

**PENGENDALIAN SUHU PADA ALAT PENGERING BIJI KOPI  
MENGUNAKAN METODE KONTROLER ON-OFF**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL**

**Ditujukan untuk memenuhi persyaratan**

**Memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**NANDANA WIRAGOTRA**

**NIM. 0910630082 – 63**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
MALANG  
2016**

**PENGENDALIAN SUHU PADA ALAT PENGERING BIJI KOPI  
MENGUNAKAN METODE KONTROLER ON-OFF**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**Disusun oleh:**

**NANDANA WIRAGOTRA  
NIM. 0910630082 - 63**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, MT.**  
**NIP. 19650913 199002 2 001**

**Ir. Moch. Rusli, Dipl.-Ing**  
**NIP. 19630104 1987011 001**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D.**  
**NIP. 19741203 200012 1 001**

**JUDUL SKRIPSI :**  
**PENGENDALIAN SUHU PADA ALAT PENGERING BIJI KOPI MENGGUNAKAN**  
**METODE KONTROLER ON-OFF**

Nama Mahasiswa : Nandana Wiragotra  
 NIM : 0910630082  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 Minat : Teknik Kontrol

**KOMISI PEMBIMBING :**

Ketua : Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, M.T. ....

Anggota : Ir. Moch. Rusli, Dipl.-Ing .....

**TIM DOSEN PENGUJI :**

Dosen Penguji 1 : Ir. Purwanto, M.T. ....

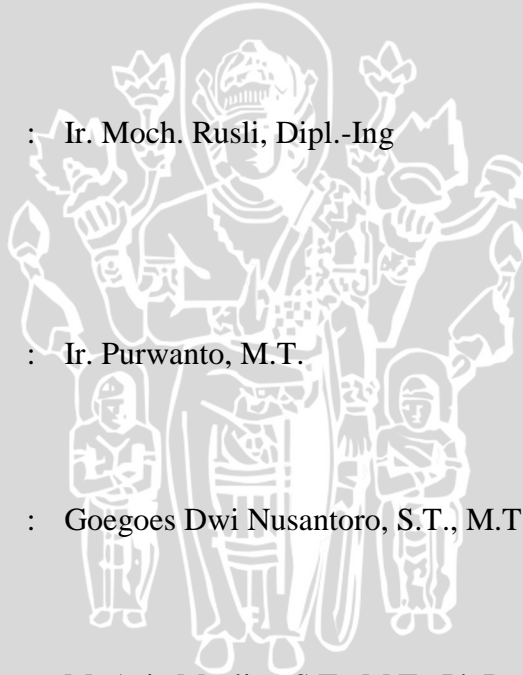
Dosen Penguji 2 : Goegoes Dwi Nusantoro, S.T., M.T. ....

Dosen Penguji 3 : M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. ....

Tanggal Ujian : 19 Agustus 2016

SK Penguji : 1063/UN10.6/SK/2016

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2, dan pasal 70)

Malang, 19 Agustus 2016

**Mahasiswa,**

Materai Rp. 6000,-

**Nandana Wiragotra**

**0910630082**



# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:*

*Ayahanda dan Ibunda tercinta*





## PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada kehadirat Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya yang tak berkesudahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengendalian Suhu Pada Alat Pengering Biji Kopi Menggunakan Metode Kontroler *On-Off*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

- Keluarga tercinta, kedua orang tua yaitu Ayah Iradat Soerjono tercinta., Mama Dina Pahlevia tercinta, serta Kakak Prita, dan Keluarga Besar yang senantiasa mendoakan dan memberi semangat selama penyusunan skripsi ini.
- Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT, Ph.D sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Hadi Suyono, ST., MT, Ph.D sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis atas segala nasehat dan bimbingan yang telah diberikan,
- Bapak Ali Mustofa ST., MT., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro.
- Bapak Ir. Purwanto, MT. sebagai Ketua Kelompok Dosen Keahlian Sistem Kontrol Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Ibu Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, MT., selaku Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, pengarahan, gagasan, ide, saran serta motivasi yang telah diberikan.
- Bapak Ir. Moch. Rusli, Dipl.-Ing., selaku Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, gagasan, ide, saran serta motivasi yang telah diberikan.
- Staf Rekording, staf Pengajaran, dan staf Ruang Baca Jurusan Teknik Elektro yang telah membantu segala urusan penulis selama ini.
- Sahabat terbaik Ade Barlian, Ridho, Ashfari, Onny, Rio, Okky, Zilla, Imam, Priya Surya, Puguh, Eka Bayu, Praja, Zidnil, Okky, Dimas A., dan Deby yang selalu ada untuk memberikan cerita, canda tawa, bantuan, saran, motivasi dan semangat setiap saat dalam suka maupun duka

- Rekan-rekan yang membantu dalam mengerjakan skripsi, Anas Setiawan, Praja, Ade Bete, Ridho, Rio, Okky, Onny, Priya Surya, Ashfari, Rizaldi dan banyak lainnya atas segala bantuan dan waktu yang sudah diberikan dalam pengerjaan skripsi.
- Teman-teman asisten Laboratorium Sistem Kontrol dari segala angkatan serta Laboran Laboratorium Sistem Kontrol, Mbak Eka Desiana atas dukungan dan bantuannya selama ini.
- Teman-teman sekolah Fiane, Febri, Hengky, Pandu, Dhony, Tito, Agie.
- Semua anggota Ampere 2009, teman-teman Elektro dari berbagai angkatan dan teman-teman Fakultas Teknik lainnya atas seluruh bantuan dan dukungannya.

Seluruh teman - teman serta semua pihak yang tidak mungkin untuk dicantumkan namanya satu-persatu, terima kasih banyak atas segala bentuk bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, karena keterbatasan ilmu dan kendala-kendala lain yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

19 Agustus 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| PENGANTAR.....                                | i    |
| DAFTAR ISI .....                              | iii  |
| DAFTAR GAMBAR.....                            | vi   |
| DAFTAR TABEL .....                            | viii |
| RINGKASAN.....                                | ix   |
| <i>SUMMARY</i> .....                          | x    |
| BAB I.....                                    | 1    |
| PENDAHULUAN .....                             | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                     | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                     | 2    |
| 1.3. Batasan Masalah .....                    | 2    |
| 1.4. Tujuan .....                             | 3    |
| 1.5. Sistematika Penulisan .....              | 3    |
| BAB II .....                                  | 4    |
| TINJAUAN PUSTAKA .....                        | 4    |
| 2.1. Kopi.....                                | 4    |
| 2.1.1. Kopi Arabika .....                     | 5    |
| 2.1.2. Kopi Liberika.....                     | 5    |
| 2.1.3. Kopi <i>Canephora</i> (Robusta) .....  | 5    |
| 2.1.4. Kopi Hibrida.....                      | 5    |
| 2.2. Pengeringan Biji Kopi.....               | 5    |
| 2.3. Arduino .....                            | 7    |
| 2.3.1. Pengertian Arduino <i>UNO R3</i> ..... | 7    |
| 2.3.2. Daya ( <i>Power</i> ).....             | 8    |
| 2.3.3. <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....   | 10   |
| 2.3.4. Komunikasi.....                        | 11   |

|                         |  |    |
|-------------------------|--|----|
| 2.3.5.                  | Pemrograman.....                               | 11 |
| 2.3.6.                  | <i>Reset</i> Otomatis.....                     | 12 |
| 2.3.7                   | Proteksi Arus USB .....                        | 13 |
| 2.3.8.                  | Karakteristik Fisik .....                      | 13 |
| 2.4.                    | <i>Heater</i> .....                            | 14 |
| 2.4.1.                  | Elemen Pemanas Listrik Bentuk Dasar .....      | 14 |
| 2.4.2.                  | Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut .....     | 15 |
| 2.5.                    | Sensor Suhu DS18B20 .....                      | 16 |
| 2.6.                    | <i>Fan</i> .....                               | 17 |
| 2.7.                    | Kontroler.....                                 | 17 |
| 2.7.1.                  | Kontroler <i>On-Off</i> .....                  | 18 |
| BAB III.....            |  | 19 |
| METODE PENELITIAN ..... |  | 19 |
| 3.1.                    | Metode Penelitian .....                        | 19 |
| 3.2.                    | Spesifikasi Desain.....                        | 19 |
| 3.3.                    | Perancangan dan Realisasi Pembuatan Alat ..... | 20 |
| 3.3.1.                  | Perancangan Perangkat Keras .....              | 20 |
| 3.3.2                   | Perancangan Perangkat Lunak .....              | 20 |
| 3.4.                    | Pengujian Alat .....                           | 20 |
| 3.4.1.                  | Pengujian Catu Daya Tegangan .....             | 20 |
| 3.4.2.                  | Pengujian <i>LCD</i> 16x2 .....                | 20 |
| 3.4.3.                  | Pengujian Modul <i>Relay</i> .....             | 20 |
| 3.4.4.                  | Pengujian Sensor Suhu DS18B20 .....            | 21 |
| 3.4.5.                  | Pengujian Sistem Keseluruhan.....              | 21 |
| 3.5.                    | Pengambilan Kesimpulan .....                   | 21 |
| 3.6.                    | Spesifikasi Sistem Kontrol .....               | 21 |
| 3.7.                    | Diagram Blok Sistem.....                       | 22 |
| 3.8.                    | Pembuatan Perangkat Keras .....                | 22 |
| 3.8.1.                  | Pembuatan Mekanik.....                         | 22 |
| 3.8.2.                  | Pembuatan Rangkaian Sistem Keseluruhan .....   | 23 |
| 3.8.3.                  | Pembuatan Rangkaian <i>Driver Relay</i> .....  | 24 |

|                            |  |    |
|----------------------------|--|----|
| 3.8.4.                     | Pembuatan Rangkaian Sensor Suhu DS18B20 .....            | 25 |
| 3.8.5.                     | Pembuatan Rangkaian LCD 16x2.....                        | 25 |
| 3.8.6.                     | Perancangan Parameter Metode Kontrol <i>On-Off</i> ..... | 26 |
| 3.8.7.                     | Perancangan Perangkat Lunak.....                         | 27 |
| BAB IV .....               |  | 28 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |  | 30 |
| 4.1.                       | Pengujian Catu Daya.....                                 | 28 |
| 4.1.1.                     | Peralatan Pengujian .....                                | 28 |
| 4.1.2.                     | Prosedur Pengujian .....                                 | 28 |
| 4.1.3.                     | Hasil Pengujian.....                                     | 29 |
| 4.2.                       | Pengujian LCD 16x2.....                                  | 30 |
| 4.2.1.                     | Peralatan Pengujian .....                                | 30 |
| 4.2.2.                     | Prosedur Pengujian .....                                 | 30 |
| 4.2.3.                     | Hasil Pengujian.....                                     | 30 |
| 4.3.                       | Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....                       | 31 |
| 4.3.1.                     | Peralatan Pengujian .....                                | 31 |
| 4.3.2.                     | Prosedur Pengujian .....                                 | 31 |
| 4.3.3.                     | Hasil Pengujian.....                                     | 31 |
| 4.4.                       | Pengujian Keseluruhan Sistem .....                       | 32 |
| 4.4.1.                     | Peralatan Pengujian .....                                | 32 |
| 4.4.2.                     | Prosedur Pengujian .....                                 | 33 |
| 4.4.3.                     | Hasil Pengujian.....                                     | 33 |
| BAB V .....                |  | 36 |
| PENUTUP .....              |  | 36 |
| 5.1.                       | Kesimpulan .....   | 36 |
| 5.2.                       | Saran .....  | 36 |
| DAFTAR PUSTAKA.....        |  | 37 |
| LAMPIRAN .....             |  | 40 |





**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Tampilan Arduino *Uno*..... 7

Gambar 2.2. Contoh Program Pada Arduino..... 11

Gambar 2.3 Coil *Heater* ..... 14

Gambar 2.4 Silica dan Ceramic *Heater*..... 14

Gambar 2.5 Infra Red *Heater* ..... 14

Gambar 2.6 Tubular *Heater*..... 15

Gambar 2.7 Catridge *Heater* ..... 15

Gambar 2.8 Band, Nozzle & Strip *Heater*..... 16

Gambar 2.9 Sensor Suhu DS18B20 ..... 16

Gambar 2.10 Aksi Kontrol ..... 18

Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem secara Umum (Perancangan, 2016) ..... 22

Gambar 3.2 Ilustrasi Mekanik *Plan* Sistem Pengeringan Biji Kopi..... 23

Gambar 3.3 Rangkaian Sistem Keseluruhan (Perancangan, 2016) ..... 23

Gambar 3.4 Rangkaian *Driver* Relay (Perancangan, 2016)..... 24

Gambar 3.5 Koneksi Sensor DS18B20 ..... 25

Gambar 3.6 Rangkaian *LCD* 16x2 (Perancangan, 2016) ..... 26

Gambar 3.7 Nilai *Setpoint* dan Hysterisis (Perancangan, 2016) ..... 26

Gambar 3.8 *Flowchart* Perangkat Lunak Sistem (Perancangan, 2016) ..... 27

Gambar 4.1 Pengukuran Catu Daya ..... 29

Gambar 4.2 Hasil Pengujian *LCD* 16x2 ..... 30

Gambar 4.3 Grafik Pengujian Sensor DS18B20 ..... 32

Gambar 4.4 Proses Pencucian Biji Kopi ..... 33

Gambar 4.5 Proses Penimbangan Biji Kopi Sebelum Dikeringkan ..... 33



Gambar 4.6 Grafik Suhu Terhadap Waktu.....34

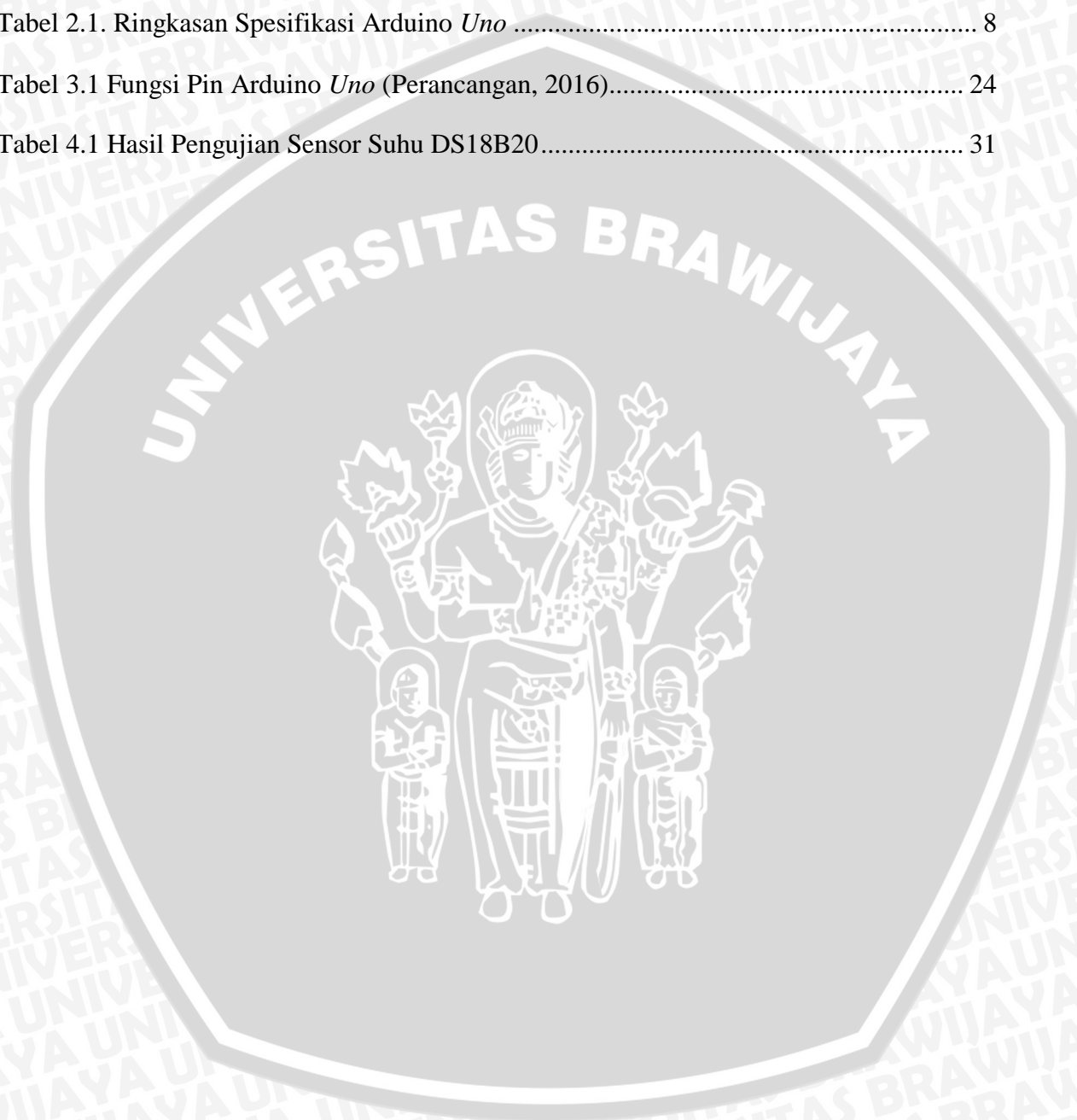
Gambar 4.7 Grafik Sinyal Kontrol Terhadap Waktu .....34

Gambar 4.8 Penimbangan Biji Kopi Setelah Dikeringkan .....35



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1. Ringkasan Spesifikasi Arduino <i>Uno</i> .....        | 8  |
| Tabel 3.1 Fungsi Pin Arduino <i>Uno</i> (Perancangan, 2016)..... | 24 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....               | 31 |





## RINGKASAN

**Nandana Wiragotra**, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2016, *Pengendalian Suhu Pada Alat Pengering Biji Kopi Menggunakan Metode Kontroler ON-OFF*, Dosen Pembimbing: Erni Yudaningtyas dan Moch. Rusli.

Semakin berkembangnya teknologi saat ini memberikan dampak positif pada perkembangan dunia elektronik khususnya di bidang sistem kontrol. Pada saat ini banyak teknologi yang telah menggunakan alat otomatisasi kontrol. Hal tersebut disebabkan oleh keinginan manusia untuk memenuhi kebutuhan dan mendapatkan fasilitas kemudahan dan efisiensi dalam berbagai macam hal. Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga merupakan sumber penghasilan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani kopi di Indonesia. Berdasarkan permasalahan cuaca yang seringkali timbul pada proses pengeringan biji kopi di Indonesia, maka penulis merancang sebuah alat pengering biji kopi yang dapat dikontrol untuk mempertahankan suhu pengeringan secara otomatis, sehingga proses pengeringan tidak terkendala oleh kondisi cuaca yang terjadi. Sistem pengendalian suhu pada alat pengering biji kopi menggunakan metode kontrol *On-Off* dapat melakukan proses pengeringan selama 10 jam dengan set point suhu sebesar  $55^{\circ}\text{C}$  dan mempunyai respon plan *Time Delay* ( $T_d$ ) = 6 menit, *Time Rise* ( $T_r$ ) = 9 menit, *Time Peak* ( $T_p$ ) = 12 menit dan *Max Overshoot* ( $M_p$ ) =  $59,19^{\circ}\text{C}$ . Terjadi penyusutan berat biji kopi sebesar 335 Gram pada saat sebelum dilakukan proses pengeringan dibandingkan dengan setelah proses pengeringan.

**Kata Kunci : Kopi, Pengeringan, Kontrol On-Off.**



## SUMMARY

**Nandana Wiragotra**, Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, Agustus 2016, *The temperature control on a dryer coffee beans using the ON-OFF Controller Method*, Supervisor : Erni yudaningtyas dan Moch. Rusli.

The growth of the current technology provides a positive impact on the development of electronic world especially in the field of control system. At this time the many technologies that have been using the appliance control automation. This is caused by the desire of the people to meet the needs and get the facilities ease and efficiency in various kinds of things. The coffee is one of the results of the plantation commodities have economic value is high enough among other plantation crops and play an important role as a source of foreign exchange reserves. The coffee is not only important role as a source of foreign exchange reserves but is also a source of income for not less than one and a half million coffee farmers in Indonesia. Based on the problems that often arise in weather drying process coffee beans in Indonesia, author designing a a hairdryer coffee beans that can be controlled to insist on retaining most drying temperature automatically, so that the drying process is not hindered by weather conditions that happen. The temperature control system on a dryer coffee beans using *On-Off* control method can perform the drying process for 10 hours with set point temperature of 550C and have the response plan Time Delay ( $T_d$ ) = 6 minutes, Time Rise ( $T_r$ ) = 9 minutes, Time Peak ( $T_P$ ) = 12 minutes and Max Overshoot ( $MP$ ) = 59,190C. Severe depletion occurs coffee beans of 335 grams at the time prior to the drying process compared with after the drying process.

**Keywords : Coffee, drying, *On-Off* Control.**



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Semakin berkembangnya teknologi saat ini memberikan dampak positif pada perkembangan dunia elektronik khususnya pada bidang sistem kontrol. Pada saat ini banyak teknologi yang telah menggunakan alat otomatisasi kontrol. Hal tersebut disebabkan oleh keinginan manusia untuk memenuhi kebutuhan dan mendapatkan fasilitas kemudahan dan efisiensi dalam berbagai macam hal.

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga merupakan sumber penghasilan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani kopi di Indonesia.

Keberhasilan agribisnis kopi membutuhkan dukungan semua pihak yang terkait dalam proses produksi kopi pengolahan dan pemasaran komoditas kopi. Upaya meningkatkan produktivitas dan mutu kopi terus dilakukan sehingga daya saing kopi di Indonesia dapat bersaing di pasar dunia.

Teknologi budi daya dan pengolahan kopi meliputi pemilihan bahan tanam kopi unggul, pemeliharaan, pemangkasan tanaman dan pemberian penaung, pengendalian hama dan gulma, pemupukan yang seimbang, pemanenan, serta pengolahan kopi pasca panen. Pengolahan kopi sangat berperan penting dalam menentukan kualitas dan cita rasa kopi (Rahardjo, 2012).

Saat ini, peningkatan produksi kopi di Indonesia masih terhambat oleh rendahnya mutu biji kopi yang dihasilkan sehingga mempengaruhi pengembangan produksi akhir kopi. Hal ini disebabkan, karena penanganan pasca panen yang tidak tepat antara lain proses fermentasi, pencucian, sortasi, pengeringan, dan penyangraian. Selain itu spesifikasi alat/mesin yang digunakan juga dapat mempengaruhi setiap tahapan pengolahan biji kopi.

Salah satu cara untuk menghasilkan biji kopi yang baik memerlukan proses pengeringan, proses pengeringan pada biji kopi sendiri menggunakan suhu berkisar 47<sup>o</sup> C - 60<sup>o</sup> C agar didapatkan kopi yang dapat disimpan sebelum diolah kembali. Saat ini para petani



melakukan proses pengeringan biji kopi dengan cara konvensional yang membutuhkan waktu relatif lama. Hal ini disebabkan pada saat proses pengeringan terhambat oleh cuaca yang tidak menentu. Di Indonesia memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Apabila matahari terik penjemuran biasanya berlangsung 10-14 hari. Dan ketika musim hujan, proses pengeringan akan terhambat karena kurangnya sinar matahari yang mengakibatkan proses pengeringan bisa berlangsung 3 minggu. Hal tersebut mengakibatkan penurunan kuantitas dan kualitas hasil produksi biji kopi (Najiyati dan Danarti, 2004).

Berdasarkan permasalahan cuaca yang seringkali timbul pada proses pengeringan biji kopi di Indonesia, maka penulis merancang sebuah alat pengering biji kopi yang dapat dikontrol untuk mempertahankan suhu pengeringan secara otomatis, sehingga proses pengeringan tidak terkendala oleh kondisi cuaca yang terjadi. Penelitian ini menerapkan sistem kontrol kendali suhu pada miniatur alat pengering biji kopi menggunakan kontroler dengan metode *On-Off* yang diharapkan bisa menjadi solusi salah satu langkah pengolahan pasca panen pada biji kopi.

### 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang *hardware* sistem kontrol kendali suhu pada alat pengering kopi menggunakan metode kontrol on-of?
2. Bagaimana merancang *Software* sistem kontrol kendali suhu pada alat pengering kopi menggunakan metode kontrol on-of?

### 1.3. Batasan Masalah

Untuk menekankan pada objek pembahasan yang ada, maka pada penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Kapasitas berat biji kopi yang dikeringkan adalah 2 kg.
2. Menggunakan *Heater* sebagai pemanas ruangan pengering kopi.
3. Menggunakan *Fan* 12V untuk meratakan panas dalam ruangan pengering kopi.
4. Menggunakan sensor suhu DS18B20.
5. Pengendalian yang dilakukan adalah dengan cara mengaktifkan atau menonaktifkan *Heater* pada plan pengeringan kopi dengan *setpoint* 55<sup>0</sup> C.
6. Jenis kopi yang digunakan pada pengujian menggunakan kopi robusta.
7. Parameter kadar air pada proses pengeringan tidak diperhitungkan.
8. Penelitian difokuskan pada pengendalian suhu pada plan pengeringan biji kopi dengan menggunakan metode *on-off* hysteresis
9. Lama waktu proses pengeringan biji kopi selama 10 jam.

#### 1.4. Tujuan

Pada penelitian ini diharapkan dapat merancang suatu sistem kendali suhu sesuai dengan proses pengeringan yang diinginkan terhadap alat pengering biji kopi menggunakan kontroler *On-Off* sehingga diharapkan dapat membantu dan mempermudah proses pengeringan biji kopi.

#### 1.5. Sistematika Penulisan

Agar penyusunan laporan skripsi ini dapat mencapai sasaran dan tidak menyimpang dari judul yang telah ditentukan, maka diperlukan sistematika pembahasan yang jelas. Pembahasan dalam skripsi ini secara garis besar adalah sebagai berikut:

##### **BAB I : Pendahuluan**

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

##### **BAB II : Tinjauan Pustaka**

Menjelaskan teori dasar yang berisi penjelasan tentang teori kopi, pengeringan kopi, arduino uno, sensor suhu DS18B20, *Heater*, fan, kontroler, dan kontroler ON-OFF.

##### **BAB III : Metode Penelitian dan Perancangan Alat**

Menjelaskan tentang metodologi penelitian yang terdiri atas studi literatur, perancangan alat, pembuatan alat, pengujian alat, pengambilan kesimpulan dan saran, serta perancangan dan pembuatan alat yang meliputi prinsip kerja alat, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

##### **BAB IV : Pengujian dan Analisis**

Menjelaskan tentang pengujian alat dan analisis yang meliputi pengujian bagian blok sistem secara keseluruhan.

##### **BAB V : Penutup**

Menjelaskan tentang pengambilan kesimpulan sesuai dengan hasil perealisasi dan pengujian alat sesuai dengan tujuan dan rumusan masalah, serta pemberian saran untuk pengembangan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Kopi

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Etopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu Yaman di bagian selatan Arab, melalui para saudagar Arab (Rahardjo, 2012).

Di Indonesia kopi mulai di kenal pada tahun 1696, yang di bawa oleh VOC. Tanaman kopi di Indonesia mulai di produksi di pulau Jawa, dan hanya bersifat coba-coba, tetapi karena hasilnya memuaskan dan dipandang oleh VOC cukup menguntungkan sebagai komoditi perdagangan maka VOC menyebarkannya ke berbagai daerah agar para penduduk menanamnya (Najiyanti dan Danarti, 2004).

Sistematika tanaman kopi robusta menurut Rahardjo, (2012) adalah sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae*
- Sub kingdom : *Tracheobionita*
- Divisi : *Magnoliophyta*
- Kelas : *Magnoliopsida*
- Sub Kelas : *Astridae*
- Ordo : *Rubiaceace*
- Genus : *Coffea*
- Spesies : *Coffea robusta*

Di dunia perdagangan dikenal beberapa golongan kopi, tetapi yang paling sering dibudidayakan hanya kopi arabika, robusta, dan liberika. Pada umumnya, penggolongan kopi berdasarkan spesies, kecuali kopi robusta. Kopi robusta bukan nama spesies karena kopi ini merupakan keturunan dari berapa spesies kopi terutama *Coffea canephora* (Najiyanti



dan Danarti, 2004). Menurut Aak (1980), terdapat empat jenis kopi yang telah dibudidayakan, yakni:

### **2.1.1. Kopi Arabika**

Kopi arabika merupakan kopi yang paling banyak dikembangkan di dunia maupun di Indonesia khususnya. Kopi ini ditanam pada dataran tinggi yang memiliki iklim kering sekitar 1350-1850 m dari permukaan laut. Sedangkan di Indonesia sendiri kopi ini dapat tumbuh dan berproduksi pada ketinggian 1000 – 1750 m dari permukaan laut. Jenis kopi cenderung tidak tahan *Hemilia Vastatrix*. Namun kopi ini memiliki tingkat aroma dan rasa yang kuat.

### **2.1.2. Kopi Liberika**

Jenis kopi ini berasal dari dataran rendah Monrovia di daerah Liberia. Pohon kopi liberika tumbuh dengan subur di daerah yang memiliki tingkat kelembapan yang tinggi dan panas. Kopi liberika penyebarannya sangat cepat. Kopi ini memiliki kualitas yang lebih buruk dari kopi Arabika baik dari segi buah dan tingkat rendemennya rendah.

### **2.1.3. Kopi *Canephora* (Robusta)**

Kopi *Canephora* juga disebut kopi Robusta. Nama Robusta dipergunakan untuk tujuan perdagangan, sedangkan *Canephora* adalah nama botanis. Jenis kopi ini berasal dari Afrika, dari pantai barat sampai Uganda. Kopi robusta memiliki kelebihan dari segi produksi yang lebih tinggi dibandingkan jenis kopi Arabika dan Liberika.

### **2.1.4. Kopi Hibrida**

Kopi hibrida merupakan turunan pertama hasil perkawinan antara dua spesies atau varietas sehingga mewarisi sifat unggul dari kedua induknya. Namun, keturunan dari golongan hibrida ini sudah tidak mempunyai sifat yang sama dengan induk hibridanya. Oleh karena itu, pembiakannya hanya dengan cara vegetatif seperti stek atau sambungan.

## **2.2. Pengeringan Biji Kopi**

Pengeringan adalah proses pengeluaran air dari suatu bahan pertanian menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pertanian dapat dicegah dari serangan jamur, enzim dan aktifitas serangga (Hederson & Perry, 1976). Sedangkan menurut Hall (1957) dan Brooker dkk.,(1974), proses pengeringan adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air sampai batas tertentu sehingga dapat

memperlambat laju kerusakan bahan pertanian akibat aktivitas biologis dan kimia sebelum bahan diolah atau dimanfaatkan.

Pengeringan adalah proses pemindahan panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengeringan yang biasanya berupa panas. Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lebih lama.

Pengeringan merupakan salah satu cara dalam teknologi pangan yang dilakukan dengan tujuan pengawetan. Manfaat lain dari pengeringan adalah memperkecil volume dan berat bahan dibanding kondisi awal sebelum pengeringan, sehingga akan menghemat ruang (Rahman dan Yuyun, 2005).

Dalam pengeringan, keseimbangan kadar air menentukan batas akhir dari proses pengeringan. Kelembapan udara nisbi serta suhu udara pada bahan kering biasanya mempengaruhi keseimbangan kadar air. Pada saat kadar air seimbang, penguapan air pada bahan akan terhenti dan jumlah molekul-molekul air yang akan diuapkan sama dengan jumlah molekul air yang diserap oleh permukaan bahan. Laju pengeringan amat bergantung pada perbedaan antara kadar air bahan dengan kadar air keseimbangan (Siswanto, 2004).

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan. Pada proses pengeringan, air dikeluarkan dari bahan pangan dapat berupa uap air. Uap air tersebut harus segera dikeluarkan dari atmosfer di sekitar bahan pangan yang dikeringkan. Jika tidak segera keluar, udara di sekitar bahan pangan akan menjadi jenuh oleh uap air sehingga memperlambat penguapan air dari bahan pangan yang memperlambat proses pengeringan (Estiasih, 2009).

Kombinasi suhu dan lama pemanasan selama proses pengeringan pada komoditi biji-bijian dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan biji. Suhu udara, kelembapan relatif udara, aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar akhir bahan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu atau lama pegeringan (Brooker dkk., 1974).

Biji kopi yang telah dicuci mengandung air 55%, dengan jalan pengeringan kandungan air dapat diuapkan, sehingga kadar air pada kopi mencapai 8-10%. Setelah dilakukan pengeringan maka dilanjutkan dengan perlakuan pemecahan tanduk. Pengeringan pada kopi biasanya dilakukan dengan tiga cara yaitu pengeringan secara alami, buatan, dan kombinasi antara alami dan buatan.

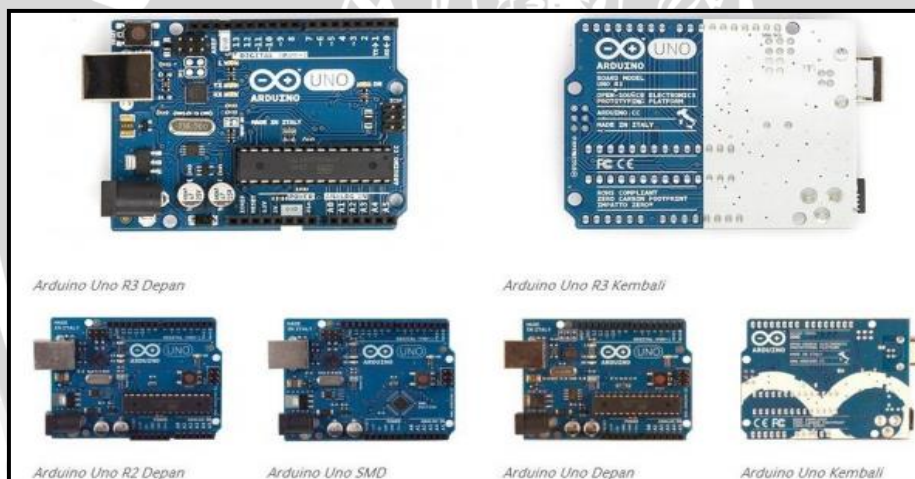


## 2.3. Arduino

### 2.3.1. Pengertian Arduino UNO R3

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *Software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino adalah kit *mikrokontroler* yang serba bisa dan sangat mudah penggunaannya. Untuk membuatnya diperlukan chip programmer (untuk menanamkan *bootloader* Arduino pada chip).

ARDUINO merupakan *single board hardware* yang open-source dan juga *Software*nya pun dapat kita nikmati secara opensource juga. Di sisi *Software* arduino dapat dijalankan di multi platform, yaitu linux, windows, atau juga mac. *Hardware* arduino merupakan mikrokontroler yang berbasis AVR dari ATMEL yang didalamnya sudah diberi *bootloader* dan juga sudah terdapat standart pin I/O nya. Tampilan arduino uno ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Tampilan Arduino Uno

Arduino Uno berbeda dari semua board Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip *driver* FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi 2 dari board Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke *ground*, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU mode. Revisi 3 dari board Arduino UNO memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

- Pinout 1.0: ditambah pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan *shield-shield* untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari



board. Untuk ke depannya, shield akan dijadikan kompatibel/cocok dengan board yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan tegangan 5V dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3V. Yang ke-dua ini merupakan sebuah pin yang tak terhubung, yang disediakan untuk tujuan kedepannya.

- Sirkuit RESET yang lebih kuat.
- Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

“*Uno*” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino *UNO* dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino *UNO* adalah sebuah seri terakhir dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya. Berikut adalah ringkasan dari arduino yang ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Ringkasan Spesifikasi Arduino *Uno*

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Mikrokontroler                 | ATmega328   |
| Tegangan pengoperasian         | 5V  |
| Tegangan input yang disarankan | 7-12V   |
| Batas tegangan input           | 6-20V   |
| Jumlah pin I/O digital         | 14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)                |
| Jumlah pin input analog        | 6   |
| Arus DC tiap pin I/O           | 40 mA   |
| Arus DC untuk pin 3.3V         | 50 mA   |
| Memori Flash                   | 32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader |
| SRAM                           | 2 KB (ATmega328)  |
| EEPROM                         | 1 KB (ATmega328)  |
| Clock Speed                    | 16 MHz  |

Sumber : [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

Referensi desain Arduino dapat menggunakan sebuah Atmega8, 168, atau 328, model saat ini menggunakan Atmega328, tetapi Atmega8 ditampilkan pada skema sebagai referensi. Konfigurasi pin identik pada semua ketiga prosesor tersebut.

### 2.3.2. Daya (*Power*)

Arduino *UNO* dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah *power* suplai eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau battery. Adaptor dapat dihubungkan dengan

mencolokkan sebuah *center-positive* plug yang panjangnya 2,1 mm ke *power jack* dari board. Kabel lead dari sebuah battery dapat dimasukkan dalam *header/kepala pin Ground* (Gnd) dan pin Vin dari konektor *POWER*. Board Arduino *UNO* dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6 sampai 20 Volt.

Jika disuplai dengan yang lebih kecil dari 7 V, kiranya pin 5 Volt mungkin mensuplai kecil dari 5 Volt dan board Arduino *UNO* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih dari besar 12 Volt, *voltage regulator* bisa kelebihan panas dan membahayakan board Arduino *UNO*. Range yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 Volt. Pin-pin dayanya adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan *input* ke Arduino *board* ketika *board* sedang menggunakan sumber suplai eksternal (seperti 5 Volt dari koneksi USB atau sumber tenaga lainnya yang diatur). Kita dapat menyuplai tegangan melalui pin ini, atau jika penyuplaian tegangan melalui *power jack*, aksesnya melalui pin ini.
- 5V. Pin *output* ini merupakan tegangan 5 Volt yang diatur dari regulator pada board. Board dapat disuplai dengan salah satu suplai dari DC power jack (7-12V), USB connector (5V), atau pin VIN dari board (7-12). Penyuplaian tegangan melalui pin 5V atau 3,3V membypass regulator, dan dapat membahayakan *board*. Hal itu tidak dianjurkan.
- 3V3. Sebuah suplai 3,3 Volt dihasilkan oleh regulator pada board. Arus maksimum yang dapat dilalui adalah 50 mA.
- GND. Pin *ground*.
- IOREF. Pin ini di papan Arduino memberikan tegangan referensi dengan yang *mikrokontroler* beroperasi. Sebuah perisai dikonfigurasi dengan benar dapat membaca pin tegangan IOREF dan pilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan pada *output* untuk bekerja dengan 5V atau 3.3V. ATmega328 mempunyai 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*). ATmega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis (RW/read and written) dengan EEPROM library).

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*). Ini juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM ).



### 2.3.3. *Input dan Output*

Setiap 14 pin digital pada Arduino *Uno* dapat digunakan sebagai *input* dan *output*, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm. Selain itu, beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial:

- **Serial:** 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (Transistor-Transistor Logic). Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari chip Serial Atmega8U2 USB-ke-TTL.
- **External Interrupts:** 2 dan 3. Pin-pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah *interrupt* (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Lihat fungsi `attachInterrupt()` untuk lebih jelasnya.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM *output* dengan fungsi `analogWrite()`.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin-pin ini mensupport komunikasi SPI menggunakan SPI library.
- **LED:** 13. Ada sebuah *LED* yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai *HIGH LED* menyala, ketika pin bernilai *LOW LED* mati.

Arduino *UNO* mempunyai 6 *input* analog, diberi label A0 sampai A5, setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 6 *input* analog tersebut mengukur dari *ground* sampai tegangan 5 Volt, dengan itu mungkin untuk mengganti batas atas dari *range* dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Di sisi lain, beberapa pin mempunyai fungsi spesial:

- **TWI:** pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Mensupport komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire library*.
- **AREF.** Referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan `analogReference()`.
- **Reset.** Membawa saluran ini *LOW* untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol *reset* untuk melindungi yang memblock sesuatu pada *board*.



### 2.3.4. Komunikasi

Arduino *UNO* mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino lainnya atau *mikrokontroler* lainnya. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada channel board serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah port virtual ke *Software* pada komputer. Firmware 16U2 menggunakan *driver* USB COM standar, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Bagaimanapun, pada Windows, sebuah file inf pasti dibutuhkan. *Software* Arduino mencakup sebuah serial monitor yang memungkinkan data tekstual terkirim ke dan dari board Arduino. LED RX dan TX pada board akan menyala ketika data sedang ditransmit melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB pada komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah *Software* serial library memungkinkan untuk komunikasi serial pada beberapa pin digital *UNO*. Atmega328 juga mensupport komunikasi I2C (TWI) dan SPI. *Software* Arduino mencakup sebuah *Wire library* untuk memudahkan menggunakan bus I2C, lihat dokumentasi untuk lebih jelas. Untuk komunikasi SPI, gunakan SPI library.

### 2.3.5. Pemrograman

Arduino *UNO* dapat diprogram dengan *Software* Arduino (download). Pilih “Arduino *Uno*” dari menu *Tools > Board* (termasuk *mikrokontroler* pada board). Untuk lebih jelas, lihat referensi dan tutorial. ATmega328 pada Arduino *Uno* hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram *hardware* eksternal. ATmega328 berkomunikasi menggunakan protokol STK500 asli (referensi, file C header). Contoh program pada arduino ditunjukkan dalam Gambar 2.2.

```
#define LED_PIN13
|
void setup () {
  pinMode (LED_PIN, OUTPUT); // enable pin 13 for digital output
}

void loop () {
  digitalWrite (LED_PIN, HIGH); // turn on the LED
  delay (1000); // wait one second (1000 milliseconds)
  digitalWrite (LED_PIN, LOW); // turn off the LED
  delay (1000); // wait one second
}
```

Gambar 2.2. Contoh Program Pada Arduino

Kita juga dapat membypass *bootloader* dan program *mikrokontroler* melalui kepala/header ICSP (In-Circuit Serial Programming); lihat instruksi untuk lebih jelas Sumber kode firmware ATmega16U2 (atau 8U2 pada board revisi 1 dan revisi 2) tersedia. ATmega16U2/8U2 diload dengan sebuah *bootloader* DFU, yang dapat diaktifkan dengan:

- Pada board Revisi 1: Dengan menghubungkan jumper solder pada belakang board (dekat peta Italy) dan kemudian *mereset* 8U2.
- Pada board Revisi 2 atau setelahnya: Ada sebuah resistor yang menarik garis HWB 8U2/16U2 ke *ground*, dengan itu dapat lebih mudah untuk meletakkan ke dalam mode DFU. Kita dapat menggunakan *Software* Atmel's FLIP (Windows) atau pemrogram DFU (Mac OS X dan Linux) untuk meload sebuah *firmware* baru. Atau kita dapat menggunakan *header* ISP dengan sebuah pemrogram eksternal (mengoverwrite *bootloader* DFU). Lihat tutorial *user-contributed* ini untuk informasi selengkapnya.

### 2.3.6. Reset Otomatis

Dari pada mengharuskan sebuah penekanan fisik dari tombol *reset* sebelum sebuah penguploadan, Arduino *Uno* didesain pada sebuah cara yang memungkinkannya untuk direset dengan *Software* yang sedang berjalan pada pada komputer yang sedang terhubung. Salah satu garis kontrol aliran *hardware* (DTR) dari ATmega8U2/16U2 dihubungkan ke garis *reset* dari ATmega328 melalui sebuah kapasitor 100 nanofarad. Ketika saluran ini dipaksakan (diambil rendah), garis *reset* jatuh cukup panjang untuk *mereset* chip. *Software* Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan kita untuk mengupload kode dengan mudah menekan tombol upload di *Software* Arduino. Ini berarti bahwa *bootloader* dapat mempunyai sebuah batas waktu yang lebih singkat, sebagai penurunan dari DTR yang dapat menjadi koordinasi yang baik dengan memulai penguploadan.

Pengaturan ini mempunyai implikasi. Ketika Arduino *Uno* dihubungkan ke sebuah komputer lain yang sedang running menggunakan OS Mac X atau Linux, Arduino *Uno* *mereset* setiap kali sebuah koneksi dibuat dari *Software* (melalui USB). Untuk berikutnya, setengah-detik atau lebih, *bootloader* sedang berjalan pada Arduino *UNO*. Ketika Arduino *UNO* diprogram untuk mengabaikan data yang cacat/salah (contohnya apa saja selain sebuah penguploadan kode baru) untuk menahan beberapa bit pertama dari data yang dikirim ke board setelah sebuah koneksi dibuka. Jika sebuah sketch sedang berjalan pada board menerima satu kali konfigurasi atau data lain ketika sketch pertama mulai, memastikan



bahwa *Software* yang berkomunikasi menunggu satu detik setelah membuka koneksi dan sebelum mengirim data ini.

Arduino *Uno* berisikan sebuah jejak yang dapat dihapus untuk mencegah *reset* otomatis. Pad pada salah satu sisi dari jejak dapat disolder bersama untuk mengaktifkan kembali. Pad itu diberi label “RESET-RN” Kita juga dapat menonaktifkan *reset* otomatis dengan menghubungkan sebuah resistor 110 ohm dari tegangan 5V ke garis *reset*; lihat thread forum ini untuk lebih jelasnya.

### 2.3.7 Proteksi Arus USB

Arduino *UNO* mempunyai sebuah sekering *reset* yang memproteksi port USB komputer dari hubungan pendek dan arus lebih. Walaupun sebagian besar komputer menyediakan proteksi internal sendiri, sekering menyediakan sebuah proteksi tambahan. Jika lebih dari 500 mA diterima port USB, sekering secara otomatis akan memutuskan koneksi sampai hubungan pendek atau kelebihan beban hilang.

### 2.3.8. Karakteristik Fisik

Panjang dan lebar maksimum dari PCB Arduino *UNO* masing-masingnya adalah 2.7 dan 2.1 inci, dengan konektor USB dan *power jack* yang memperluas dimensinya. Empat lubang sekrup memungkinkan board untuk dipasangkan ke sebuah permukaan atau kotak. Sebagai catatan, bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 milimeter, bukan sebuah kelipatan genap dari jarak 100 milimeter dari pin lainnya. ([www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno](http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno), 2016)

## 2.4. Heater

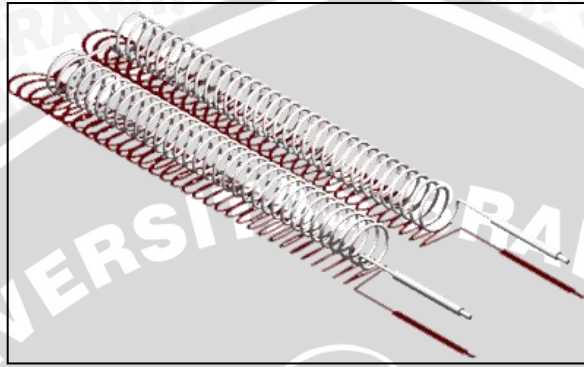
*Electrical Heating Element* (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan type dari *Electrical Heating Element* ini bermacam macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan.

Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan. Ada 2 macam jenis utama pada elemen pemanas listrik ini yaitu:

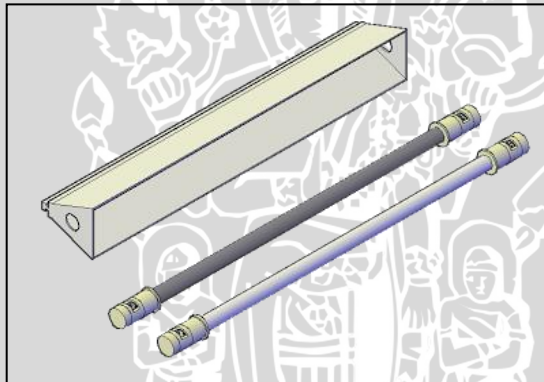


### 2.4.1. Elemen Pemanas Listrik Bentuk Dasar

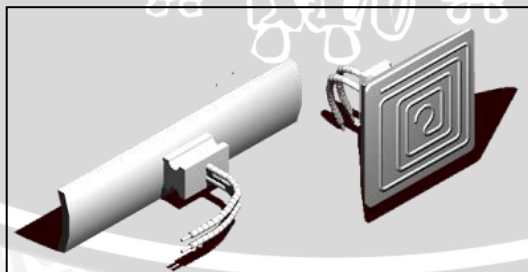
Yaitu elemen pemanas dimana *Resistance Wire* hanya dilapisi oleh isolator listrik, macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah : *Ceramik Heater*, *Silica* Dan *Quartz Heater*, *Bank Channel Heater*, *Black Body Ceramic Heater*. Berikut adalah beberapa contoh dari *heater* bentuk dasar ditunjukkan dalam Gambar 2.3 , 2.4 dan 2.5.



Gambar 2.3 Coil Heater



Gambar 2.4 Silica dan Ceramic Heater



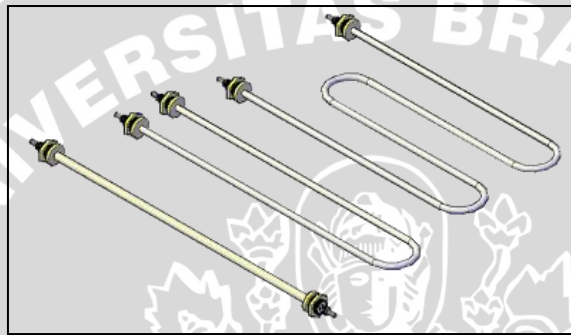
Gambar 2.5 Infra Red Heater

### 2.4.2. Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut

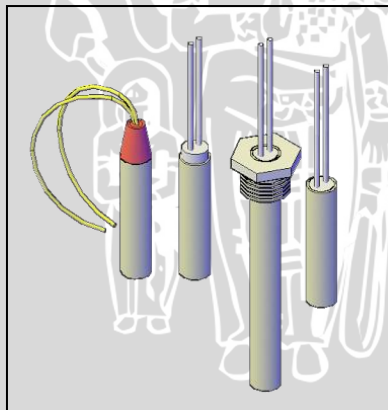
Yaitu merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuain terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah : *mild stell*, *stainless stell*, tembaga dan kuningan. *Heater* yang termasuk dalam jenis ini adalah :

- Tubular Heater*
- Catridge Heater*
- Band, Nozzle & Stripe Heater*

Bentuk dari *heater* diatas ditunjukkan dalam Gambar 2.6, 2.7 dan 2.8.

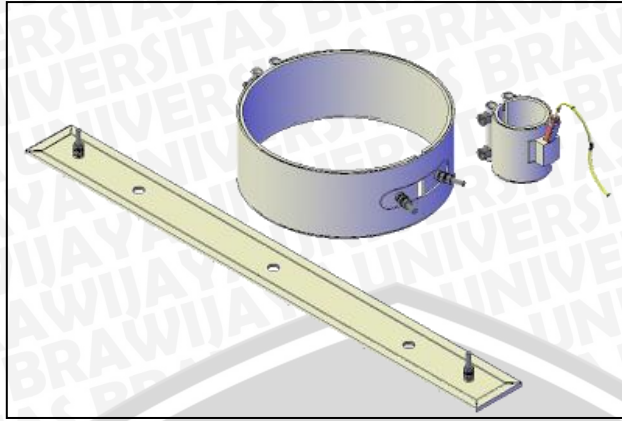


Gambar 2.6 *Tubular Heater*



Gambar 2.7 *Catridge Heater*





Gambar 2.8 Band, Nozzle & Strip Heater

### 2.5. Sensor Suhu DS18B20

Kebanyakan sensor suhu memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20, dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena *output* data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data.

Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silicon serial *number* yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca bagus hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C. Bentuk sensor suhu ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Sensor Suhu DS18B20

Adapun spesifikasi dari sensor suhu DS18B20 adalah sebagai berikut:

- Tegangan yang dibutuhkan sensor dari 3.0V sampai 5.5V *power/data*
- Akurasinya  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  sampai  $-10^{\circ}\text{C}$ , dan  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai  $+85^{\circ}\text{C}$
- Batas temperatur sensor dari  $-55$  sampai  $125^{\circ}\text{C}$  atau  $-67^{\circ}\text{F}$  sampai  $+257^{\circ}\text{F}$
- menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data

- Menggunakan 1 kabel Antarmuka (*Interface*) dan hanya 1 digital pin untuk komunikasi
- Data pengenalan Identitas yang disimpan 64 bit
- Memiliki batas peringatan jika suhu tinggi
- *Temperature-limit alarm system*
- Waktu tunggu data masuk 750ms
- kabel antarmuka (*Interface*):
  - Kabel merah :VCC
  - Kabel hitam : GND
  - Kabel putih : DATA
- Bahan *stainless steel* silinder 6mm diameternya panjang 35mm
- Diameter kabel : 4mm
- Panjang kabel : 90cm

## 2.6. Fan

Dalam suatu ruangan yang membutuhkan pengendalian terhadap suhu, maka suhu didalam ruangan haruslah merata agar suhu yang terbaca sesuai dengan suhu disetiap sudut ruang. Masalahnya adalah jika ruangan terlalu besar, butuh waktu yang sangat lama untuk suhu menjadi stabil dan sama nilainya disetiap sudut ruang. Untuk mempercepat hal ini dirancanglah sebuah *blower* yang terdiri dari kipas DC yang akan merasakan panas didalam ruang. Kipas DC ini terhubung dengan *relay* sebagai saklar otomatis jika sudah tidak digunakan lagi.

## 2.7. Kontroler

Sistem pengendalian dirancang untuk melakukan dan menyelesaikan tugas tertentu. Syarat utama sistem pengendalian adalah harus stabil. Disamping kestabilan mutlak, maka sistem harus memiliki kestabilan secara relatif, yakni tolak ukur kualitas kestabilan sistem dengan menganalisis sampai sejauh mana batas-batas kestabilan sistem tersebut jika dikenai gangguan (Ogata K.,1997). Selain itu analisis juga dilakukan untuk mengetahui bagaimana kecepatan sistem dalam merespon *input*, dan bagaimana peredaman terhadap adanya lonjakan (*over shoot*).

Suatu sistem dikatakan stabil jika diberi gangguan maka sistem tersebut akan kembali ke keadaan *steady state* di mana *output* berada dalam keadaan tetap seperti tidak ada gangguan. Sistem dikatakan tidak stabil jika *outputnya* berosilasi terus menerus ketika

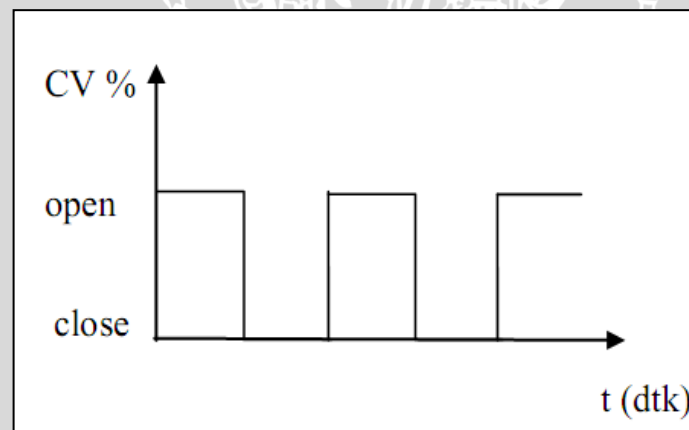


dikenai suatu gangguan. Karena suatu sistem pengendalian biasanya melibatkan penyimpanan energi maka *output* sistem ketika diberi suatu *input*, tidak dapat mengikuti *input* secara serentak, tapi menunjukkan respons transien berupa suatu osilasi teredam sebelum mencapai *steady state*.

Prinsip kerja kontroler adalah membandingkan nilai aktual keluaran plan dengan nilai referensi. Kemudian kontroler menentukan nilai kesalahan dan akhirnya menghasilkan sinyal kontrol untuk meminimalkan kesalahan (Ogata, 1997).

### 2.7.1. Kontroler *On-Off*

Karakteristik kontroler on-off ini hanya bekerja pada 2 posisi, yaitu on dan off. Kerja kontroler on-off banyak digunakan pada aksi pengendalian yang sederhana karena harganya murah. Karena sistem kerja yang digunakan adalah on – off saja, hasil *output* dari sistem pengendalian ini akan menyebabkan proses variabel tidak akan pernah konstan. Besar kecilnya fluktuasi proses variabel ditentukan oleh titik dimana kontroler dalam keadaan on dan off. Pengendalian dengan aksi kontrol ini juga menggunakan *feedback*. Adapun sinyal aksi kontroler *on-off* dimana terdapat perbandingan keadaan sekarang atau *Current Value* terhadap waktu dalam satuan detik. Ditunjukkan pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Aksi Kontroler *on-off*

Pada pengontrolan menggunakan metode *on-off* mempunyai nilai CV (*control value*) yang bernilai 1 (*open*) atau 0 (*close*) seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.10. Pada penelitian ini nilai CV digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan *heater* yang berfungsi sebagai aktuator dalam pengontrolan suhu pengeringan biji kopi.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Kajian dalam skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif, yaitu merancang dan membuat suatu alat pengeringan biji kopi dengan menitikberatkan pengendalian suhu dengan menggunakan kontroler ON-OFF yang bertujuan agar dapat menampilkan performansi sistem sesuai dengan yang direncanakan.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

1. Spesifikasi alat
2. Perancangan dan realisasi pembuatan alat
3. Pengujian alat
4. Pengambilan kesimpulan

#### 3.2. Spesifikasi Alat

Adapun spesifikasi alat yang akan direalisasikan adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan untuk mengatur proses otomatisasi adalah Arduino *Uno*.
2. Aktuator yang digunakan untuk memanaskan plan adalah *heater* 300 watt.
3. Sensor suhu yang digunakan untuk membaca suhu pada ruangan pemanas adalah DS18B20.
4. Pada sistem pemanas menggunakan Fan 12V yang digunakan untuk meratakan panas pada seluruh bagian ruangan.
5. Pemrograman menggunakan *compiler* arduino.ide



### 3.3. Perancangan dan Realisasi Pembuatan Alat

#### 3.3.1. Perancangan Perangkat Keras

- a. Pembuatan diagram blok secara lengkap
- b. Penentuan dan perhitungan komponen yang akan digunakan
- c. Merakit perangkat keras (*hardware*) untuk masing-masing blok.

#### 3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan setelah mengetahui nilai parameter *setpoint* suhu, *hysteresis high*, *hysteresis low*. Perancangan dimulai dari pembuatan *flowchart*, kemudian dilanjutkan dengan penulisan *listing coden* pada *compiler arduino.ide*.

### 3.4. Pengujian Alat

Setelah semua komponen pada alat sudah terhubung sesuai dengan diagram blok sistem yang telah dirancang dan perangkat lunak untuk mendukung sistem yang telah dibuat, maka diadakan pengujian dan analisa alat. Metode pengujiannya adalah sebagai berikut:

#### 3.4.1. Pengujian Catu Daya Tegangan

Pengujian catu daya dilakukan dengan cara menghubungkan dengan multimeter pengukur tegangan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan *output power supply*. *Power supply* yang akan diuji adalah *power supply* 12V.

#### 3.4.2. Pengujian LCD 16x2

Pengujian *LCD* 16x2 dilakukan dengan cara menghubungkan arduino uno dengan *LCD*16x2. Arduino diprogram untuk menampilkan karakter tulisan pada *LCD* 16x2. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *LCD*16x2 sudah dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

#### 3.4.3. Pengujian Modul Relay

Pengujian modul *relay* dilakukan dengan cara menghubungkan modul *relay* dengan arduino. Dimana arduino akan mengirimkan sinyal logika 1 dan 0 pada modul *relay*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah modul *relay* yang dirancang sudah dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

#### 3.4.4. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan suhu oleh DS18B20 dan termometer. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari sensor suhu DS18B20.

#### 3.4.5. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan dengan cara menggabungkan semua bagian alat yang dibuat dan melihat kinerja alat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat yang dibuat dan memberikan analisa terhadap kinerja alat.

#### 3.5. Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian sistem secara keseluruhan. Jika hasil yang didapatkan telah sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya, maka sistem kendali tersebut telah berhasil memenuhi harapan dan tentunya memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk penyempurnaan.

#### 3.6. Spesifikasi Sistem Kontrol

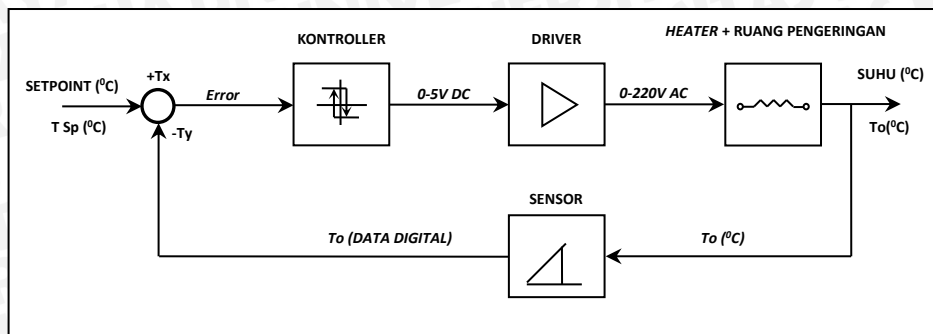
Spesifikasi sistem kontrol yang dirancang adalah:

1. Menggunakan metode kontrol *on-off* dalam proses pengeringan biji kopi.
2. *Setpoint* suhu proses pengeringan biji kopi ditetapkan  $55^{\circ}\text{C}$ .
3. Menggunakan parameter *hysteresis* dalam pengendalian suhu pengeringan biji kopi.
4. Aksi kontrol berupa logika 1(*on*) atau 0(*off*) untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *Heater*.
5. Waktu proses pengeringan biji kopi selama 10 jam.



### 3.7. Diagram Blok Sistem

Diagram blok secara umum ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem secara Umum (Perancangan, 2016)

Keterangan diagram blok dalam Gambar 3.1 adalah:

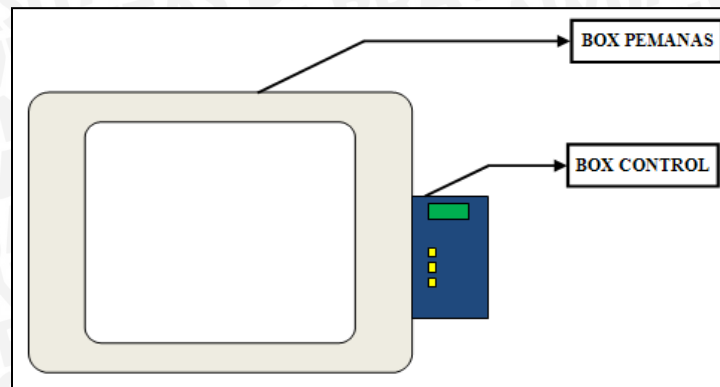
- *Setpoint* berupa nilai parameter suhu yang sudah ditentukan nilainya.
- Sinyal *feedback* dari sensor berupa nilai bobot *Present Value* (PV) pembacaan sensor suhu yang diumpun balikkan.
- *Error* berupa simpangan antar bobot sensor *Present Value* (PV) dengan nilai acuan (SP).
- Metode kontrol yang digunakan adalah *On-Off* dengan menggunakan *arduino uno* sebagai pengendali utama.
- Sensor yang digunakan adalah sensor suhu DS18B20.
- Aktuator berupa *Heater* dan *fan* sebagai penghasil panas dalam sistem pengeringan biji kopi.
- *Plan* berupa kopi yang akan dikeringkan.
- *Output* berupa nilai digital “0” atau “1” atau logika digital yang berfungsi untuk mengaktifkan sistem pemanas.

### 3.8. Pembuatan Perangkat Keras

Perangkat keras terdiri dari mekanik *plan* pengering biji kopi, *board arduino uno*, Sensor suhu DS18B20, *driver relay*, *LCD 16x2*.

#### 3.8.1. Pembuatan Mekanik

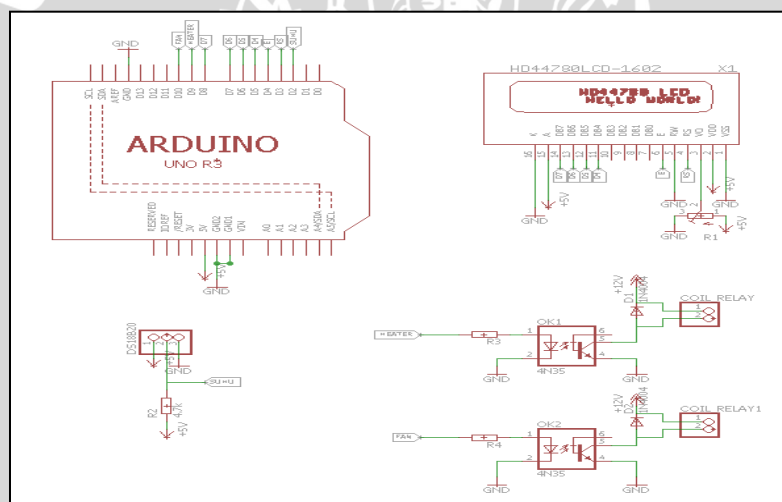
Perancangan mekanik dilakukan sebagai dasar dari komponen-komponen yang akan diletakkan. Secara umum ilustrasi mekanik *plan* sistem pengeringan biji kopi ditunjukkan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Ilustrasi Mekanik *Plan* Sistem Pengeringan Biji Kopi

### 3.8.2. Pembuatan Rangkaian Sistem Keseluruhan

Perancangan rangkaian sistem keseluruhan bertujuan agar sistem dapat bekerja *sinkron* dengan fungsi masing-masing komponen. Yang pada akhirnya sistem dapat berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan. Adapun rangkaian sistem keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian Sistem Keseluruhan (Perancangan, 2016)

Berdasarkan hasil perancangan rangkaian sistem keseluruhan dapat diketahui bahwa arduino uno dibagi menjadi 2 (dua) fungsi sistem, yaitu fungsi masukan dan keluaran. Pin masukan dan keluaran pada perancangan ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

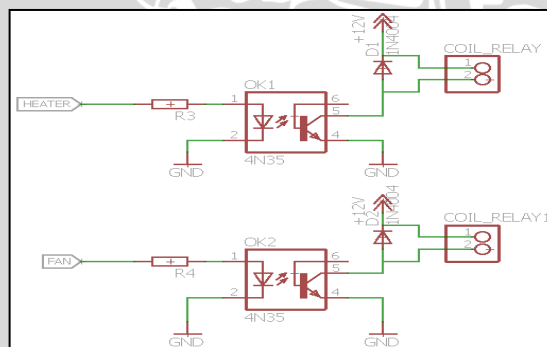


Tabel 3.1 Fungsi Pin Arduino *Uno* (Perancangan, 2016)

| No. | Pin | Fungsi                           |
|-----|-----|----------------------------------|
| 1   | D2  | <i>Input Sensor Suhu DS18B20</i> |
| 2   | D3  | <i>Output Pin RS LCD</i>         |
| 3   | D4  | <i>Output Pin E LCD</i>          |
| 4   | D5  | <i>Output Pin D4 LCD</i>         |
| 5   | D6  | <i>Output Pin D5 LCD</i>         |
| 6   | D7  | <i>Output Pin D6 LCD</i>         |
| 7   | D8  | <i>Output Pin D7 LCD</i>         |
| 8   | D9  | <i>Output Relay Heater</i>       |
| 9   | D10 | <i>Output Relay Fan</i>          |

### 3.8.3. Pembuatan Rangkaian *Driver Relay*

*Driver relay* berfungsi sebagai isolator antara tegangan kecil (5VDC) dengan tegangan yang lebih besar (12VDC). Perancangan rangkaian *driver relay* pada penelitian ini berfungsi untuk mengaktifkan *Heater* dan *fan* pada sistem pemanas. Rangkaian *driver relay* ditunjukkan dalam Gambar 3.4.

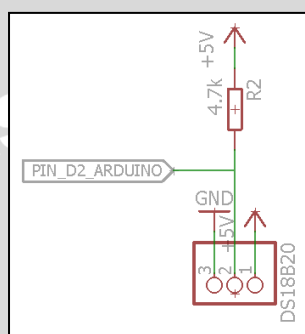
Gambar 3.4 Rangkaian *Driver Relay* (Perancangan, 2016)

Pada perancangan rangkaian *driver relay* menggunakan IC optocoupler yang berfungsi sebagai pemisah atau isolasi antara tegangan kecil dengan tegangan yang lebih besar. Pada perancangan ini menggunakan IC *Optocoupler* 4N35. Prinsip kerja *driver relay* ketika sisi anoda dan katoda diberikan tegangan 0V maka pada sisi kolektor dan emitor akan *open circuit* sehingga tidak ada arus yang mengalir pada *coil relay* dan *relay* tidak aktif. Begitu juga sebaliknya ketika sisi anoda dan katoda diberikan tegangan 5V maka pada sisi kolektor

dan emitor akan terjadi *short circuit* yang mengakibatkan *coil relay* teraliri arus dan *relay* mulai aktif.

### 3.8.4. Pembuatan Rangkaian Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu berfungsi sebagai *feedback* dalam sistem pengendalian pada plan pengeringan biji kopi. Pada penelitian kali ini menggunakan sensor suhu DS18B20 yang mempunyai jenis komunikasi serial *one-wire*. Adapun sensor suhu DS18B20 yang dihubungkan dengan arduino uno ditunjukkan dalam Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Koneksi Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 memiliki 3 pin koneksi, yaitu antara lain:

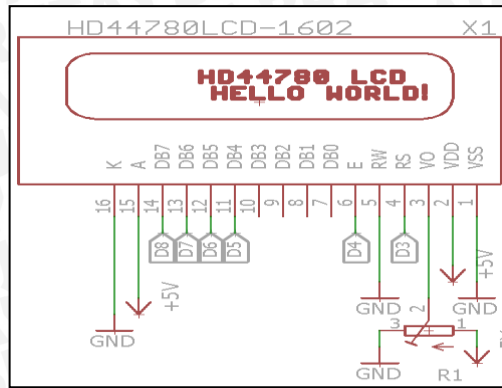
- VCC (5V)
- GND
- DATA

Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.5, data sensor mempunyai keluaran digital yang dihubungkan dengan arduino melalui resistor *pull-up*.

### 3.8.5. Pembuatan Rangkaian LCD 16x2

LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan karakter tulisan. Pada penelitian ini LCD 16x2 difungsikan sebagai penampil atau *display* yang digunakan untuk menampilkan data suhu pada proses pengeringan biji kopi.



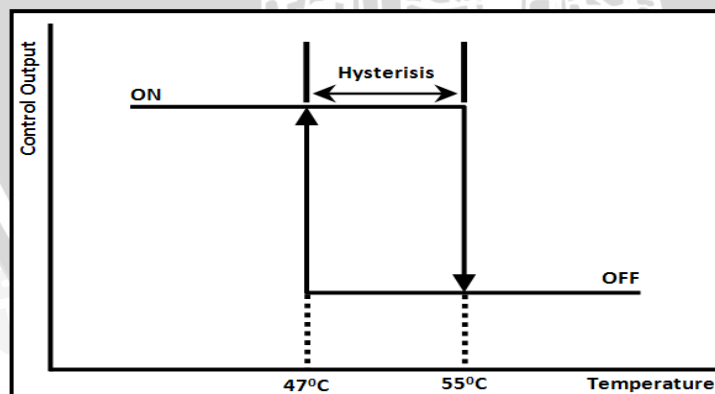


Gambar 3.6 Rangkaian LCD 16x2 (Perancangan, 2016)

Selain itu, status dari *Heater* dan *fan* akan ditampilkan juga pada LCD. Adapun rangkaian LCD 16x2 yang dihubungkan dengan arduino uno ditunjukkan dalam Gambar 3.6.

### 3.8.6. Perancangan Parameter Metode Kontrol *On-Off*

Perancangan parameter metode kontrol *on-off* bertujuan agar diperoleh respon pengendalian pada *plan* yang sesuai dengan yang diharapkan. Pengeringan biji kopi yang optimal menggunakan suhu  $47^{\circ}\text{--}60^{\circ}\text{C}$  (Najiyati dan Danarti, 2004). Pada penelitian ini menggunakan *setpoint* suhu pada *plan* sebesar  $55^{\circ}\text{C}$ . Agar diperoleh hasil respon pengendalian suhu yang dapat steady di *setpoint* dan juga mengurangi *ripple* pada respon suhu maka diperlukan penentuan nilai *hysteresis*. Nilai *hysteresis* pada penelitian ini menggunakan nilai sebesar  $47^{\circ}\text{C}$ . Adapun ilustrasi nilai *hysteresis* ditunjukkan dalam Gambar 3.7.

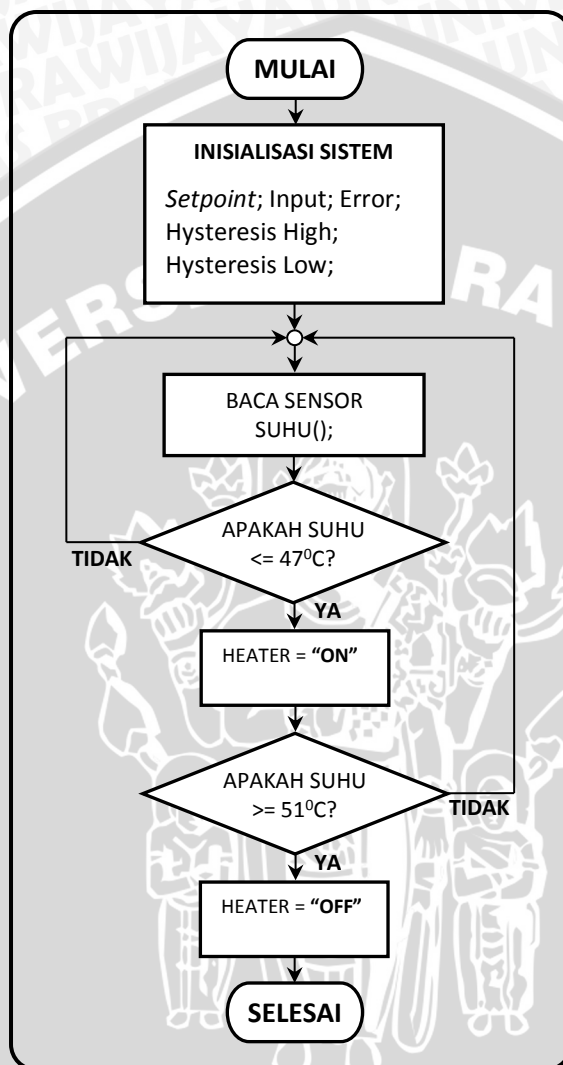


Gambar 3.7 Nilai *Setpoint* dan Hysteresis (Perancangan, 2016)

Berdasarkan ilustrasi gambar nilai *setpoint* dan hysteresis dapat diketahui bahwa nilai *setpoint* sebesar  $55^{\circ}\text{C}$  dan nilai hysteresis sebesar  $47^{\circ}\text{C}$ .

### 3.8.7. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan *compiler* arduino.id. Sebelum menulis program pada arduino, terlebih dahulu dilakukan perancangan *flowchart* sistem. Adapun *flowchart* sistem ditunjukkan dalam Gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Flowchart* Perangkat Lunak Sistem (Perancangan, 2016)

Pada *flowchart* perangkat lunak sistem yang dirancang, yang pertama kali dilakukan adalah inisialisasi variabel. Kemudian setelah itu program akan memulai membaca suhu. Suhu yang sudah dibaca akan diperiksa apakah sudah mencapai pada titik *setpoint*. Dari hasil pemeriksaan akan menentukan logika untuk mengaktifkan atau menonaktifkan *Heater*.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan pengujian sistem ini adalah untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk menemukan letak kesalahan dan mempermudah analisis pada sistem apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

1. Pengujian Catu Daya
2. Pengujian *LCD* 16x2
3. Pengujian Sensor Suhu DS18B20
4. Pengujian Sistem Keseluruhan

#### 4.1. Pengujian Catu Daya

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan catu daya yang akan digunakan pada arduino, *LCD*16x2, *relay*, sensor suhu.

##### 4.1.1. Peralatan Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan peralatan sebagai berikut:

1. Catu Daya
2. Digital Multimeter FLUKE 111

##### 4.1.2. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan kutub positif catu daya dengan probe positif multimeter, dan juga kutub negatif catu daya dengan probe negatif multimeter. Kemudian hasil pengukuran dicatat yang kemudian dihitung nilai *error* nya.

### 4.1.3. Hasil Pengujian

Hasil pengujian tegangan catu daya ditunjukkan dalam Gambar 4.1



Gambar 4.1 Pengukuran Catu Daya

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa catu daya mempunyai *error*:

$$error = V_{Pengukuran} - V_{Standart} \quad (4.1)$$

$$= 12,30 \text{ V} - 12\text{V}$$

$$= 0,30 \text{ V}$$

$$error(\%) = \frac{|V_{Pengukuran} - V_{standart}|}{V_{standart}} \times 100\% \quad (4.2)$$

dengan,

$V_{Pengukuran}$  = tegangan catu daya yang diukur

$V_{standart}$  = tegangan standar catu daya yang tertera di *name plate*.

$$error = \frac{|12,30 - 12|}{12} \times 100\%$$

$$error = 12.16 \%$$



Terjadi *error* sebesar 2,5%, namun tegangan tersebut masih dapat ditoleransi oleh arduino dan rangkaian lainnya.

#### 4.2. Pengujian LCD 16x2

Pengujian ini bertujuan untuk menguji fungsional dari LCD 16x2. Dimana hasil yang diharapkan adalah LCD 16x2 dapat menampilkan karakter tulisan sesuai dengan program yang dimasukkan.

##### 4.2.1. Peralatan Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan peralatan sebagai berikut:

1. *Power Supply* 12 Volt
2. *Arduino Uno*
3. *LCD 16x2*
4. Laptop

##### 4.2.2. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan *power supply* pada arduino uno. Kemudian arduino diberikan program untuk menampilkan hasil pembacaan sensor suhu dan status dari *heater*.

##### 4.2.3. Hasil Pengujian

Hasil pengujian *LCD 16x2* ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Pengujian *LCD 16x2*

Dari hasil pengujian *LCD 16x2* yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2 diketahui bahwa *LCD 16x2* dapat menampilkan tulisan karakter sesuai dengan program yang dimasukkan pada arduino.

### 4.3. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari sensor suhu DS18B20 ketika melakukan proses pembacaan dan pengukuran suhu.

#### 4.3.1. Peralatan Pengujian

1. Sensor Suhu DS18B20
2. Termometer Raksa
3. Catu Daya 5V
4. Bejana dengan air panas

#### 4.3.2. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan sensor suhu DS18B20 dan juga termometer air raksa ke dalam bejana dengan isi air panas. Kemudian suhu yang terbaca pada termometer air raksa dibandingkan dengan pembacaan sensor suhu DS18B20. Hasil pengujian kemudian dicatat dan dianalisis.

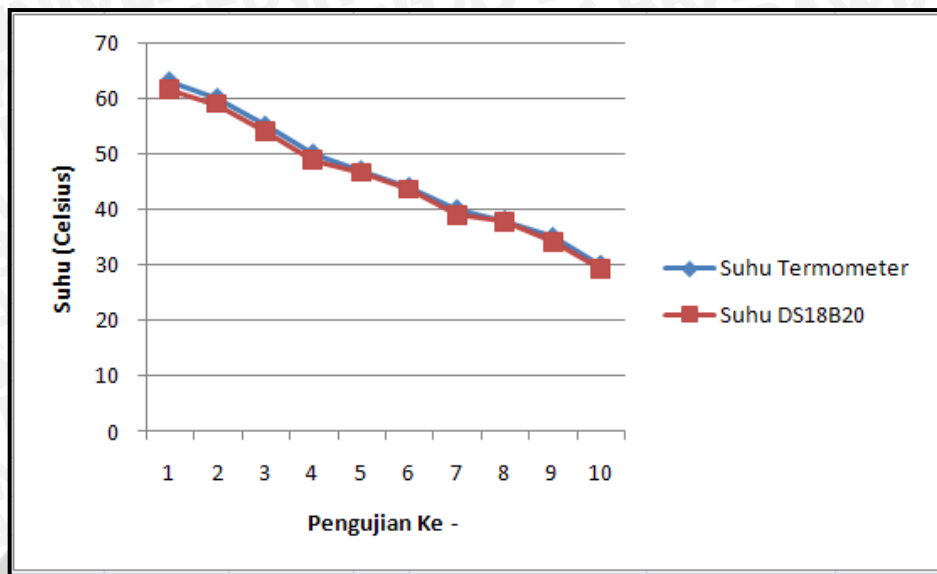
#### 4.3.3. Hasil Pengujian

Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 ditunjukkan dalam Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

| No. | Suhu Termometer (°C) | Suhu DS18B20 (°C) |
|-----|----------------------|-------------------|
| 1   | 63                   | 61,5              |
| 2   | 60                   | 58,9              |
| 3   | 55                   | 54                |
| 4   | 50                   | 48,8              |
| 5   | 47                   | 46,6              |
| 6   | 44                   | 43,6              |
| 7   | 40                   | 39                |
| 8   | 38                   | 37,7              |
| 9   | 35                   | 34,2              |
| 10  | 30                   | 29,3              |

Grafik hasil pengujian sensor suhu DS18B20 ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Pengujian Sensor DS18B20

Berdasarkan hasil pengujian sensor suhu yang ditunjukkan dalam Tabel 5.3 dan Gambar 5.3 dapat diketahui bahwa sensor suhu dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran sensor suhu DS18B20 yang mengikuti trend pembacaan sensor suhu termometer air raksa.

#### 4.4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui respon kontroler yang digunakan untuk mengendalikan suhu pada alat pengering biji kopi. Selain itu pengujian juga bertujuan untuk menguji sistem pengering yang telah dirancang.

##### 4.4.1. Peralatan Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan peralatan sebagai berikut:

1. Arduino *Uno*
2. Sensor Suhu DS18B20
3. Modul Relay
4. *Heater*
5. Power Supply
6. Biji Kopi
7. Laptop



#### 4.4.2. Prosedur Pengujian

Untuk melakukan pengujian keseluruhan sistem yang pertama kali dilakukan adalah menyiapkan biji kopi yang akan dikeringkan. Sebelum dimasukkan pada alat pengering, biji kopi dicuci dengan menggunakan air. Kemudian biji kopi yang akan dikeringkan ditimbang terlebih dahulu. Kemudian setelah itu biji kopi dimasukkan ke dalam alat pengering dan alat mulai diaktifkan selama 10 jam. Data pengujian yang berupa suhu ruangan pengeringan dan sinyal kontrol dicatat melalui *serial monitor* pada laptop.

#### 4.4.3. Hasil Pengujian

Proses menyiapkan biji kopi yang akan dikeringkan ditunjukkan dalam Gambar 4.4 dan 4.5.

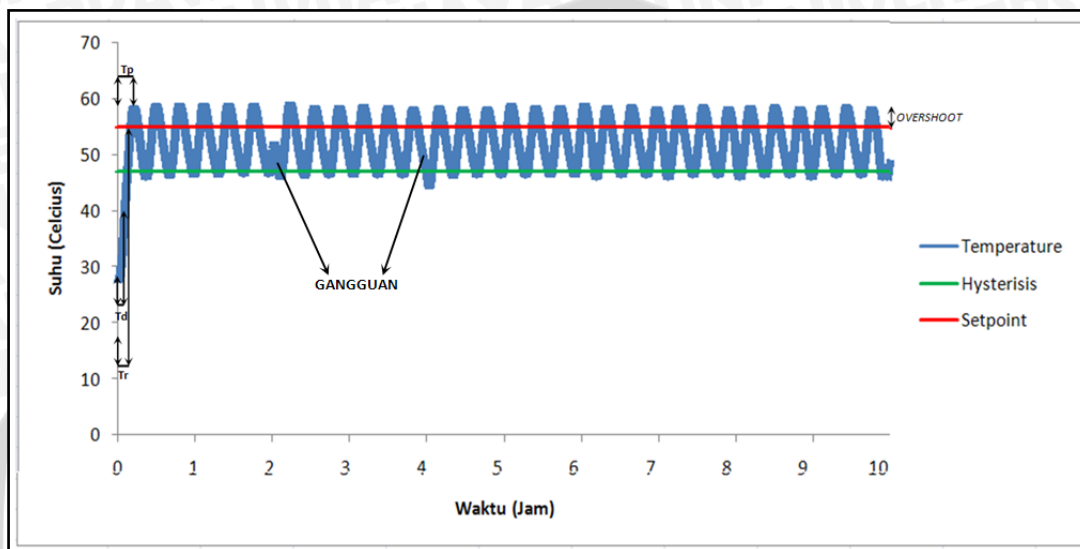


Gambar 4.4 Proses Pencucian Biji Kopi

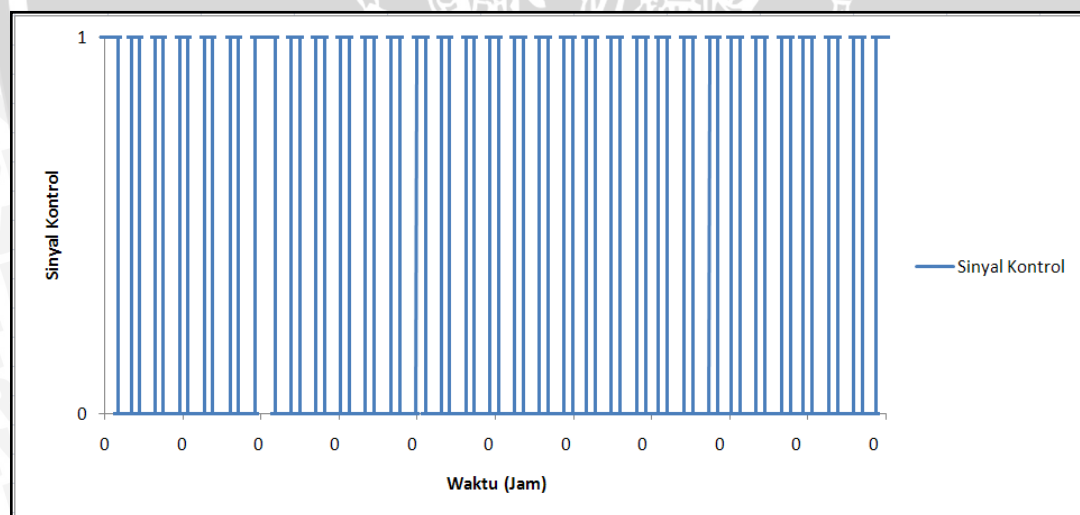


Gambar 4.5 Proses Penimbangan Biji Kopi Sebelum Dikeringkan

Proses menyiapkan biji kopi dilakukan dengan cara mencuci biji kopi kemudian menimbang berat biji kopi yang akan dikeringkan. Berdasarkan hasil penimbangan didapatkan berat 1,625 Kg biji kopi. Kemudian proses pengeringan biji kopi dilakukan selama 10 jam. Hasil pengujian pengeringan biji kopi ditunjukkan dalam Gambar 4.6 dan 4.7.



Gambar 4.6 Grafik Suhu Terhadap Waktu



Gambar 4.7 Grafik Sinyal Kontrol Terhadap Waktu

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Gambar 4.6 dan 4.7 menunjukkan bahwa respon plan mempunyai *Time Delay* ( $T_d$ ) = 6 menit, *Time Rise* ( $T_r$ ) = 9 menit, *Time Peak* ( $T_p$ ) = 12 menit dan *Max Overshoot* ( $M_p$ ) = 59,19°C. Pada pengujian keseluruhan sistem dilakukan gangguan atau *disturbance* dengan cara membuka ruangan pemanas.

Setelah proses pengeringan selama 10 jam, biji kopi dikeluarkan dari ruang pengeringan dan kemudian ditimbang beratnya.



Gambar 4.8 Penimbangan Biji Kopi Setelah Dikeringkan

Setelah proses penimbangan biji kopi didapatkan berat biji kopi 1,29 Kg. Terjadi penyusutan berat biji kopi sebesar 335 Gram setelah melalui proses pengeringan, ditunjukkan dalam Gambar 4.8.





## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Dari perancangan, pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan pada penelitian pengendalian suhu pada alat pengering biji kopi menggunakan metode kontroler on-off maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pengendalian suhu pada alat pengering biji kopi menggunakan metode kontrol *On-Off* dapat melakukan proses pengeringan selama 10 jam dan dengan mempunyai respon plan *Time Delay* ( $T_d$ ) = 6 menit, *Time Rise* ( $T_r$ ) = 9 menit, *Time Peak* ( $T_p$ ) = 12 menit dan *Max Overshoot* ( $M_p$ ) = 59,19<sup>0</sup>C. Terjadi penyusutan berat biji kopi sebesar 335 Gram pada saat sebelum dilakukan proses pengeringan dibandingkan dengan setelah proses pengeringan.
2. Penentuan parameter kontrol *On-Off* dengan menggunakan *hysteresis*. Dimana *setpoint* suhu sebesar 55<sup>0</sup>C dan nilai *hysteresis* sebesar 47<sup>0</sup>C.

#### 5.2. Saran

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini masih terdapat beberapa kelemahan. Untuk memperbaiki alat pengeringan biji kopi dan untuk pengembangan lebih lanjut disarankan:

1. Menambah kapasitas dimensi ruang pengeringan agar didapatkan hasil pengeringan yang lebih banyak.
2. Dibutuhkan sensor yang dapat mengukur kadar air pada kopi selama proses pengeringan.
3. Menggunakan metode yang lain sebagai perbandingan dari metode *on-off*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aak. 1980. *Budidaya Tanaman Kopi*. Yogyakarta: Yayasan Kanisius
- Ciptadi, W. Dan Nasution, M.Z.. 1985. *Pengolahan Kopi*. Fakultas Teknologi Institut Pertanian Bogor.
- Najiyati, S. dan Danarti. 2004. *Budidaya Tanaman Kopi dan Penangan Pasca Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Jakarta: Erlangga
- Rahardjo, Pudji. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Taib, G., Gumbira Said, dan S. Wiraatmadja. 1998. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta: PT Mediyatama Sarana Perkasa



# LAMPIRAN I

Foto Alat







Foto Alat Pengering Biji Kopi (oven)



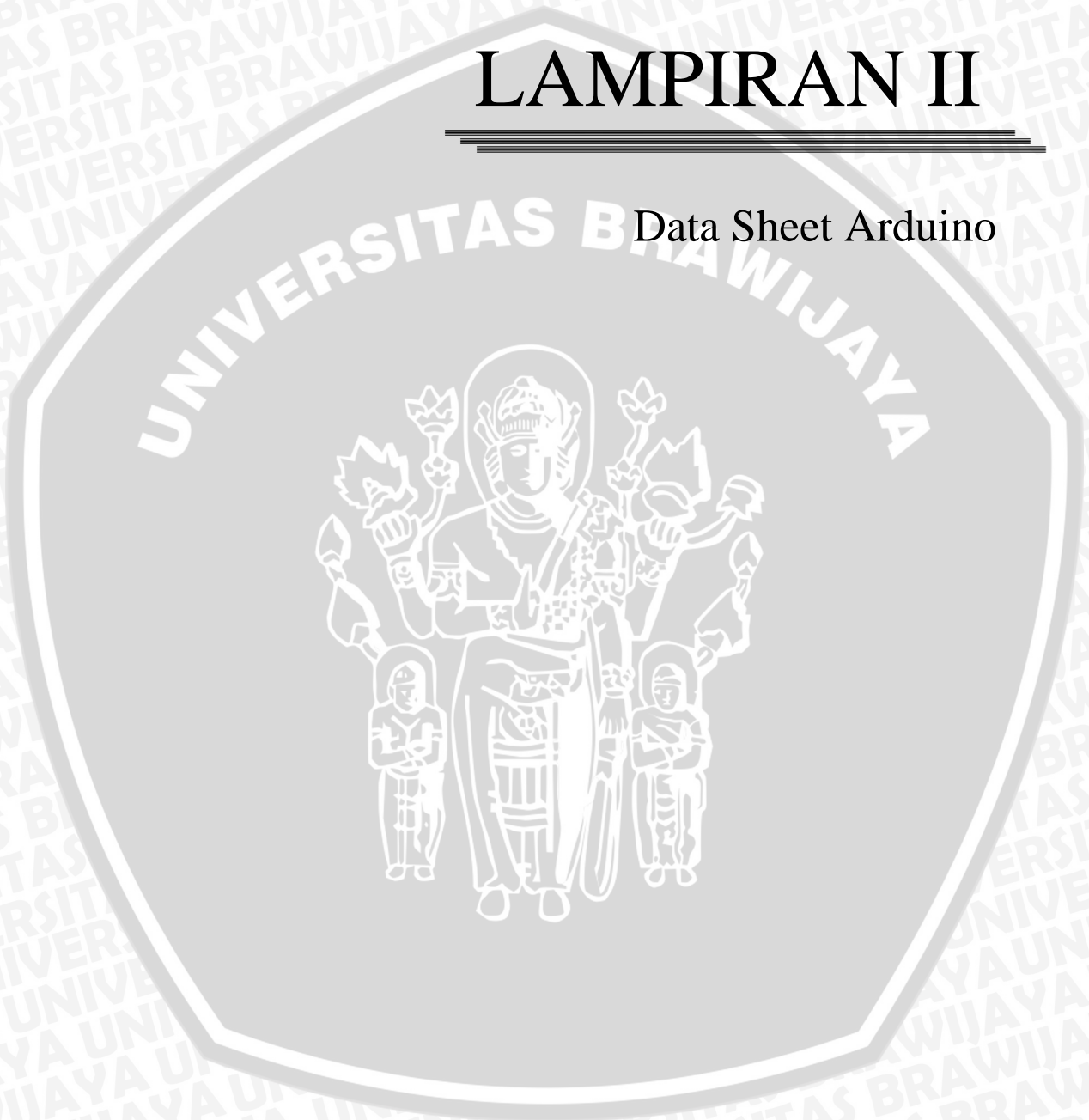
Foto Loyang Tempat Biji Kopi



Foto Loyang Tempat Biji Kopi

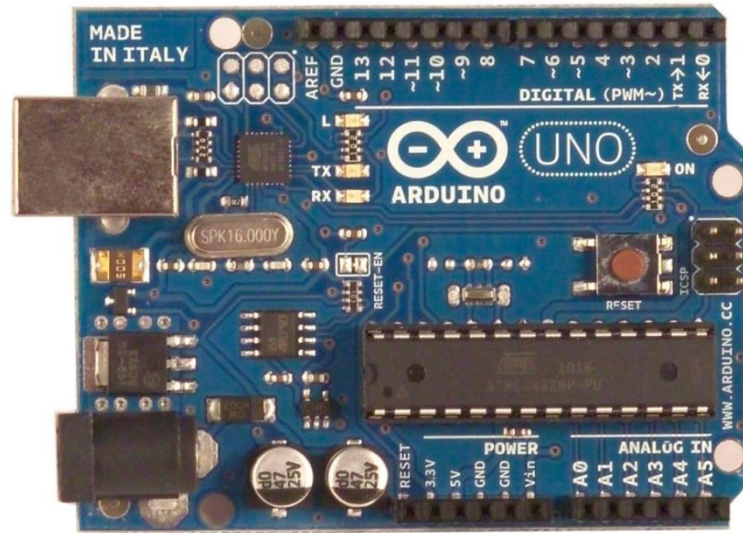
# LAMPIRAN II

Data Sheet Arduino





# Arduino UNO



## Product Overview

The Arduino *Uno* is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital *input/output* pins (of which 6 can be used as PWM *outputs*), 6 analog *inputs*, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a *reset* button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The *Uno* differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial *driver* chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

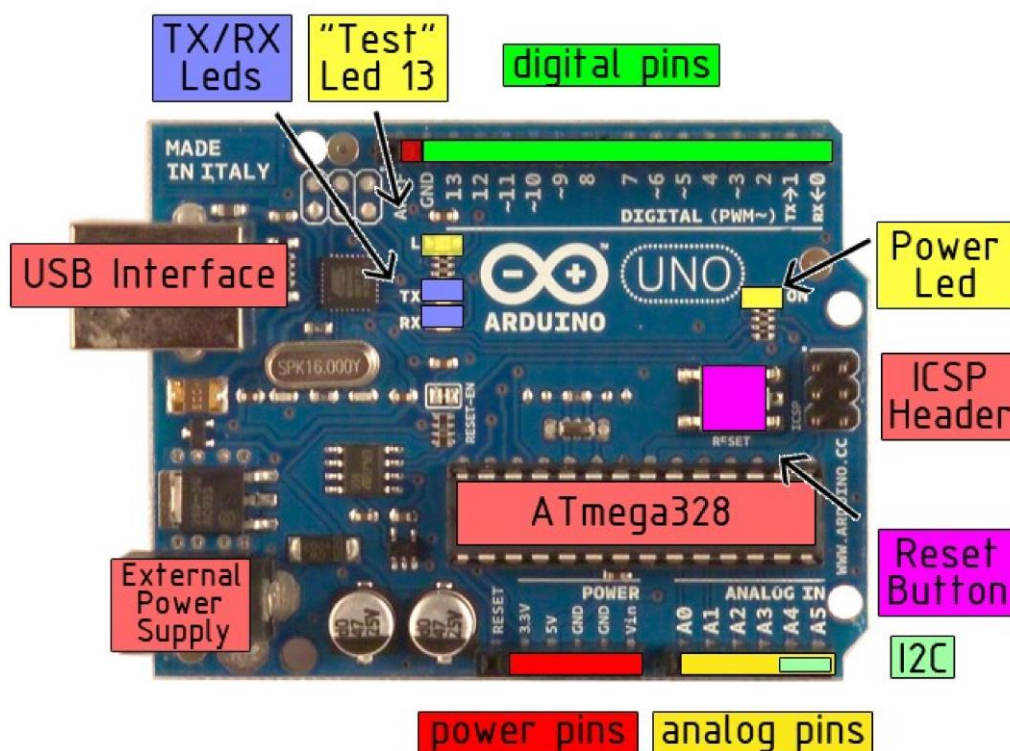
"*Uno*" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The *Uno* and version will be the reference versions of Arduino, moving forward. The *Uno* is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).



## Summary

|                        |   |
|------------------------|---|
| Microcontroller        | ATmega328                                       |
| Operating Voltage      | 5V Input Voltage (recommended) 7-12V            |
|                        | Input Voltage (limits) 6-20V                    |
| Digital I/O Pins       | 14 (of which 6 provide PWM output)              |
| Analog Input Pins      | 6   |
| DC Current per I/O Pin | 40 mA DC Current for 3.3V Pin 50 mA             |
| Flash Memory           | 32 KB of which 0.5 KB used by <i>bootloader</i> |
| SRAM                   | 2 KB  |
| EEPROM                 | 1 KB  |
| Clock Speed            | 16 MHz  |

## the board



**radiospares**

**RADIONICS**



ALLIED ELECTRONICS  
AN ELECTROCOMPONENTS COMPANY

## Power

The Arduino *Uno* can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The *input* voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

## Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the *bootloader*); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 14 digital pins on the *Uno* can be used as an *input* or *output*, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM *output* with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication,



which, although provided by the underlying *hardware*, is not currently included in the Arduino language.

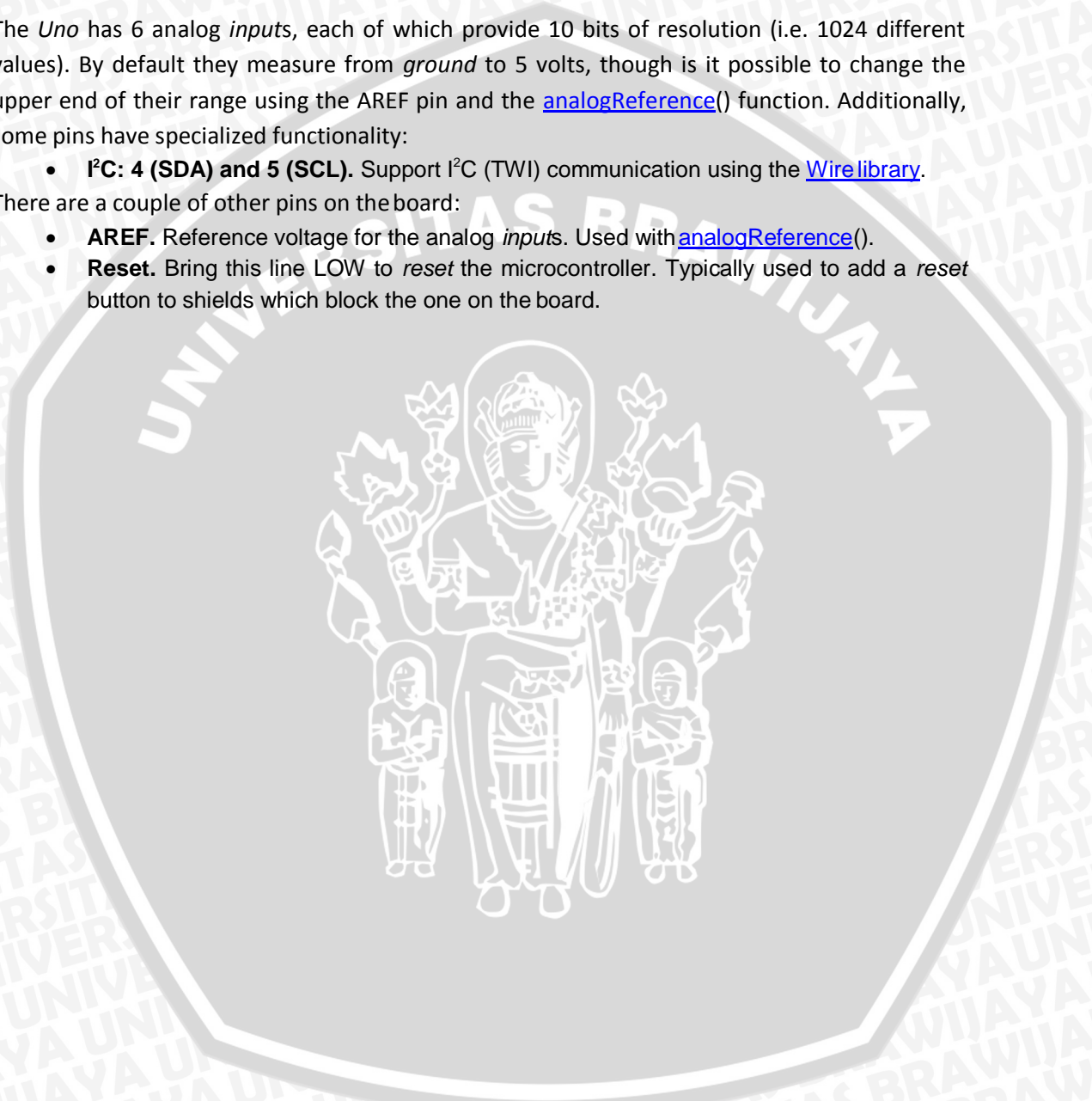
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The *Uno* has 6 analog *inputs*, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from *ground* to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I<sup>2</sup>C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog *inputs*. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to *reset* the microcontroller. Typically used to add a *reset* button to shields which block the one on the board.



**radiospares**

**RADIONICS**





## Communication

The Arduino *Uno* has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to *Software* on the computer. The '8U2 firmware uses the standard USB COM *drivers*, and no external *driver* is needed. However, on Windows, an \*.inf file is required..

The Arduino *Software* includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to- serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the *Uno*'s digital pins.

The ATmega328 also support I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino *Software* includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

## Programming

The Arduino *Uno* can be programmed with the Arduino *Software* ([download](#)). Select "Arduino *Uno* w/ ATmega328" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino *Uno* comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external *hardware* programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the *bootloader* and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU *bootloader*, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then *resetting* the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP Software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU *bootloader*).



**radiospares**

**RADIONICS**



## Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the *reset* button before an upload, the Arduino *Uno* is designed in a way that allows it to be *reset* by *Software* running on a connected computer. One of the *hardware* flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the *reset* line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the *reset* line drops long enough to *reset* the chip. The Arduino *Software* uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the *bootloader* can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the *Uno* is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it *resets* each time a connection is made to it from *Software* (via USB). For the following half-second or so, the *bootloader* is running on the *Uno*. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the *Software* with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The *Uno* contains a trace that can be cut to disable the auto-*reset*. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-*reset* by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the *reset* line; see [this forum thread](#) for details.

The Arduino *Uno* has a *resettable* polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.



# How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving *input* from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with *Software* on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions.

<http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

## Linux Install

## Windows Install

## Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

## Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbo**

**ok> Arduino-**

**0017>Example**

**s>**

**Digital>Blink**



**radiospares**

**RADIONICS**



ALLIED ELECTRONICS  
AN ELECTROCOMPONENTS COMPANY





Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In  
**Tools>Board**  
 and select  
 Now you  
 have to go  
 to

```

Blink $
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

// The setup() method runs once, when the sketch starts

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}

```

Tools>SerialPort

and select the right serial port, the one arduino is attached to.



Done compiling.

Press Compile button  
 (to check for errors)



Upload

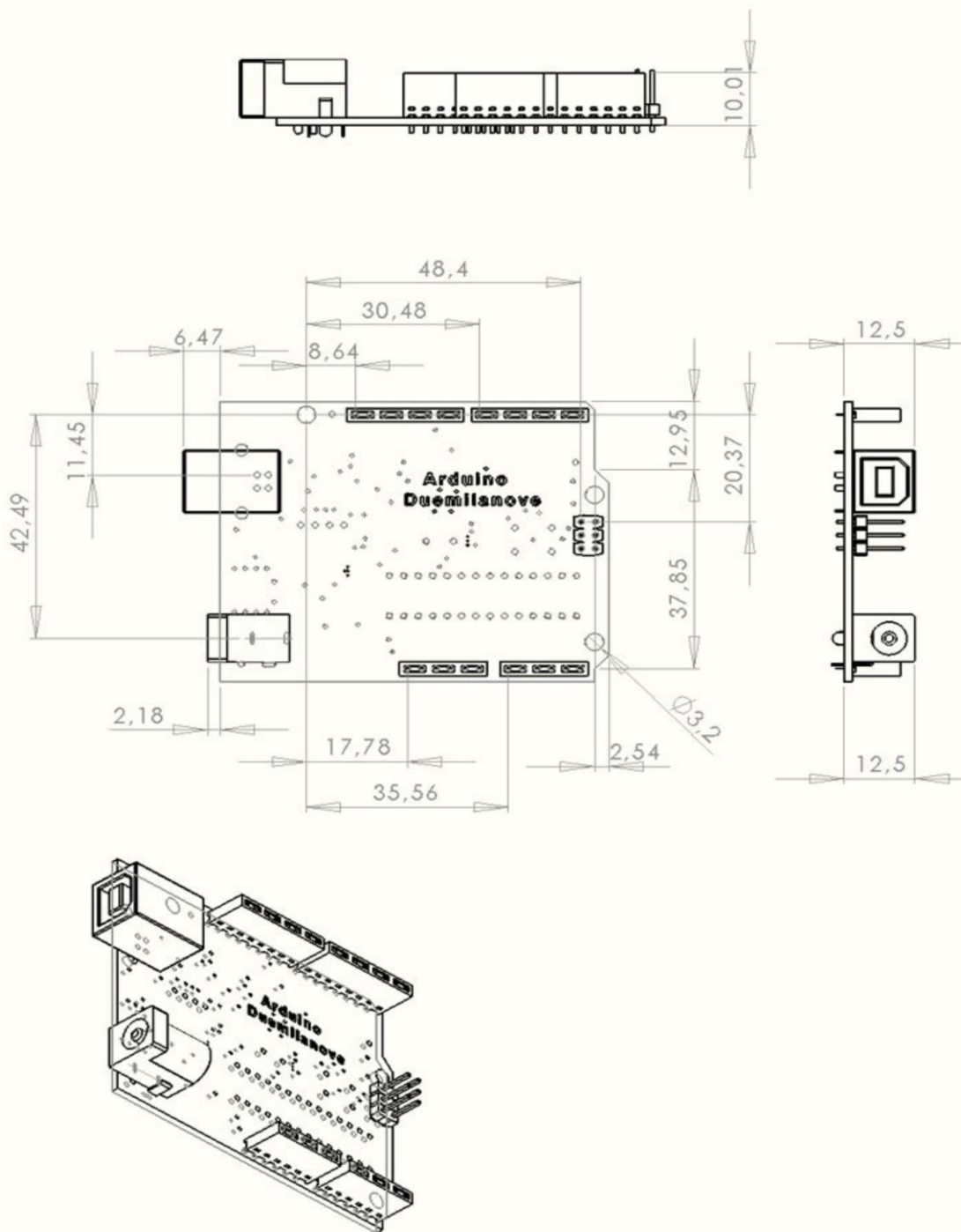


TX RX Flashing



Blinking Led!

Dimensioned Drawing



**radiospares RADIONICS**



ALLIED ELECTRONICS  
AN ELECTROCOMPONENTS COMPANY

# Terms & Conditions



## 1. Warranties

- 1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.
- 1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.
- 1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
- 1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.
- 1.5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.
- 1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

## 2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

## 3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

## 4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.







Environmental Policies



The producer of Arduino™ has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Costa Rica's forest's.



*radiospares*

**RADIONICS**

