untuk mendapatkan data kadar air yang diinginkan. Berikut adalah pengujian sistem *monitoring* kadar air dan pengambilan data dari sistem *monitoring* kadar air.

Pada pengujian system moniting kadar air ini akan dilakukan pengambilan data dari SHT11 dan *Moisture meter*. Berikut ini merupakan data yang diambil pada tanggal 30 juni 2017 untuk pengujian kadar air yang terbaca oleh SHT11 dan alat ukur moisture meter yang berupa pengambilan data naik dan pengambilan data turun, yang selanjutnya data tersebut akan diolah untuk mengetahui karakteristik statis dan dinamisnya.

**Tabel 4.1** Pengambilan data naik dan turun kadar air

| No | Data Turun |         | Data naik |         |
|----|------------|---------|-----------|---------|
|    | Alat (%)   | Std (%) | Alat (%)  | Std (%) |
| 1  | 22.3       | 22.2    | 11.4      | 11.3    |
| 2  | 21.3       | 21.1    | 12.5      | 12.2    |
| 3  | 20.2       | 19.9    | 14.3      | 14.1    |
| 4  | 19.7       | 19.5    | 15.2      | 14.9    |
| 5  | 18.3       | 18.2    | 16.4      | 16.2    |
| 6  | 17.6       | 17.4    | 17.1      | 16.8    |
| 7  | 16.3       | 16.1    | 18.2      | 17.9    |
| 8  | 15.8       | 15.7    | 19.8      | 19.6    |
| 9  | 14.7       | 14.5    | 20.2      | 20.1    |
| 10 | 13.1       | 12.9    | 21.4      | 21.3    |
| 11 | 11.9       | 11.4    | 22.5      | 22.4    |

Berikut adalah hasil dari perhitungan nilai karakteristik static suhu berdasarkan pada tabel 4.3 :

- Sensitivitas  $= \frac{\Delta O}{\Delta I} = \frac{22.3-11.3}{22.6-11.4} = \frac{10.95}{10.75} = 1.018$

- Non – Linieritas a (*zero bias*)  $= O(I) - (KI+a)$   
 $= O_{min} - KI_{min}$   
 $= 11.3 - (0.982 \times 11.6)$   
 $= -0.5$

Non – Linieritas  $= (22.3 \times 22.2) - (0.982 \times 22.2) + 0.5$   
 $= 471.93$

Non – Linieritas Maks.  $= \frac{K}{O_{maks} - O_{min}} \times 100\%$   
 $= \frac{0.982}{22.3 - 11.3} \times 100\%$   
 $= 9.3\%$



- Histerisis 
$$= \frac{O(\text{turun}) - O(\text{naik})}{O \text{ maks} - O \text{ min}} \times 100\%$$

$$= \frac{17.18 - 17.38}{22.4 - 11.6} \times 100\%$$

$$= 17.4\%$$
- Akurasi 
$$= 1 - \left| \frac{\text{rata-rata baca std-alat}}{\text{rata-rata baca std}} \right|$$

$$= 1 - \left| \frac{17.38 - 17.17}{17.38} \right|$$

$$= 0.988$$
- %Akurasi 
$$= 100 - (0.988 \times 100\%)$$

$$= 1,2\%$$
- *Error* 
$$= 1 - \text{Akurasi}$$

$$= 1 - 0,988$$

$$= 0,012$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui nilai karakteristik static dari suhu sensor SHT11 sebagai berikut :

- Range : 11 % – 23 %
- Span : 12
- Resolusi : 0,1
- Sensitivitas : 0,982
- Mak. Non-Linieritas : 9,13%
- Histerisis : 0,019%
- Akurasi : 1,2%
- *Error* : 0,012

#### 4.4 Pengambilan Data Berdasarkan Letak Sensor

Setelah dilakukan pengambilan beberapa data untuk mendapatkan letak sensor yang ideal, maka letak sensor akan diletakan ditengah nampan, dikarenakan nilai kadar air pada titik ini mewakili semua titik. Berikut tabel pengambilan data untuk letak sensor yang dilakukan pada tanggal 28 juni 2017 dari pukul 06.00 hingga 15.00 .

**Tabel 4.2** Pengambilan Data Berdasarkan Letak Sensor

| Pukul | Posisi sensor (%) |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|       | 1                 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 06.00 | 22                | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| 09.00 | 17                | 19 | 18 | 19 | 19 | 17 | 19 | 19 | 18 |
| 12.00 | 16                | 17 | 17 | 18 | 17 | 16 | 18 | 18 | 16 |
| 15.00 | 15                | 14 | 16 | 15 | 15 | 14 | 15 | 16 | 15 |

#### 4.5 Analisis Penjejak Matahari tidak aktif (Fix)

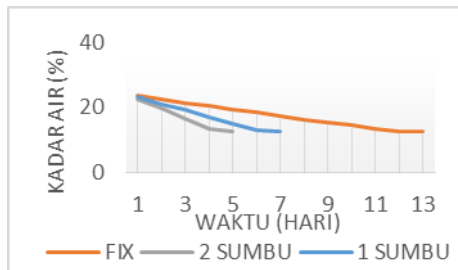
Berikut merupakan hasil pengukuran kadar air berdasarkan penjejak matahari yang tidak aktif dengan 2 sumbu dan 1 sumbu. Pada penjejak matahari tidak aktif yang dimulai pada tanggal 28 juli 2017.

**Tabel 4.3** Kadar Air Biji Kopi pada Solar Tracker Dua dan Satu Sumbu

| HARI | JENIS |         |         |
|------|-------|---------|---------|
|      | FIX   | 2 SUMBU | 1 SUMBU |
| 1    | 23.55 | 22.72   | 23.23   |
| 2    | 22.54 | 19.72   | 21.14   |
| 3    | 21.47 | 16.69   | 19.26   |
| 4    | 20.51 | 13.62   | 17.15   |
| 5    | 19.49 | 12.59   | 15.1    |
| 6    | 18.59 |         | 13.11   |
| 7    | 17.48 |         | 12.84   |
| 8    | 16.43 |         |         |
| 9    | 15.27 |         |         |
| 10   | 14.49 |         |         |
| 11   | 13.47 |         |         |
| 12   | 12.68 |         |         |
| 13   | 12.76 |         |         |

Dari tabel diatas menunjukkan data dari ketiga metode pengeringan yang memiliki jumlah waktu berbeda untuk menuju

kadar air yang diinginkan . Untuk pengeringan fix membutuhkan waktu yang lebih lama yaitu selama 13 hari dalam penurunan KA.



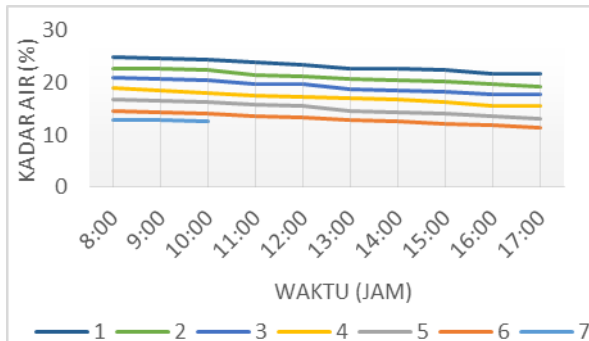
**Gambar 4.6** Penurunan Kadar Air Biji Kopi Dengan Solar Tracker 2 Sumbu dan 1 Sumbu

#### 4.6 Analisis Penjejak Matahari Aktif 1 dan 2 Sumbu

Sumber pemanas dari matahari merupakan hal yang utama dalam proses pengeringan kopi, untuk itu perlu dilakukan analisis penurunan kadar air yang optimal pada proses pengeringan. Berikut merupakan tabel tentang pengaruh penjejak matahari 1 sumbu terhadap penurunan kadar air disetiap titik waktu pengambilan yaitu pukul 06.00, 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.00, 14.00, 15.00, 16.00 dan 17.00, pengambilan data ini dilakukan selama 7 hari, dimulai dari tanggal 3 juli 2017 hingga tanggal 10 juli 2017.

| WAKTU | HARI  |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 8:00  | 24.8  | 22.7  | 20.86 | 18.97 | 16.73 | 14.64 | 12.99 |
| 9:00  | 24.61 | 22.6  | 20.7  | 18.61 | 16.59 | 14.4  | 12.87 |
| 10:00 | 24.3  | 22.38 | 20.55 | 18.12 | 16.27 | 14.22 | 12.71 |
| 11:00 | 23.82 | 21.55 | 19.83 | 17.6  | 15.76 | 13.62 |       |
| 12:00 | 23.4  | 21.3  | 19.67 | 17.24 | 15.55 | 13.48 |       |
| 13:00 | 22.76 | 20.85 | 18.89 | 16.94 | 14.57 | 12.77 |       |
| 14:00 | 22.65 | 20.58 | 18.47 | 16.72 | 14.36 | 12.56 |       |
| 15:00 | 22.5  | 20.33 | 18.25 | 16.38 | 14.14 | 12.17 |       |
| 16:00 | 21.72 | 19.67 | 17.86 | 15.68 | 13.57 | 11.78 |       |
| 17:00 | 21.68 | 19.33 | 17.75 | 15.49 | 13.23 | 11.42 |       |

Berdasarkan data yang diperoleh nilai optimal penurunan kadar air pada proses pengeringan menggunakan penjejak matahari aktif 1 sumbu dalam waktu 7 hari yaitu 12,71%. Berikut merupakan grafik dari waktu pengeringan dengan nilai kadar air per hari yang ditunjukkan pada gambar 4.6



**Gambar 4.7** Kadar Air Biji Kopi Pada Solar Tracker Satu Sumbu

Selain data diatas terdapat pula tabel kadar air dengan 2 sumbu seperti dibawah ini:

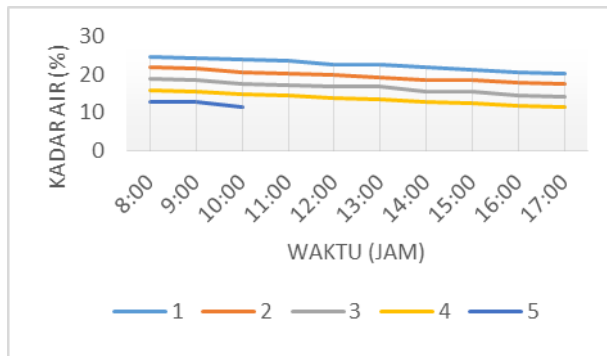
**Tabel 4.5** Kadar Air Biji Kopi Pada Solar Tracker Dua Sumbu

| WAKTU | HARI  |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
| 8:00  | 24.8  | 21.93 | 18.86 | 15.95 | 12.9  |
| 9:00  | 24.5  | 21.63 | 18.54 | 15.54 | 12.77 |
| 10:00 | 23.97 | 20.72 | 17.74 | 14.89 | 11.67 |
| 11:00 | 23.63 | 20.41 | 17.43 | 14.61 |       |
| 12:00 | 22.77 | 19.83 | 16.95 | 13.75 |       |
| 13:00 | 22.56 | 19.39 | 16.78 | 13.55 |       |

**Tabel 4.5** Kadar Air Biji Kopi Pada Solar Tracker Dua Sumbu

| WAKTU | HARI  |       |       |       |   |
|-------|-------|-------|-------|-------|---|
|       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5 |
| 14:00 | 21.95 | 18.79 | 15.65 | 12.88 |   |
| 15:00 | 21.43 | 18.55 | 15.42 | 12.58 |   |
| 16:00 | 20.64 | 17.86 | 14.55 | 11.83 |   |
| 17:00 | 20.29 | 17.68 | 14.21 | 11.46 |   |

Berdasarkan data yang diperoleh nilai optimal penurunan kadar air pada proses pengeringan menggunakan penjejak matahari aktif 2 sumbu dalam waktu 5 hari yaitu 11,67%. Berikut merupakan grafik waktu pengeringan dengan nilai rata-rata kadar air per hari

**Gambar 4.8** Kadar Air Biji Kopi Pada Solar Tracker Dua Sumbu

#### 4.4 Pembahasan

Pengambilan data kadar air dengan 3 macam pengambilan data yaitu fix atau secara umum disebut konvensional, penjejak matahari aktif 1 sumbu dan penjejak matahari aktif 2 sumbu. Pengambilan data fix dimulai pada tanggal 28 juni 2017, sedangkan penjejak matahari aktif 1 sumbu dan penjejak matahari aktif 2 sumbu dimulai pada tanggal 3 juli 2016. Selama

pengambilan data berlangsung terjadi beberapa kendala salah satunya yaitu nilai kadar air yang selalu mengalami kenaikan ketika dimulai kembali keesokan harinya sebagai contoh data ketika jam 17.00 pada hari ke 1 adalah 20.29%, sedangkan ketika hari ke 2 pada pukul 08.00 nilai kadar air yang didapat adalah 21.93% itu dikarenakan terjadinya proses pengembunan ketika malam. Selain itu terjadi kendala karena cuaca yang tidak mendukung seperti mendung dan berawan. Pada proses pengeringan untuk mencapai set point yang diinginkan memiliki selang waktu yang berbeda, seperti saat pengeringan dengan fix pengeringan menghabiskan waktu selama 13 hari sedangkan untuk 1 sumbu menghabiskan waktu selama 7 hari dan 2 sumbu hanya menghabiskan waktu selama 5 hari seperti yang ada pada gambar 4.5.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Adapun Kesimpulan yang dapat diambil dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Spesifikasi alat ukur kadar air pada biji kopi pasca panen yaitu memiliki range 11% sampai dengan 23%.
- b. kinerja alat ukur kadar air biji kopi yang diimplementasikan pada sistem penjejak matahari berjalan dengan baik mulai dari menampilkan pada LCD dan menyimpan pada OpenLog.
- c. Penurunan kadar air pada biji kopi berdasarkan jenis metode pengeringannya memiliki nilai yang berbeda yaitu metode penjejak matahari dua sumbu membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan penjejak matahari satu sumbu untuk menuju set point.

### **5.2 Saran**

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kelanjutan plant ini adalah sebagai berikut :

- a. Sistem monitoring ini dapat disempurnakan dengan menggunakan hanya dengan 1 mikrokontroler untuk semua bagian dari mesin pengering ini, mulai dari sistem kontrol maupun system monitoring yang lain
- b. Penyimpanan data dapat dibuat secara online menggunakan IOT
- c. Monitoring dapat dilakukan secara jarak jauh menggunakan android.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ciptadi,W.dan M.Z. Nasution, Pengolahan Kopi (Bogor: Agrp Industri Press Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fateta IPB, 1985)
- [2] Hendri Syah, Raida Agustina dan Ryan Moulana.2016. **“Rancang Bangun Pengereng Surya Tipe Bak Untuk Biji Kopi”**(Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala)
- [3] Badan Standardisasi Nasional(BSN).2008. (SNI 01-2907-2008 Biji Kopi)
- [4] Endri Yani dan Suryadi Fajrin.2013.**“Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Berdasarkan Variasi Kecepatan Aliran Udara Pada Solar Dryer”**.Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.
- [5] Albert Paul, Malvino. 2003. **“Prinsip-Prinsip Elektronika Buku Satu”**.Salemba Teknika,Jakarta.
- [6] Frina Widowati.2012. **“Pengeringan Cabai Menggunakan Alat Rotary Dryer”**. Diploma III Teknik Kimia Fakultas Teknik,Universitas Diponegoro.Semarang.
- [7] Erwin Nizar Rahman.2011. **“Rancang Bangun Sistem Pengendalian Kadar Air Pada Mesin Pengereng Padi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno ATMEGA328”**. Diploma III Metrologi dan Instrumentasi, Teknik Fisika. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Andrianto, Heri. 2013. **“Pemrograman Mikrokontroller AVR Atmega 16”**. Informatika, Bandung..
- [9] Shayantharan Sivarajalingam,2009. **“Modelling and Control of a Spray Drying Process”**. Technical University Of Denmark.

# LAMPIRAN 1

## Datasheet Manual DT-SENSE SHT11 Module

### DT-SENSE

#### SHT11 Module

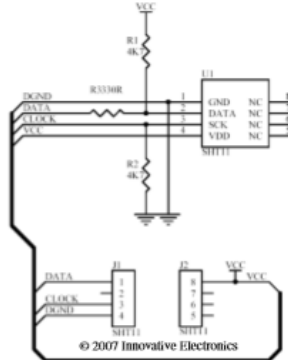
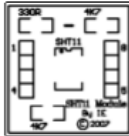
DT-SENSE SHT11 Module is a temperature and humidity module sensor based on Sensirion SHT11 ([www.sensirion.com](http://www.sensirion.com)) with Two-Wire Serial Interface. This Module can be used in room temperature controlling system or weather station system.

##### Hardware specifications

1. Temperature Range : -40°C (-40°F) to +125,6°C (+254,9°F)
2. Temperature accuracy : +1-0,5°C at 25°C
3. Humidity Range : 0 to 100% RH
4. Absolute RH accuracy : +1-3,5% RH
5. Form factor : 8 pin DIP-0.6"
6. Low voltage consumption (typical 30  $\mu$ W)
7. supply voltage +5 VDC

##### layout

| Pin | function |
|-----|----------|
| 1   | Data     |
| 3   | Clock    |
| 4   | Ground   |
| 8   | +5 VDC   |



Application can be found at [novativeelectronics.com](http://novativeelectronics.com).

- ♦ Thank you for your trust using our products, if you found any difficulties, questions, or suggestions regarding our product, please contact our technical support at: [support@innovativeelectronics.com](mailto:support@innovativeelectronics.com)

### DT-SENSE

#### SHT11 Module

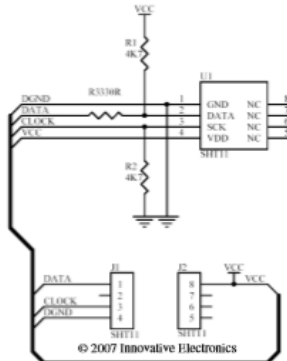
DT-SENSE SHT11 Module is a temperature and humidity sensor module which is based on Sensirion SHT11 ([www.sensirion.com](http://www.sensirion.com)) with Two-Wire Serial Interface. This Module can be used in room temperature controlling system or weather station system.

##### Hardware specifications

1. Temperature Range : -40°C (-40°F) to +125,6°C (+254,9°F)
2. Temperature accuracy : +1-0,5°C at 25°C
3. Humidity Range : 0 to 100% RH
4. Absolute RH accuracy : +1-3,5% RH
5. Form factor : 8 pin DIP-0.6"
6. low voltage consumption (typical 30  $\mu$ W)
7. supply voltage +5 VDC

##### layout

| Pin | Function |
|-----|----------|
| 1   | Data     |
| 3   | Clock    |
| 4   | Ground   |
| 8   | +5 VDC   |



application can be found at [www.innovativeelectronics.com](http://www.innovativeelectronics.com).

- ♦ Thank you for your trust using our products, if you found any difficulties, questions, or suggestions regarding our product, please contact our technical support at: [support@innovativeelectronics.com](mailto:support@innovativeelectronics.com)

## LAMPIRAN 2

### Datasheet DS1307



www.maxim-ic.com

DS1307

64 x 8 Serial Real-Time Clock

#### FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

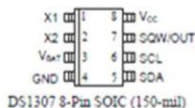
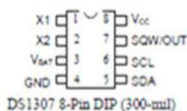
#### ORDERING INFORMATION

|          |                         |
|----------|-------------------------|
| DS1307   | 8-Pin DIP (300-mil)     |
| DS1307Z  | 8-Pin SOIC (150-mil)    |
| DS1307N  | 8-Pin DIP (Industrial)  |
| DS1307ZN | 8-Pin SOIC (Industrial) |

#### DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

#### PIN ASSIGNMENT



#### PIN DESCRIPTION

|                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| V <sub>CC</sub>  | - Primary Power Supply         |
| X1, X2           | - 32.768kHz Crystal Connection |
| V <sub>BAT</sub> | - +3V Battery Input            |
| GND              | - Ground                       |
| SDA              | - Serial Data                  |
| SCL              | - Serial Clock                 |
| SQW/OUT          | - Square Wave/Output Driver    |

## LAMPIRAN 3

/\*\*\*\*\*\*

This program was created by the CodeWizardAVR V3.29  
Automatic Program Generator  
© Copyright 1998-2016 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.  
<http://www.hpinfotech.com>

Project :  
Version :  
Date : 6/18/2017  
Author :  
Company :  
Comments:

```
#include <mega32.h> //crystal 8MHz
#include <alcd.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <i2c.h>
#include <ds1307_twi.h>
```

```
//Deklarasi varaibel
unsigned char tulissuhu[33], tulisrad[33]; //sd[50];
unsigned char error,checksum;
char inp;
float suhu0, suhu1;
```

```
typedef union
{ unsigned int i;
  float f;
} value;
enum {TEMP,HUMI};
#define DATA_OUT PORTC.6
#define DATA_IN PINC.6
#define SCK PORTC.7
```

```

#define    noACK        0
#define    ACK          1
                //adr command r/w
#define STATUS_REG_W 0x06 //000 0011 0
#define STATUS_REG_R 0x07 //000 0011 1
#define UKUR_SUHU   0x03 //000 0001 1
#define UKUR_HUMI   0x05 //000 0010 1
#define RESET       0x1e //000 1111 0

```

```

unsigned long int nilaisuhu[3]={0,0,0};

```

```

//Untuk menulis data ke SHT11
char tulis_SHT(unsigned char byte)
{
    unsigned char i,error=0;
    DDRC = 0b11000000;
    for (i=0x80;i>0;i/=2) //shift bit
    {
        if (i & byte)
            DATA_OUT=1;
        else DATA_OUT=0;
        SCK=1;    //clk
        delay_us(5); //delay 5 us
        SCK=0;
    }
    DATA_OUT=1;
    DDRC = 0b10000000; // DATA Output
    SCK=1;    //clk #9 ack
    delay_us(2);
    error=DATA_IN;    //cek ack (DATA akan di pull down oleh
SHT11)
    delay_us(2);
    SCK=0;
    return error;    //cek jika ada error
}

```

```

//Untuk membaca data dari SHT11
char baca_SHT(unsigned char ack)
{

```

```

unsigned char i,val=0;
DDRC = 0b10000000; // DATA Input
for (i=0x80;i>0;i/=2) //shift bit
{ SCK=1; //clk
  delay_us(2);
  if (DATA_IN) val=(val | i); //baca bit
  delay_us(2);
  SCK=0;
}
DDRC = 0b11000000; // DATA Output
DATA_OUT=!ack; // "ack==1" pull down DATA-Line
SCK=1; //clk #9 ack
delay_us(5); //delay 5 us
SCK=0;
DATA_OUT=1; //DATA-line
return val;
}
//-----
// menghasilkan sinyal awal untuk transmisi data
// _____
// DATA: |_____|
// _____
// SCK : |_| |_| |_____|
//-----

//Untuk memulai transmisi data
void start_SHT(void)
{
  DDRC = 0b11000000; // DATA Output
  DATA_OUT=1; SCK=0; //Inisial state
  delay_us(2);
  SCK=1;
  delay_us(2);
  DATA_OUT=0;
  delay_us(2);
  SCK=0;
  delay_us(5);
  SCK=1;
  delay_us(2);
}

```





```

return error;          //error=1 jika tidak ada respon dari sensor
}

//Membaca data hasil pengukuran
char ukur_SHT( unsigned char* p_value,unsigned char *p_checksum,
unsigned char mode)
{
    unsigned error=0;
    unsigned int temp=0;

    start_SHT();          //start transmisi data

    switch(mode){          //mengirim command ke sensor
        case TEMP      : error+=tulis_SHT(UKUR_SUHU); break;
        case HUMI      : error+=tulis_SHT(UKUR_HUMI); break;
        default       : break;
    }
    DDRC = 0b10000000; // DATA input
    while (1)
    {
        if(DATA_IN==0) break;
        //tunggu hingga sensor selesai melakukan pengukuran
    }
    if(DATA_IN) error+=1;
    // jika sudah timeout (2 detik)

    switch(mode){          //mengirim command ke sensor
        case TEMP      : temp=0;
            temp=baca_SHT(ACK);
            temp<<=8;
            nilaisuhu[0]=temp;
            temp=0;
            temp=baca_SHT(ACK);
            nilaisuhu[0]=temp;
            break;
        case HUMI      : temp=0;
            temp=baca_SHT(ACK);
            temp<<=8;
            nilaisuhu[1]=temp;

```

```

        temp=0;
        temp=baca_SHT(ACK);
        nilaisuhu[1]=temp;
        break;
    default : break;
}
*p_checksum =baca_SHT(noACK); //baca checksum
*p_value=baca_SHT(ACK);
return error;
}

```

```

const float C1=-4.0;
const float C2=+0.0405;
const float C3=-0.0000028;
const float T1=+0.01;
const float T2=+0.00008;

```

```

float hitung_SHT(float p_humidity, float *p_temperature)
{
    float rh_lin;          // rh_lin: Kelembaban linear
    float rh_true;        // rh_true: Suhu untuk kompensasi kelembaban
    float t_C;            // t_C : nilai Suhu

    t_C=*p_temperature*1/100-40;
    //mengubah nilai Suhu menjadi derajat Celcius [°C]
    rh_lin=C3*(p_humidity)*(p_humidity) + C2*(p_humidity) + C1;
    //mengubah nilai kelembaban dalam % [%RH]
    rh_true=(t_C-25)*(T1+T2*(p_humidity))+rh_lin;
    //mengkompensasikan nilai suhu dan kelembaban[%RH]
    if(rh_true>100)rh_true=100;
    if(rh_true<1)rh_true=1;

    *p_temperature=t_C;
    return rh_true;
}

```

```

//----- Real Time Clock -----

```

```
//unsigned char buf0 [17];  
//unsigned char buf1 [17];  
unsigned char s,m,h;  
unsigned char dd,mm,yy;
```

```
void main(void)  
{  
value humi_val,temp_val;
```

```
PORTA=0x00;  
DDRA=0x00;
```

```
PORTB=0xFF;  
DDRB=0x00;
```

```
PORTC=0x00;  
DDRC=0xC0;
```

```
PORTD=0xF0;  
DDRD=0xF0;
```

```
// USART initialization  
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity  
// USART Receiver: On  
// USART Transmitter: On  
// USART Mode: Asynchronous  
// USART Baud Rate: 9600  
UCSRA=0x00;  
UCSRB=0x18;  
UCSRC=0x86;  
UBRRH=0x00;  
UBRRL=0x47;
```

```
ACSR=0x80;  
SFIOR=0x00;  
ADCSRA=0x00;  
SPCR=0x00;
```

```

TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTA Bit 0
// RD - PORTA Bit 1
// EN - PORTA Bit 2
// D4 - PORTA Bit 4
// D5 - PORTA Bit 5
// D6 - PORTA Bit 6
// D7 - PORTA Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);
lcd_clear();
lcd_gotoxy(3,0);
lcd_putsf("Monitoring");
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_putsf("  Kadar Air");
delay_ms(10);

reset_SHT();

    rtc_set_time(21,12,00); //set time 12:00:00
    rtc_set_date(0,01,05,17);
#asm("sei")

while (1)
{
    {
        //delay_ms(500);
        error=0;
        error+=ukur_SHT((unsigned
char*)&humi_val.i,&checksum,HUMI); //mengukur kelembaban
        error+=ukur_SHT((unsigned
char*)&temp_val.i,&checksum,TEMP); //mengukur suhu
        error += StatusReg_SHT(&inp, &checksum);
        if(error!=0)

```

```

    {
    reset_SHT();          //jika ada error, reset koneksi
    putsf("Error");
    }
else
{
    suhunol=(nilaisuhu[1]*0.0405)-
(nilaisuhu[1]*nilaisuhu[1]*0.000028)-4;
    suhusatu=((nilaisuhu[1]*0.0405)-
(nilaisuhu[1]*nilaisuhu[1]*0.000028)-4)*0.16;
    //humi_val.f= float (&humi_val.f);
//mengubah integer menjadi float
    // temp_val.f= float (&temp_val.f);
    //humi_val.f= float hitung_SHT(humi_val.f,&temp_val.f);
//menghitung suhu, kelembaban

    //jam dan menit
    rtc_get_time(&h,&m,&s);
    rtc_get_date(0,&dd,&mm,&yy);

    //tulis lcd
    lcd_clear();
    /* lcd_gotoxy(0,0);
    sprintf(buf,"RH = %d %%",nilaisuhu[0]);
    lcd_puts(buf); */
    lcd_gotoxy(0,0);
    sprintf(buf,"rh:%.2f %%",suhunol);
    lcd_puts(buf);
    lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(buf,"kadarAir:%.2f %%",suhusatu);
    lcd_puts(buf);
}
delay_ms(1000);
// hitung_SHT();
//
// lcd_clear();
// lcd_gotoxy(0,0);
// sprintf(buf,"lembab:%.2f",rh_lin);
// lcd_puts(buf); */

```

```
// lcd_gotoxy(0,1);
// sprintf(buf,"komp:%.2f ",rh_true);
// lcd_puts(buf);
// lcd_gotoxy(6,1);
// sprintf(buf,"sh:%.2f ",t_C);
// lcd_puts(buf);

/* float rh_lin; // rh_lin: Kelembaban linear
float rh_true; // rh_true: Suhu untuk kompensasi kelembaban
float t_C; // t_C : nilai Suhu
*/
}
}
```

## **BIODATA PENULIS**



Nama Penulis Arshila Ariadna Dwirossi, dilahirkan di Surabaya, 18 September 1996. Riwayat Pendidikan Penulis dimulai dari TK Aisyah dilanjutkan di SDN Wedoro 1 dan dilanjutkan lagi di SMPN 12 Surabaya dan dilanjutkan lagi di SMAN 17 Surabaya dan pada tahun 2014 masuk di prodi D3 Metrologi & Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan NRP : 24 14 031 003. Apabila terdapat pertanyaan tentang tugas akhir ini maka dapat menghubungi nomor telpon penulis yaitu : 08993498007, dan dapat juga melalui email penulis yaitu arshila180996@gmail.com