



**INSTRUMENTASI PENGERING DAUN SIRSAK UNTUK OBAT  
HERBAL MENGGUNAKAN SENSOR *LOAD CELL* DAN KONTROL PID  
PADA SUHU RUANGAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**Dimas Suryo Santoso**

**NIM 131910201041**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**INSTRUMENTASI PENGERING DAUN SIRSAK UNTUK OBAT  
HERBAL MENGGUNAKAN SENSOR *LOAD CELL* DAN KONTROL PID  
PADA SUHU RUANGAN**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Dimas Suryo Santoso**

**NIM 131910201041**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Dengan ini saya persembahkan skripsi kepada:

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Joko Lelono Santoso dan Ibu Siti Sulikah serta adik-adikku Didi Teguh Dwi Santoso dan Fauzi Febrian Tri Santoso atas kasih sayang, pengorbanan, dan kesabaran yang tiada tara serta doa yang selalu menyertai.
3. Guru – guru mulai TK Sinar Nyata 1, SDN Patrang 1 Jember, Smp Muhammadiyah 1 Jember, SMK Negeri 2 Jember, Pendekar dan Kader Tapak Suci khususnya Kader Muda Soekarno dan dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Jember. Terima kasih untuk ilmu dan pengalaman yang telah diajarkan selama ini.
4. Ibu Dr.Ir. Entin Hidayah M.U.M selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
5. Bapak Sumardi, S.T., M.T selaku dosen pembimbing utama dan Bapak H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing anggota yang telah rela meluangkan waktu, pikiran serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T., selaku dosen penguji utama dan Bapak Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T., selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan skripsi ini.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko M.M. selaku dosen pembimbing akademik .
8. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T., selaku Komisi Bimbingan S1 yang telah membantu penulisan skripsi secara administratif.
9. Keluarga Besar Intel 2013 yang selalu membantu, menyemangati dan selalu mendampingi saya selama pengerjaan skripsi ini.
10. Almamater Teknik Elektro Universitas Jember.

**MOTTO**

“Dengan iman dan akhlak saya menjadi kuat, tanpa iman dan akhlak saya menjadi lemah.”

(Prasetya Tapak Suci : 6)

“Mulailah dari tempatmu berada. Gunakan yang kau punya. Lakukan yang kau bisa”

(Arthur Ashe).

“Jangan pernah menyesali apa yang telah kita pilih walau pun pedih pada akhirnya ”

(Dimas Suryo Santoso)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Dimas Suryo Santoso

NIM : 131910201041

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Instrumentasi Pengering Daun Sirsak Untuk Obat Herbal Menggunakan Sensor *Load Cell* Dan Kontrol PID Pada Suhu Ruangan" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Januari 2019

Yang menyatakan,

Dimas Suryo Santoso

NIM 131910201041

**SKRIPSI**

**INSTRUMENTASI PENGERING DAUN SIRSAK UNTUK OBAT  
HERBAL MENGGUNAKAN SENSOR *LOAD CELL* DAN KONTROL PID  
PADA SUHU RUANGAN**

Oleh

Dimas Suryo Santoso

NIM 131910201041

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : S u m a r d i, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : HRB. Moch. Gozali, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Instrumentasi Pengering Daun Sirsak Untuk Obat Herbal Menggunakan Kontrol PID Pada Berat Benda Dan Suhu Ruangan” karya Dimas Suryo Santoso telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Selasa  
Tanggal : 19 Februari 2019  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji,

Ketua,

Anggota I,

S u m a r d i, M.T.  
NIP 196701131998021001

HRB. Moch. Gozali, S.T., M.T.  
NIP 196906081999031002

Anggota II,

Anggota III,

Widya Cahyadi, S.T., M.T.  
NIP 198511102014041001

Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T.  
NRP 760015754

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP 196612151995032001

## RINGKASAN

Obat herbal memiliki banyak bahan utama antara lain daun sirsak. Menurut peraturan menteri kesehatan republik Indonesia nomor 6 tahun 2016, daun sirsak mempunyai kandungan zat *annonaceous* yang 10.000 kali lebih kuat untuk membunuh sel kanker daripada zat *adriamycin*. Dan isi daripada peraturan tersebut mengatakan bahwa obat herbal daun sirsak ini sendiri berasal atau di temukan di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan agar dapat membuat alat pengering daun sirsak yang mampu bekerja secara otomatis dengan pengendali PID, serta dapat menganalisa pengaruh kadar air terhadap suhu ruangan dan berat dari daun sirsak. Dapat mendukung ilmu pengetahuan tentang teknologi pengeringan otomatis terhadap daun sirsak untuk keperluan pembuatan obat herbal. Dapat menjadi sebuah perbandingan di dalam dunia farmasi mengenai efisiensi waktu pengeringan daun sirsak. Dapat mempelajari pengaruh berat daun sirsak terhadap tingkat kekeringan daun.

Pengering daun sirsak pada penelitian ini menggunakan mikrokontroller Arduino dan sensor LM35 dan *Load Cell* sebagai input, *heater* sebagai pengendali suhu dan 2 kipas DC sebagai pengatur suhu yang dibutuhkan. PID digunakan sebagai pengendali kipas saat alat digunakan, kipas tersebut yang mempengaruhi suhu yang terdapat pada alat pengering, 2 kipas tersebut berfungsi sebagai *blower* untuk menambahkan suhu pengeringan, dan *exhaust* yang berfungsi untuk membuang udara yang terdapat pada ruang pengeringan.

Hasil pengujian pada penelitian ini yaitu mengetahui respon dari berat daun yang dikeringkan terhadap suhu yang digunakan. Suhu yang digunakan sebagai nilai dari *setpoint* kontrol PID yaitu sebesar 60°C dengan variasi berat daun 50, 75, 100, 125, dan 150 gram. Dari 5 percobaan terdapat kegagalan yaitu pada saat berat awal 52,53 gram dengan nilai E% yang terlalu tinggi yaitu sebesar 9,64%. Kegagalan yang lainnya yaitu pada pengujian dengan *sample* berat 125 gram dan 150 gram, terdapat beberapa daun yang tidak mengalami pengeringan dengan maksimal, dikarenakan peletakan daun pada rak pengering tidak merata dan ada yang tertumpuk.

## SUMMARY

*Herbal medicines have many main ingredients including soursop leaves. According to the regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia number 6 of 2016, soursop leaves have an annonaceous content that is 10,000 times stronger to kill cancer cells than the substances of Adriamycin. The contents of the regulation say that the soursop leaf herbal medicine itself originates or is found in Indonesia.*

*The aim of this research is to be able to make soursop leaf drying tools that can work automatically with PID controllers and can 3. Analyze the effect of water content on room temperature and the weight of soursop leaves. Can support the science of automatical drying technology for soursop leaves to make herbal medicines. Can be a comparison in the pharmaceutical world regarding the efficiency of soursop leaf drying time. Can study the effect of the weight of soursop leaves on the level of leaf dryness.*

*Soursop leaf dryers in this study used the Arduino microcontroller and LM35 sensor and Load Cell as inputs, heaters as temperature controllers and 2 DC fans as needed temperature regulators. PID use as a fan controller when the appliance is used, the fan that affects the temperature contained in the dryer, the two fans function as blowers to add drying temperature, and the exhaust serves to remove the air contained in the lighting chamber.*

*The test results in this study were to determine the response of the weight of the leaves dried to the temperature used. The temperature as the value of the PID control setpoint which is equal to 60oC with variations in the weight of leaves 50, 75, 100, 125 and 150 grams. Of the 5 trials there were failures, namely when the initial weight was 52.53 grams with an E% value that was too high at 9.64%. The other shortcoming is in testing with a weight sample of 125 grams and 150 grams, there are some leaves that do not experience maximum drying because the leaf laying on the drying rack is uneven, and some are piled up.*

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Instrumentasi Alat Pengering Daun Sirsak Untuk Obat Herbal Menggunakan Sensor *Load Cell* Dan Kontrol PID Pada Suhu Ruangan”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember. Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
2. Nabi besar Muhammad SAW, yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat.
3. Kedua orang tua tercinta, Bapak Joko Lenono S dan Ibu Siti Sulikah serta adik-adikku Didi Teguh DS dan Fauzi Febrian TS atas kasih sayang, pengorbanan, dan kesabaran yang tiada tara serta doa yang selalu menyertai.
4. Kepada saudari Ainur Rohmah yang telah banyak membantu dari awal hingga akhir pengerjaan tugas akhir ini.
5. Pihak laboratorium elektronika dan terapan, Kurniawan (PLP), Faiq, Wahyu, Titon, Damas, Mukti, Nuha, Turasno dan para jajarannya asisten laboratorium.
6. Teman-teman komunitas Begundal's Squad yang selalu memberi semangat, bantuan, dan juga dorongan untuk menyelesaikan penelitian ini.
7. Rekan-rekan Fakultas Teknik Universitas Jember khususnya rekan-rekan Teknik Elektro Angkatan 2013 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, selama ini telah memberikan pengalaman hidup selama penulis menjadi keluarga Fakultas Teknik Universitas Jember.
8. Penghuni Kontraan Kaliurang, Nur Wahyu Utomo, S.T., Fajar Gunawan, Erwin, Bagus, dan teman-teman kloter terakhir angkatan 2013, Edi tri Kurniawan "Wawan", Arief Fahmi U, S.T., Diego Jaka Sundang, S.T., Risman Febrian, Ilfah, begitu juga Aprilia Pravika Sari, S.T., yang selalu membantu dan menyemangati saya setiap hari.

9. Rekan-rekan satu DPU dan DPA yang selalu menemani saya berjuang mulai awal pengerjaan skripsi hingga selesai.
10. Teman sepermainan Binawan Satrio,S.T, Ekky Wahyu,S.T, Nanda, Alexander Rafsanjani,S.T, Mirza Kurnia, S.T, Ma'ruf, Ade Firmansyah, Dicky Hakim,S.T, Irul, Firman.
11. Pihak yang telah membantu dalam tahap awal hingga akhir penelitian, Fathor Rohman sebagai peneliti sebelumnya, Septian Dwi Admaja yang telah memberikan motivasi untuk mengawali penelitian, Intho Nursauma, S.T “Tolek”, dan Nur Wahyu Utomo, S.T “Oeot” yang telah membantu dalam penulisan hingga akhir penelitian.
12. Saudara-saudara UKMS Kolang Kaling yang telah banyak memberikan pengalaman hidup dan rasa menghargai dari apa yang telah kita perbuat khususnya kepada Alfanda Ramadani FM, S.T.
13. Serta seluruh pihak yang telah membantu dalam mengerjakan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 19 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBING .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	x
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 LATAR BELAKANG .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 RUMUSAN MASALAH .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 BATASAN MASALAH .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 TUJUAN PENELITIAN .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 MANFAAT PENELITIAN .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Sirsak .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Daun Sirsak dan Manfaatnya .....	5
<b>2.2 Heating Element .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Sensor LM35 .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Axial Fan .....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 Arduino Mega 2560 .....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Sistem Kendali PID (<i>Prportional Integral Derivative</i>) .....</b>	<b>10</b>
2.6.1 Cara Menghitung Manual Parameter PID .....	11

2.6.2 Metode <i>Ziegler-Nichols</i> .....	11
<b>2.7 Sensor Berat (<i>Load Cell</i>) .....</b>	<b>14</b>
2.7.1 Karakteristik Sensor <i>Load Cell</i> .....	15
2.7.2 Prinsip Kerja Sensor Berat ( <i>Load Cell</i> ) .....	17
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>20</b>
3.1.1 Tempat Penelitian .....	20
3.1.2 Waktu Penelitian .....	20
<b>3.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Metodologi Pelaksanaan Penelitian .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4 Perancangan Perangkat Keras .....</b>	<b>23</b>
3.4.1 Desain Alat .....	23
3.4.2 Desain Elektronik .....	25
3.4.3 Hasil Perancangan Alat.....	29
<b>3.5 Kontrol PID .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6 Alur Keseluruhan Alat .....</b>	<b>34</b>
<b>3.7 Pengujian .....</b>	<b>35</b>
3.7.1 Pengujian Kadar Air .....	35
3.7.2 Pengujian Suhu .....	35
3.7.3 Pengujian Berat .....	35
3.7.4 Pengujian PID .....	35
3.7.5 Pengujian Keseluruhan .....	36
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Pengujian Sensor .....</b>	<b>38</b>
4.1.1 Kalibrasi Suhu .....	38
4.1.2 Kalibrasi Berat .....	41
<b>4.2 Pengujian Kadar Air .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 Pengujian PID .....</b>	<b>44</b>
4.3.1 Pengujian PID <i>Trial-Error</i> .....	45
4.3.2 Pengujian Kontrol PID <i>Ziegler-Nichols</i> .....	48
<b>4.4 Hasil Data Pengujian .....</b>	<b>51</b>

4.4.1 Pada Beban 50 Gram .....	52
4.4.2 Pada Beban 75 Gram .....	53
4.4.3 Pada Beban 100 Gram .....	53
4.4.4 Pada Beban 125 Gram .....	54
4.4.5 Pada Beban 150 Gram .....	55
4.4.6 Perbandingan Data Hasil Uji .....	57
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>60</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>60</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>61</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>

**DAFTAR TABEL**

	HALAMAN
2.1 Parameter PID .....	11
2.2 Parameter PID Untuk ZN tipe 1 .....	13
2.3 Parameter PID Untuk ZN tipe 2 .....	14
2.4 Karakteristik Sensor Load Cell .....	15
3.1 Perencanaan Jadwal Penelitian .....	20
4.1 Pembacaan Nilai ADC Sensor LM35 Dengan Digital Themometer .....	38
4.2 Perbandingan Hasil Kalibrasi Sensor LM35 Dengan Digital Themometer .....	40
4.3 Pembacaan Sensor Load Cell dan Timbangan Digital .....	41
4.4 Perbandingan Hasil Kalibrasi Sensor Load Cell Dengan Timbangan Digital .....	42
4.5 Hasil Pengujian Kadar Air Daun Sirsak.....	43
4.6 Perbandingan Hasil Pengujian .....	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tanaman Sirsak .....	5
2.2 Daun Sirsak .....	6
2.3 Bentuk-Bentuk Tubular Heater .....	7
2.4 Bentuk fisik dari LM35 .....	8
2.5 Kipas Aksial .....	9
2.6 <i>Board</i> Arduino Mega 2560 .....	10
2.7 Blok Diagram Pengendali PID .....	10
2.8 Sistem Diberi Input Step .....	12
2.9 Proses Desain Penentuan Parameter L dan T .....	12
2.10 Block Diagram Kp .....	12
2.11 Sistem <i>closed loop</i> dengan Menggunakan Kp Saja .....	13
2.12 Proses Mendesain Menentukan Parameter Pcr .....	14
2.13 Bentuk Fisik <i>Load Cell</i> .....	15
2.14 Konfigurasi Kabel Sensor <i>Load Cell</i> .....	17
2.15 Rangkaian Jembatan <i>Wheatstone</i> tanpa beban .....	17
2.16 Rangkaian <i>Load Cell</i> Tanpa Beban .....	18
2.17 Rangkaian <i>Load Cell</i> Diberi Beban .....	19
3.1 Desain <i>Oven</i> Tampak Depan .....	23
3.2 Desain Dalam <i>Oven</i> Tampak Samping .....	24
3.3 Desain Dalam <i>Oven</i> Tampak Depan .....	24
3.4 Desain Elektronika .....	25
3.5 Wiring LM35 .....	27
3.6 Wiring <i>Load Cell</i> .....	27
3.7 Wiring Heater.....	28
3.8 Wiring <i>Fan</i> .....	29
3.9 <i>Oven</i> Tampak Depan .....	29
3.10 Rangkaian Elektronika <i>Oven</i> .....	30

3.11 Bagian Dalam Oven .....	30
3.12 <i>Flowchart</i> PID .....	31
3.13 Diagram Block Kontrol PID .....	32
3.14 <i>Flowchart</i> Alat Pengering Daun Sirsak .....	34
4.1 Grafik Kelinearan Hasil Pengujian Sensor LM35 .....	39
4.2 Grafik Kelinearan Hasil Pengujian Sensor <i>Load Cell</i> .....	42
4.3 Grafik Respon Nilai Kp .....	45
4.4 Grafik Respon Nilai Ki .....	46
4.5 Grafik Respon Nilai Kd .....	47
4.6 Proses menentukan parameter Pcr .....	48
4.7 Grafik Pengujian <i>Ziegler-Nichols</i> .....	50
4.8 Grafik Pengujian <i>Trial-Error</i> dan <i>Ziegler- Nichols</i> .....	51
4.9 Grafik Pengujian 50gr.....	52
4.10 Grafik Pengujian 75gr.....	53
4.11 Grafik Pengujian 100gr.....	54
4.12 Grafik Pengujian 125gr.....	55
4.13 Grafik Pengujian 150gr .....	56
4.14 Perbandingan Daun Sirsak Sebelum dan Sesudah dikeringkan.....	57
4.15 Grafik Persamaan Berat Keseluruhan .....	59

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Obat merupakan komponen yang penting dalam upaya pelayanan kesehatan, baik di pusat pelayanan kesehatan primer maupun ditingkat pelayanan kesehatan yang lebih tinggi. Keberadaan obat merupakan kondisi pokok yang harus terjaga ketersediaannya. Obat sendiri memiliki beberapa bahan dasar yang didapatkan dari tanaman yang biasa disebut obat herbal. Obat herbal sendiri biasanya diolah dengan cara tradisional dengan metode tradisional juga. Bagian tanaman yang biasanya dimanfaatkan untuk obat herbal di antaranya batang, akar, buah, daun, dan bunga. Pada situs (Kusdiantoro, 2013) menyatakan bahwa definisi dan pengertian obat herbal merupakan bahwa yang dinamakan obat herbal merupakan obat yang berasal dari tumbuhan yang diproses/ diekstrak sedemikian rupa sehingga menjadi serbuk, pil atau cairan yang dalam prosesnya tidak menggunakan zat kimia.

Obat herbal memiliki banyak bahan utama antara lain daun sirsak. Menurut peraturan menteri kesehatan republik Indonesia nomor 6 tahun 2016, daun sirsak mempunyai kandungan zat *annonaceous* yang 10.000 kali lebih kuat untuk membunuh sel kanker daripada zat *adriamycin*. Dan isi daripada peraturan tersebut mengatakan bahwa obat herbal daun sirsak ini sendiri berasal atau di temukan di Indonesia. Daun sirsak sendiri memiliki kadar air sebesar 5 g/Kg. Efek samping dari obat herbal tersebut adalah gangguan pergerakan dengan gejala serupa seperti penyakit *Parkinson*. (PERMENKES, 2016)

Prosesnya pengeringan daun sirsak dibagi menjadi dua yaitu pengeringan secara alami dan secara mekanis atau buatan. Darmadjati et al.(1992) menyatakan bahwa proses pengeringan dengan sumber panas sinar matahari mempunyai potensi untuk di kembangkan. Karena energi sinar matahari berfluktuasi terhadap musim sehingga tingkat adopsinya masih terhambat. Pengering sistem surya juga makan waktu yang cukup lama seperti yang telah di ungkap oleh Yuwana dan Evanila Silvia (2012) pada jurnal yang berjudul penggunaan pengering energi surya model YSD-UNIBI12 untuk pengeringan cabai merah, sawi dan daun

singkong bahwa waktu yang di butuhkan untuk penjemuran yaitu sekitar 15 jam penjemuran dengan suhu sebesar 43,3°C. Sedangkan suhu konstan yang dibutuhkan untuk melakukan pengeringan daun sirsak yaitu sebesar 60°C hanya selama 2 jam.

Lama pengeringan akan berpengaruh pada kadar vitamin C dan juga terhadap kadar abu suatu bahan. Interaksi lama pengeringan dan suhu pengeringan berpengaruh nyata terhadap seluruh respon kimiawi yaitu kadar air, kadar abu, dan kadar vitamin C. Pernyataan tersebut dikutip dari sebuah penelitian untuk tugas akhir dari saudara Chandra Fitriyana mahasiswa jurusan teknologi pangan fakultas teknik universitas pasundan Bandung tahun 2014, dengan judul skripsi “Pengaruh lama dan suhu pengeringan terhadap karakteristik teh herbal pare”.

Alat pengering yang digunakan adalah alat pengering yang sebelumnya digunakan untuk melakukan pengeringan pada daun tembakau. Alat pengering tersebut menggunakan *heater* sebagai penghasil panas yang nantinya akan di salurkan kepada benda kerja menggunakan kipas DC. Dan terdapat kipas DC juga untuk membuang hawa panas yang berlebih pada alat tersebut.

Dari permasalahan tersebut peneliti mencoba membuat alat pengering daun sirsak dengan memanfaatkan energi panas yang di hasilkan *heater*, pada kasus ini saya menggunakan dua sensor untuk mengetahui hasil dari pengeringan tersebut. Dengan menggunakan data sensor dapat mengetahui kapan daun itu sudah kering atau belum, dan berat dari daun sirsak itu sendiri juga sebagai parameter tingkat kekeringan daun tersebut. Dua sensor yang saya gunakan diantaranya adalah sensor LM35 sebagai pengukur suhu yang digunakan dan juga sensor *Load cell* yang di gunakan untuk mengukur berat dari daun sirsak yang di keringkan. Agar kita mengetahui berapa kadar air yang masih terkandung pada daun sirsak tersebut. Dengan menggunakan *microcontrol* arduino untuk membaca data dari sensor tersebut dan juga untuk mengatur *output* yang akan di berikan. *Output* sendiri berupa suhu panas dari heater yang digunakan. Suhu yang di berikan sesuai dengan pernyataan diatas yang mengatakan bahwa suhu yang digunakan sampai 60°C dengan jangka waktu kurang lebih dua jam.

Kelebihan dari alat pengering ini diharapkan mampu mempercepat pengeringan. Daun sirsak yang dikeringkan dengan suhu dan waktu yang seminimal mungkin. Dengan begitu penelitian ini berjudul “Instrumentasi Pengering Daun Sirsak Untuk Obat Herbal Menggunakan Sensor *Load cell* dan Kontrol PID Pada Suhu Ruangan”. Di harapkan dengan adanya penelitian ini dapat memperbaiki waktu produksi yang sangat memakan waktu yang cukup lama.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari permasalahan diatas maka dapat disusun beberapa rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian ini yang meliputi:

1. Bagaimana metode kontrol PID *Ziegler Nichols* pada alat pengering daun sirsak ?
2. Bagaimana pengaruh suhu yang terkontrol PID terhadap berat daun sirsak pada alat pengering daun sirsak ?

## 1.3 BATASAN MASALAH

Untuk memfokuskan bahasan pada penelitian ini, maka dibuatlah batasan masalah agar pembahasan tidak meluas yang meliputi:

1. Menggunakan sensor suhu tipe LM35 sebagai pengendali panas.
2. Sistem kendali PID dengan menggunakan perhitungan *Ziegler Nichols*.
3. Tidak mengalisa kebutuhan daya alat pengering.
4. Suhu awal pada saat proses penelitian yaitu menyesuaikan suhu ruangan.
5. Penelitian ini fokus pada proses pengeringan daun sirsak.
6. Menggunakan sensor berat (*load cell*).
7. Menggunakan arduino mega untuk kontrol kerja alat.
8. Kontrol PID hanya pada suhu.
9. Penelitian ini tidak membahas tentang kandungan senyawa yang terdapat pada daun sirsak.

#### 1.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti dalam melakukan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui metode PID *Zigler Nichols* pada alat pengering daun sirsak.
2. Mengetahui cara kerja instrumentasi pengering daun sirsak menggunakan kontrol PID pada berat benda dan suhu ruangan.
3. Menganalisa pengaruh kadar air terhadap suhu ruangan dan berat dari daun sirsak.

#### 1.5 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat yang diharapkan setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat mendukung ilmu pengetahuan tentang teknologi pengeringan otomatis terhadap daun sirsak untuk keperluan pembuatan obat herbal
2. Dapat menjadi sebuah perbandingan di dalam dunia farmasi mengenai efisiensi waktu pengeringan daun sirsak.
3. Dapat mempelajari pengaruh berat daun sirsak terhadap tingkat kekeringan daun.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sirsak

Tanaman sirsak (*Annona Murricata L*) merupakan tanaman berasal dari Amerika Tropik yaitu daerah yang terletak di daerah Ekuador dan Peru. Tanaman ini termasuk tanaman tahunan. Buah sirsak di kenal di Indonesia saat masa pemerintahan Belanda. Pada masa itu bangsa Belanda sangat menyukai buah ini, itulah sebabnya buah sirsak disebut juga durian Belanda karena buah ini memiliki duri yang mirip seperti durian. (Anonim, 2011)



Gambar 2.1 Tanaman Sirsak Sumber : ([www.agrowindo.com](http://www.agrowindo.com))

#### 2.1.1 Daun Sirsak dan Manfaatnya

Pada surat peraturan menteri kesehatan yang di keluarkan pada tahun 2016 yang juga menjabarkan daun sirsak dan juga manfaatnya. Daun sirsak berbentuk bulat telur agak tebal dan permukaan pada bagian atas yang halus berwarna hijau tua sedangkan pada bagian bawahnya mempunyai warna yang lebih muda.



Gambar 2.2 Daun Sirsak sumber : ([www.borobudurherbal.com](http://www.borobudurherbal.com))

Dari data uji praklinik daun sirsak mengandung *annonaceous acetogenins* 10.000 kali lebih kuat membunuh sel kanker daripada zat *adriamycin*. Ekstrak *A. muricata* menunjukkan efek sitotoksik terhadap sel *hepatoma* dan sel *adenocarcinoma mammae human* yang resisten terhadap *doxorubicin* dengan menghambat penggunaan ATP dan menginhibisi aktivitas *glycoprotein* membran plasma. *Bullatacin*, *acetogenin* yang diisolasi dari buah *Annona atemoya*, menginduksi apoptosis, dimulai dari kromatin marginasi dan kondensasi sel tumor.

Daun sirsak yang baik untuk di olah menjadi obat herbal yaitu daun yang mulus, tidak berbintik, dan tidak rusak akibat terkena hama. Setelah itu di sortir lagi dan hanya daun yang berkualitas saja yang di ambil. Daun yang berkualitas adalah mulai setelah daun ke 5 dari ujung batang dan setelah daun ke 3 dari pangkal batang.(Budiantorachmat,2015)

## 2.2 Heating Element

*Electrical Heating Element* adalah sebuah elemen pemanas listrik yang menghasilkan panas yang bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*). Bahan untuk pembuatan elemen pemanas digunakan adalah niklin yang di kedua ujungnya dialiri arus listrik 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 :

1. Elemen pemanas listrik bentuk dasar yaitu elemen pemanas yang menggunakan lapisan isolator listrik untuk melapisi *Resistance Wire*. Ada macam-macam elemen pemanas bentuk ini antara lain *Bank Channel heater*, *Ceramik Heater*, *Black Body Keramik Heater*, *Silica* dan *Quartz Heater*.
2. Elemen pemanas listrik bentuk lanjut yaitu suatu elemen pemanas yang menggunakan lapisan pipa atau lembaran plat logam untuk sebagai penyesuaian terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan yaitu tembaga, kuningan, *mild stell* dan *stainless stell*. Jenis element pemanas antara lain *Band*, *Nozzle*, *Stripe Heater*, *Tubular Heater* dan *Catridge Heater*.



Gambar 2.3 Bentuk-Bentuk *Tubular Heater* (Sumber : [www.hotwatt.com/tastraight.htm](http://www.hotwatt.com/tastraight.htm))

### 2.3 Sensor LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu



## 2.4 Axial Fan

*Axial Fan* adalah sebuah alat yang berfungsi menghasilkan aliran fluida gas searah dengan poros kerja kipas tersebut. Kipas aksial adalah kipas yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan paling banyak digunakan karena kemudahan desain serta harga yang lebih ekonomis dari pada kipas jenis lain. Kipas aksial mempunyai desain yang tidak terlalu rumit serta dapat menghasilkan *flow* yang besar. Kipas aksial biasa digunakan sebagai alat pendingin pada berbagai keperluan seperti pendingin CPU, pendingin *Amplifier* hingga pendingin mesin kendaraan bermotor menggunakan kipas tipe aksial.



Gambar 2.5 Kipas Aksial (Sumber : <https://es.aliexpress.com>)

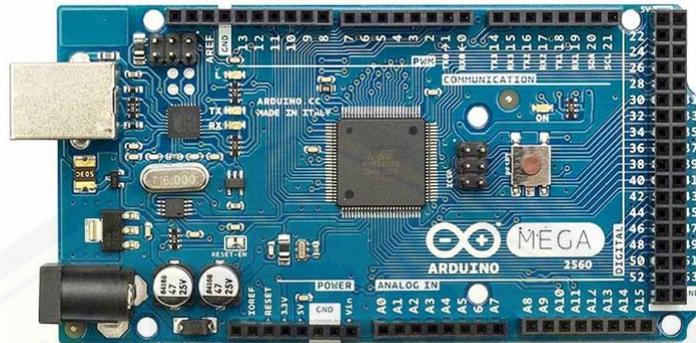
## 2.5 Arduino Mega 2560

Arduino merupakan platform bersifat *open-source hardware* yang biasa digunakan dalam pembuatan prototipe elektronik. Arduino ditujukan bagi para desainer, seniman dan siapapun yang tertarik dalam membuat obyek inovatif

Arduino Mega 2560 adalah salah satu jenis *board* mikrokontroler berbasis arduino menggunakan chip ATmega 2560. Arduino Mega memiliki 54 pin *input/output* digital dengan 15 pin *input* diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM, pin SDA dan pin SCL, 16 pin *input* analog dan 4 pin sebagai *UART* (*port serial hardware*). Menggunakan osilator kristal 16 MHz, selain itu terdapat koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol *reset*.

Untuk menjalankan Arduino Mega yaitu hanya menghubungkan *board* Arduino Mega ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau dengan

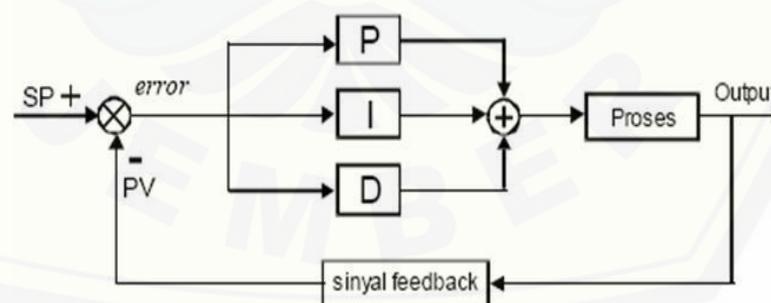
tegangan DC 7-12volt pada *jack power*. Sedangkan untuk memprogramnya menggunakan aplikasi IDE Arduino.



Gambar 2.6 Board Arduino Mega 2560 (Sumber : [Mahesta, 2015](#))

## 2.6 Sistem Kendali PID (*Proportional Integral Derivative*)

Sistem kendali PID (*Proportional Integral Derivative*) adalah sistem kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik (*feedback*) pada sistem tersebut. Sistem kendali PID terdiri dari tiga kontrol yaitu kontrol P (*Proportional*), D (*Derivative*) dan I (*Integral*). Masing-masing kontrol tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Blok diagram sistem kendali PID ditunjukkan pada Gambar 6.7.



Gambar 2.7 Blok Diagram Pengendali PID (Sumber : [Bachri, 2004](#))

Adapun persamaan sistem kendali PID adalah

$$PID = K_p \cdot e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_p \cdot T_d \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots(2.1)$$

Diketahui : PID = output dari kendali PID

$K_p$  = konstanta *proporsional*

$K_i$  =  $K_p/T_i$

$T_i$  = konstanta *integral*

$e(t)$  = *error*

Untuk menghasilkan respon yang maksimal terhadap masukan dalam perancangan sistem kendali PID yaitu dengan mengatur masing-masing parameter P, I dan D.

#### 2.6.1 Cara Menghitung Manual Parameter PID

Cara mentuning yaitu cara dengan coba-coba merubah parameter-parameter PID dengan melihat tabel parameter PID. Dengan menganalisa respon yang dihasilkan, nilai-nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  bisa diubah-ubah sesuai dengan Tabel 2.1. Parameter PID ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Parameter PID

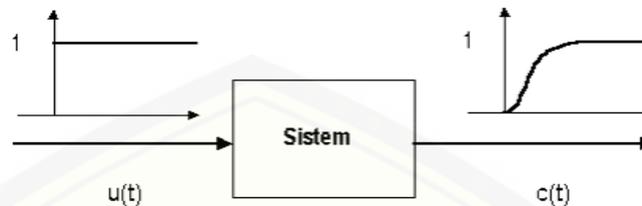
Parameter	Rise Timer	Overshoot	Setting Time	S-S Error
$K_p$	Berkurang	Bertambah	0	Berkurang
$K_i$	Berkurang	Bertambah	Bertambah	Menghilangkan
$K_d$	Minor Change	Berkurang	Berkurang	Minor Change

#### 2.6.2 Metode Ziegler-Nichols

Metode *Ziegler-Nichols* adalah salah satu metode mencari parameter-parameter PID. Metoda ini memiliki 2 tipe, yaitu tipe 1 (*open loop*) dan tipe 2 (*closed loop*).

### A. Ziegler-Nichols tipe 1 (*open loop*)

Dalam metode ini, digunakan sistem *open loop*. Sistem diberi input step sehingga respon *open loop* terbentuk.



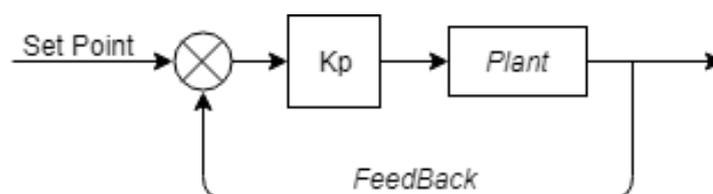
Gambar 2.8 Sistem Diberi *Input Step* (Sumber : [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net))

Dari respon *open loop* yang dihasilkan, parameter-parameter ZN tipe 1 (L dan T) dapat didapatkan. Proses desain menentukan parameter L dan T ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Proses Desain Penentuan Parameter L dan T (Sumber : Bachri, 2004)

Setelah parameter L dan T didapatkan, nilai-nilai  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$  bisa dicari dengan menggunakan rumus-rumus parameter PID untuk metode ZN tipe 1. Tabel 2.5 menunjukkan tabel parameter PID untuk ZN tipe 1. Untuk melakukan metode tersebut dilakukan terlebih dahulu mencari nilai  $K_p$ , dengan diagram sebagai berikut.



Gambar 2.10 Block Diagram  $K_p$

Tabel 2.2 Parameter PID untuk ZN tipe 1

Type Of Controller	Kp	Ti	Td
P	T/L	$\infty$	0
PI	0.9T/L	L/0.3	0
PID	1.2T/L	2L	0.5l

Setelah kita mengetahui nilai parameter Kp, Ti, dan Td maka selanjutnya yaitu mencari nilai parameter dari Kp, Ki, dan juga Kd melalui perhitungan berikut. (Jamaludin, 2015)

$$\begin{aligned}
 G_c(s) &= K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \\
 &= 1.2 \frac{T}{L} \left( 1 + \frac{1}{2Ls} + 0.5Ls \right) \\
 &= 0.6T \frac{\left( s + \frac{1}{L} \right)^2}{s} \dots\dots\dots(2.2)
 \end{aligned}$$

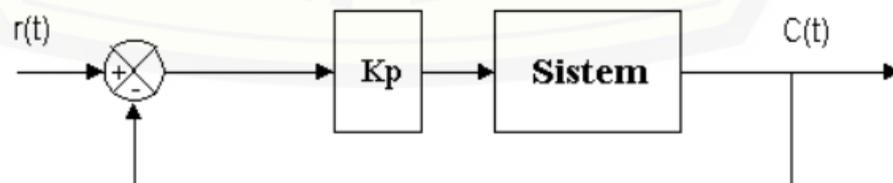
$$K_p = 0,6 \times K_{cr} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$K_i = K_p / T_i \dots\dots\dots(2.4)$$

$$K_d = K_p \times T_d \dots\dots\dots(2.5)$$

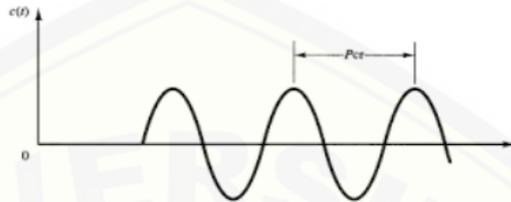
**B. Ziegler-Nichols tipe 2 (closed loop)**

Dalam metoda ZN tipe 2, digunakan sistem *closed loop*. Namun yang digunakan hanya Kp saja. Sistem dibuat hingga berosilasi terus menerus dengan mengatur besarnya nilai Kp.



Gambar 2.11 Sistem *closed loop* dengan Menggunakan Kp Saja (Sumber : [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net))

Besarnya nilai  $K_p$  saat respon sistem berosilasi terus menerus merupakan nilai  $K_{cr}$ . Dari respon yang dihasilkan, parameter lain ZN tipe 2 selain  $K_{cr}$ , yaitu  $P_{cr}$  dapat dicari. Proses desain menentukan parameter  $P_{cr}$  ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.12 Proses Mendesain Menentukan Parameter  $P_{cr}$  (Sumber : [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net))

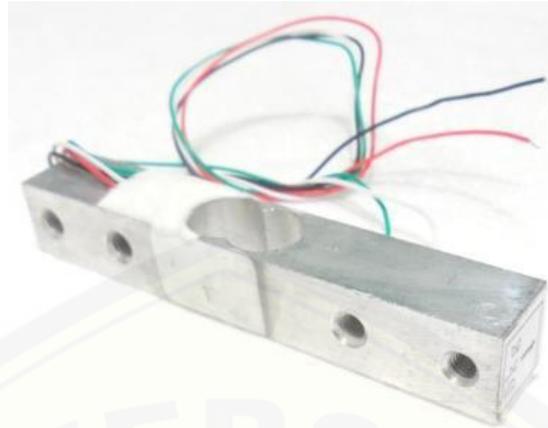
Setelah parameter  $K_{cr}$  dan  $P_{cr}$  didapatkan, nilai-nilai  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$  bisa dihitung dengan menggunakan rumus-rumus parameter PID untuk ZN tipe 2. Tabel 6.4 menunjukkan tabel parameter PID untuk ZN tipe 2.

Tabel 2.3 Parameter PID Untuk ZN Tipe 2

Type Of Controller	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$0.5K_{cr}$	$\infty$	0
PI	$0.45K_{cr}$	$(1/1.2)P_{cr}$	0
PID	$0.6K_{cr}$	$0.5P_{cr}$	$0.125P_{cr}$

### 2.7 Sensor Berat (Load Cell)

Sensor *load cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor *load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat di aplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh *Load Cell* menggunakan prinsip tekanan. (Sumber : [www.ricelake.com](http://www.ricelake.com) *Load Cell and Weight (AmericaModule H : 2010)*)



Gambar 2.13 Bentuk Fisik *Load Cell* (Sumber : [www.lapantech.com](http://www.lapantech.com) “Load-133”cell.2013)

Keterangan gambar :

- Kabel merah adalah input tegangan sensor
- Kabel hitam adalah input ground sensor
- Kabel hijau adalah output positif sensor
- Kabel putih adalah output ground sensor

Sensor *load cell* memiliki spesifikasi kerja sebagai berikut :

1. Bekerja pada tegangan rendah 5 –10 VDC atau 5-10 VAC
2. Ukuran sensor kecil dan praktis
3. Input atau output resistansi rendah 3
4. Nonlinearitas 0.05%
5. Range temperatur kerja -10°C sampai +50°C

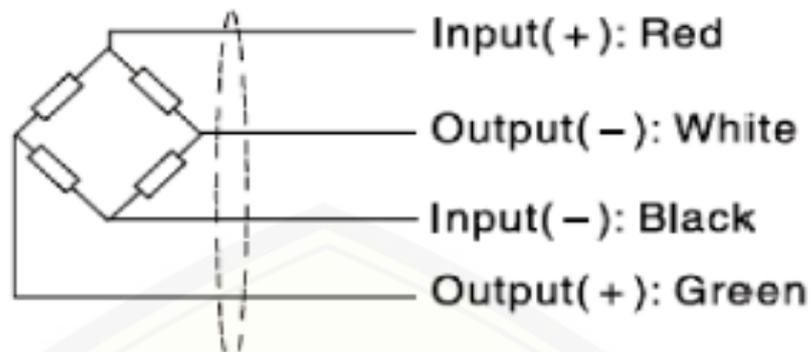
#### 2.7.1 Karakteristik Sensor *Load Cell*

Tabel 2.4. Karakteristik Sensor *Load Cell*

<b>Mekanik</b>	
Bahan Dasar	<i>Aluminium Alloy</i>
<i>Load Cell Type</i>	<i>Strain Gauge</i>
Kapasitas	2kg
Dimensi	55.25x12.7x12.7mm

Lubang Pemasangan	M5 (ukuran baut)
Panjang Kabel	550mm
Ukuran Kabel	30 AWG (0.2mm)
No. Urutan Kabel	4
<b>Elektrik</b>	
Presisi	0.05%
Rata – Rata <i>Output</i>	1.0±0.15mv/V
Non-Linieritas	0.05% FS
<i>Hysteresis</i>	0.05% FS
Non-Pengulangan	0.05% FS
<i>Creep</i> (per 30 menit)	0.1% FS
Efek Temperatur Pada Nol (per 10°C)	0.05% FS
Efek Temperatur Pada Span (per 10°C)	0.05% FS
Keseimbangan Nol	±1.5% FS
<i>Input Impedansi</i>	1130±10 Ohm
<i>Output Impedansi</i>	1000±10 Ohm
Hambatan Isolasi (dibawah 50VDC)	≥5000 MOhm
Kebutuhan Tegangan	5 VDC
Toleransi Jarak Temperatur	-10 to ~ +40°C
Pengoperasian Jarak Temperatur	-20 to ~ +55°C
<i>Safe Overload</i>	120% Kapasitas
<i>Ultimate Overload</i>	150% Kapasitas

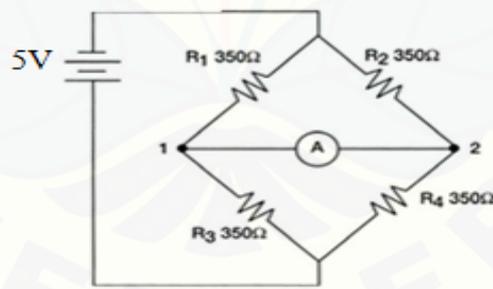
Gambar 2.13 adalah konfigurasi kabel dari sensor *load cell*. yang terdiri dari kabel berwarna merah, hitam, hijau, dan putih. Kabel merah merupakan input tegangan sensor, kabel hitam merupakan input ground pada sensor, kabel warna biru / hijau merupakan output positif dari sensor dan kabel putih adalah output ground dari sensor. Nilai tegangan output dari sensor ini sekitar 1,2 mV. ( www.lapantech.com “Load-133”cell.2013)



Gambar 2.14 Konfigurasi Kabel Sensor *Load Cell* ([www.vpgtransducers.com](http://www.vpgtransducers.com))

### 2.7.2 Prinsip Kerja Sensor Berat (*Load Cell*)

Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cell* yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *load cell*. Prinsip kerja *load cell* berdasarkan rangkaian Jembatan *Wheatstone I* dapat dilihat pada gambar 2.14 (Sumber : <http://load-cell.com/2012/06/cara-kerja-load-cell-timbangan.html>)



Gambar 2.15 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* tanpa beban (Sumber : <http://load-cell.com/2012/06/cara-kerja-load-cell-timbangan.html>)

Pada gambar 2.4 nilai  $R = 350 \text{ O}$ , arus yang mengalir pada  $R_1$  dan  $R_3 =$  arus yang mengalir di  $R_2$  dan  $R_4$ , hal ini dikarenakan nilai semua resistor sama dan tidak ada perbedaan tegangan antara titik 1 dan 2, oleh karena itu rangkaian ini dikatakan seimbang.

Jika rangkaian jembatan *Wheatstone* diberi beban, maka nilai R pada rangkaian akan berubah, nilai  $R_1 = R_4$  dan  $R_2 = R_3$ . Sehingga membuat sensor *load cell* tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat beda potensial. Beda potensial inilah yang menjadi outputnya. Untuk menghitung  $V_{out}$  atau A sperti pada gambar, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$V_o = \left( V_s \times \left( \frac{R_1}{R_1+R_4} \right) \right) - \left( V_s \times \left( \frac{R_2}{R_2+R_3} \right) \right) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$V_o = \left( 10 \times \left( \frac{349,3}{349,3+350,7} \right) \right) - \left( 10 \times \left( \frac{350,7}{350,7+349,3} \right) \right)$$

$$V_o = \left( 10 \times (0,499) \right) - \left( 10 \times (0,501) \right)$$

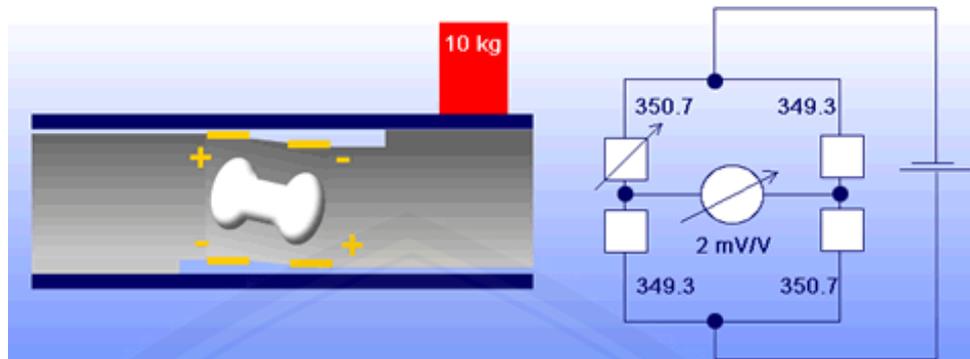
$$V_o = 4,99-5,01$$

$$V_o = -0,02 \times 10 = 2 \text{ mV}$$

Secara teori, prinsip kerja *load cell* berdasarkan pada jembatan *Wheatstone* dimana saat *load cell* diberi beban terjadi perubahan pada nilai resistansi, nilai resistansi  $R_1$  dan  $R_3$  akan turun sedangkan nilai resistansi  $R_2$  dan  $R_4$  akan naik. Dan ketika posisi setimbang,  $V_{out} \text{ load cell} = 0$  volt, namun ketika nilai resistansi  $R_1$  dan  $R_3$  naik maka akan terjadi perubahan  $V_{out}$  pada *load cell*. Pada *load cell* output data (+) dipengaruhi oleh perubahan resistansi pada  $R_1$ , sedangkan output (-) dipengaruhi oleh perubahan resistansi  $R_3$ . (Sumber : *Rebby Fudi Alexander.2013. Aplikasi sensor Berat Load Cell Pada Alat Pengering Herbal* )



Gambar 2.16 Rangkaian *Load Cell* tanpa beban (Sumber : *Rebby Fudi Alexander.2013. Aplikasi sensor Berat Load Cell Pada Alat Pengering Herbal* )



Gambar 2.17 Rangkaian *Load Cell* diberi beban (Sumber : Reby Fudi Alexander.2013. Aplikasi sensor Berat *Load Cell* Pada Alat Pengering Herbal )



### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini diperkirakan akan membutuhkan waktu 3 bulan, dimulai dari bulan Oktober sampai bulan Desember 2018. Sedangkan percobaan dan penelitian dilakukan di Laboratorium Elektronika Terapan Universitas Jember dan Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember.

##### 3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian, pengujian dan analisis dilakukan secara umum pada Oktober 2018 hingga Desember 2018.

Tabel 3.1 Perencanaan Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan											
		Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan	■	■										
2	Studi Literatur		■	■	■								
3	Perancangan alat				■	■	■	■	■				
4	Melakukan pengujian						■	■	■	■	■		
5	Analisa data							■	■	■	■		
6	Pengambilan kesimpulan									■	■	■	■

### 3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan alat dan bahan yang dimana pada BAB 2 telah di jelaskan tentang fungsi dan kegunaannya, di antaranya adalah sebagai berikut :

#### A. *Hardware*

1. *Switching Power Supply*
2. Arduino Mega
3. Sensor Suhu
4. LCD
5. Modul RTC
6. *Micro SD Card*
7. Fan
8. Sensor Berat
9. *Heater Element*
10. Laptop

#### B. *Software*

1. Arduino IDE

#### C. Bahan Habis Pakai

1. Kabel
2. Mur dan Baut
3. Timah
4. Selotip
5. Lem Bakar

#### D. Bahan Pembuatan Rak

1. Benang Sepatu
2. Alumunium
3. Kawat
4. Saringan dari kawat

#### E. Bahan Penelitian

1. Daun Sirsak

### 3.3 Metodologi Pelaksanaan Penelitian

Tahap penelitian “Instrumentasi Pengering Daun Sirsak Untuk Obat Herbal Menggunakan Sensor Load Cell Dan Kontrol PID Pada Suhu Ruang ” adalah sebagai berikut :

#### 1. Studi literatur

Tahap pertama melalui penelitian ini dilakukan dengan mencari literatur yang terkait dengan penelitian ini, dengan tujuan agar perancangan dan pelaksanaan penelitian dapat sesuai dengan yang diinginkan. Literatur diperoleh dari buku-buku dan jurnal yang berhubungan dengan sistem pengeringan, kontrol PID serta yang berhubungan dengan perancangan alat pengering daun sirsak maupun sistem kontrol. Selain studi literatur, juga melakukan percobaan menggunakan metode pengeringan tradisional dengan cara di jemur di terik matahari.

#### 2. Perancangan *Hardware*

Tahap kedua adalah proses perancangan *hardware* , sebelum melakukan perancangan *hardware* sebaiknya melakukan pengecekan fungsi agar tidak terjadi kesalahan yang fatal saat melakukan penelitian. Pemasangan sensor sangat sensitif karena jika salah dan melebihi batas maksimal dari data *sheet* alat tersebut dapat menyebabkan kerusakan.

#### 3. Pemrograman

Pada tahap ini mulai merancang bagaimana tingkah laku yang akan di berikan. pada tahap ini juga mulai menentukan nilai *set point* pada penggunaan metode PID. Selain itu juga merancang program untuk tingkah laku *output* dari sebuah data *input* yang di dapatkan.

#### 4. Pengujian

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian terhadap komponen – komponen yang kritis seperti pengujian sensor suhu dan pengujian sensor berat. Pengujian ini sangat penting karena dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan dari proses pengeringan.

### 5. Pengambilan Data

Tahap ini dimana data dari percobaan di dapatkan dengan cara melakukan percobaan tersebut. Data yang diambil yaitu dari pengaruh PID terhadap perubahan suhu dan perubahan berat daun sirsak akibat pemanasan dari heater.

### 6. Analisa Data

Tahap ke enam adalah melakukan analisa pada data yang diperoleh. Pengambilan data dilakukan dari hasil pengujian kontrol PID dan juga pengujian sensor berat. Sehingga di harapkan menghasilkan keluaran yang diinginkan dengan menganalisa masing-masing percobaan.

### 7. Penulisan Laporan

Penulisan laporan sesuai dengan analisa data yang telah kita dapatkan.

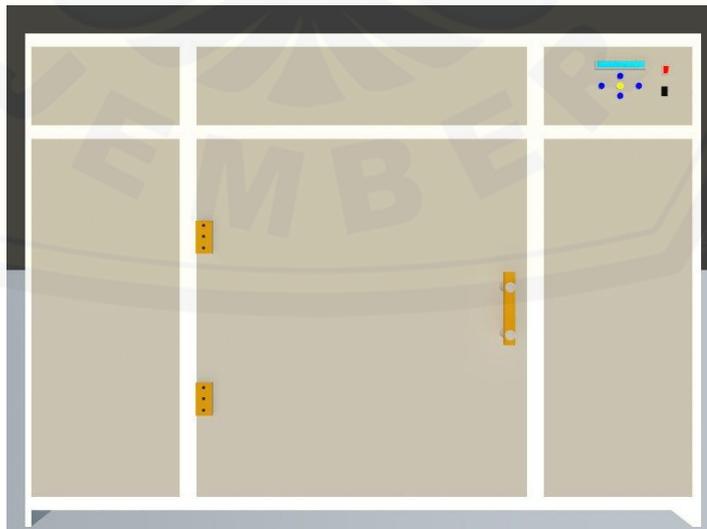
### 8. Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah tahap terakhir pada penelitian yaitu memberikan kesimpulan dari pengujian dan analisa data yang diperoleh.

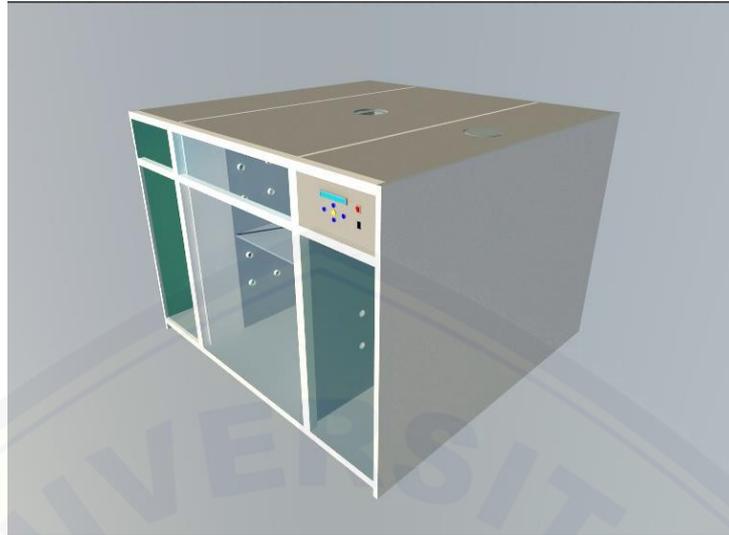
## 3.4 Perancangan Perangkat Keras

### 3.4.1 Desain Alat

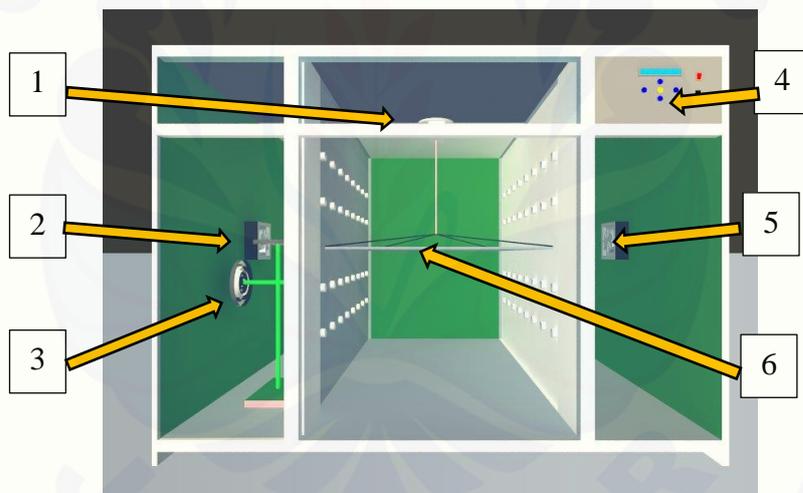
Alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan mesin pengering (*oven*) yaitu terdiri dari beberapa komponen yang desainnya seperti dibawah ini :



Gambar 3.1 Desain *oven* tampak depan



Gambar 3.2 Desain dalam oven tampak samping



Gambar 3.3 Desain dalam oven tampak depan

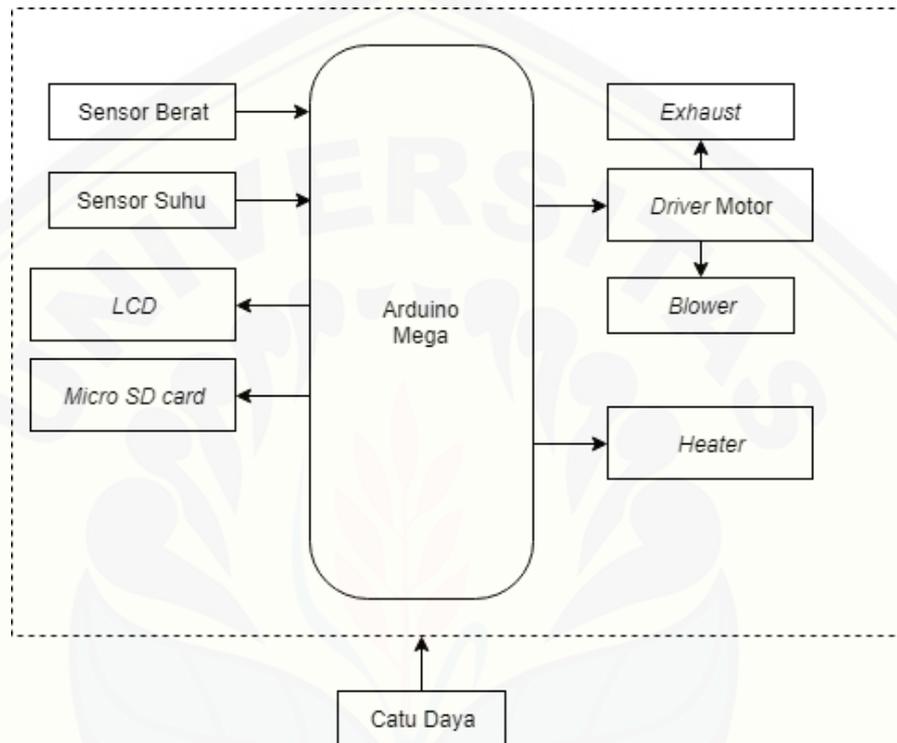
Keterangan :

1. Sensor Berat
2. Fan Masukan
3. Heater
4. Panel Kontrol
5. Fan Pembuangan
6. Rak Bahan

### 3.4.2 Desain Elektronik

#### A. Diagram Blok Desain Elektronik

Adapun diagram blok desain elektronik *oven* daun sirsak yang memiliki *input* dan *output process* seperti di bawah ini :



Gambar 3.4 Desain elektronika

Gambar 3.4 menjelaskan tentang blok diagram *oven* daun sirsak dimana bagian-bagian dari rangkaian yang tersusun menjadi satu sistem pada *oven* daun sirsak dengan metode PID. Pada perancangan *oven* daun sirsak dibagi menjadi 3 bagian yaitu sensor, suhu dan catu daya. Bagian – bagian tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

#### 1. Sensor

Pada bagian sensor terdapat 2 sensor yang digunakan untuk mendapatkan data besar suhu dan besar berat. Untuk mendapatkan data suhu menggunakan sensor LM35 yang kemudian di filter menggunakan *capasitor* agar data yang dihasilkan dapat stabil, begitu

juga pada sensor berat menggunakan *loadcell* yang hasil dari datanya diolah terlebih dahulu oleh HX711 sebelum masuk ke arduino.

## 2. Suhu

Pada bagian suhu terdapat dua bagian kipas dan juga *heater*. Dua bagian kipas terdiri dari *blower* yang berfungsi untuk menyalurkan hawa panas ke dalam *oven* dan juga *exhaust* yang berfungsi untuk membuang hawa panas dan juga uap air pada *oven*. *Heater* berfungsi sebagai penghasil panas yang dibutuhkan oleh *oven*.

## 3. Catu daya

Catu daya atau tegangan yang dibutuhkan alat ini diantaranya 220 V AC yang kemudian menyuplai 2 buah *power supply* dan 3 buah *heater*. *Power supply* yang digunakan menghasilkan tegangan 5 V DC dan 12 V DC. 5 V DC digunakan untuk menyuplai driver motor, arduino mega, sensor berat, dan sensor suhu. Sedangkan 12 V DC digunakan untuk menyuplai kipas yang digunakan untuk *blower* dan *exhaust*.

## B. Wiring Port Arduino

Wiring atau juga bisa disebut pegkabelan pada arduino yang digunakan bertujuan agar mempermudah kinerja alat, sehingga *oven* dapat digunakan sesuai dengan keinginan. *Wiring* pada *port* arduino yaitu meliputi *input* dan *output* yang diantaranya yaitu, sensor LM35, sensor *load cell*, *heater*, dan juga kipas. Berikut adalah pemasangan port arduino yang digunakan.

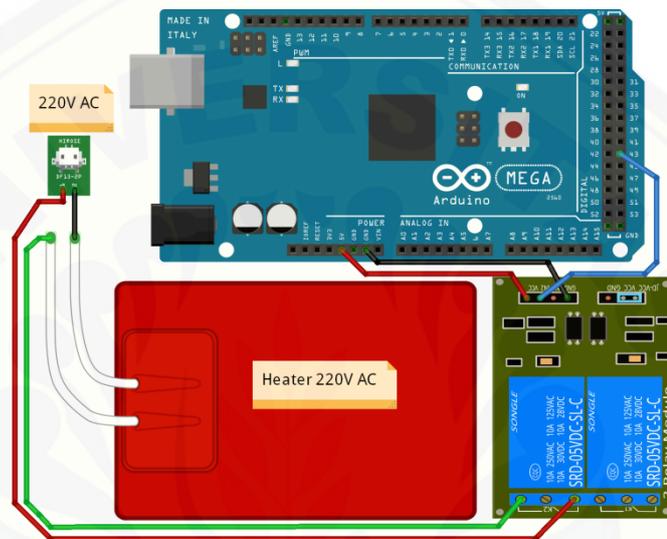
### 1. Wiring LM35

Untuk pemasangan sensor LM35 yaitu menggunakan pin analog yang terdapat pada arduino mega. Pada arduino mega data dari LM35 menggunakan port A2 dan sensor LM35 sendiri membutuhkan tegangan sebesar 5V DC dan juga ground. Agar data yang di dapatkan dapat stabil maka ditambahkan sebuah rangkaian filter agar data yang dihasilkan dapat stabil dan sesuai.



### 3. Wiring Heater

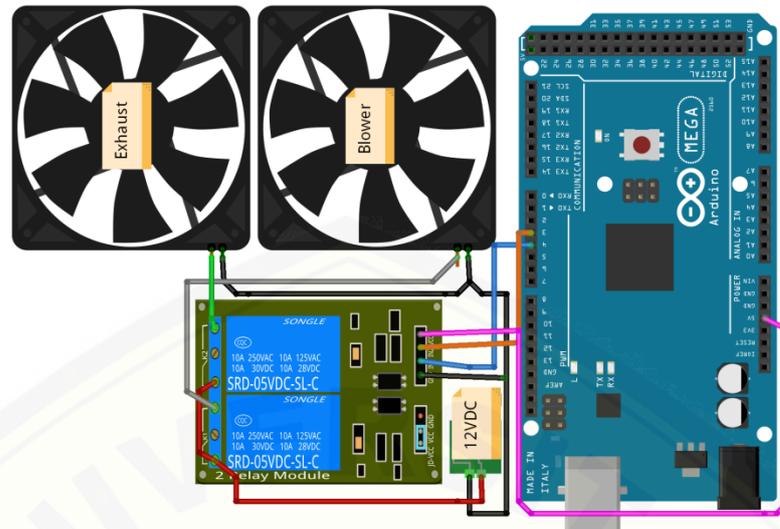
*Heater* yang digunakan pada alat ini membutuhkan tegangan 220V AC sehingga menggunakan relay sebagai saklar elektrik. Sebagai pemicu dari relay tersebut menggunakan output dari pin 3 pada arduino. Untuk mengontrol kapan heater menyala dan kapan heater mati.



Gambar 3.7 Wiring Heater

### 4. Wiring Fan

Kipas yang digunakan adalah kipas yang membutuhkan tegangan sebesar 12V DC. Sama halnya dengan *heater* pada kipas alat ini juga membutuhkan relay sebagai saklar elektrik, dan pin yang digunakan pada arduino adalah pin 12 dan pin 11. Pin 11 sebagai kipas *blower* dan pin 12 sebagai kipas *exhaust*.



Gambar 3.8 Wiring Fan

### 3.4.3 Hasil Perancangan Alat

Perancangan alat keseluruhan hampir menyerupai desain yang diinginkan hal ini terlihat pada gambar 3.1, 3.2, dan 3.3. Berikut merupakan hasil dari alat yang telah di buat :



Gambar 3.9 Oven Tampak Depan



Gambar 3.10 Rangkaian Elektronika Oven

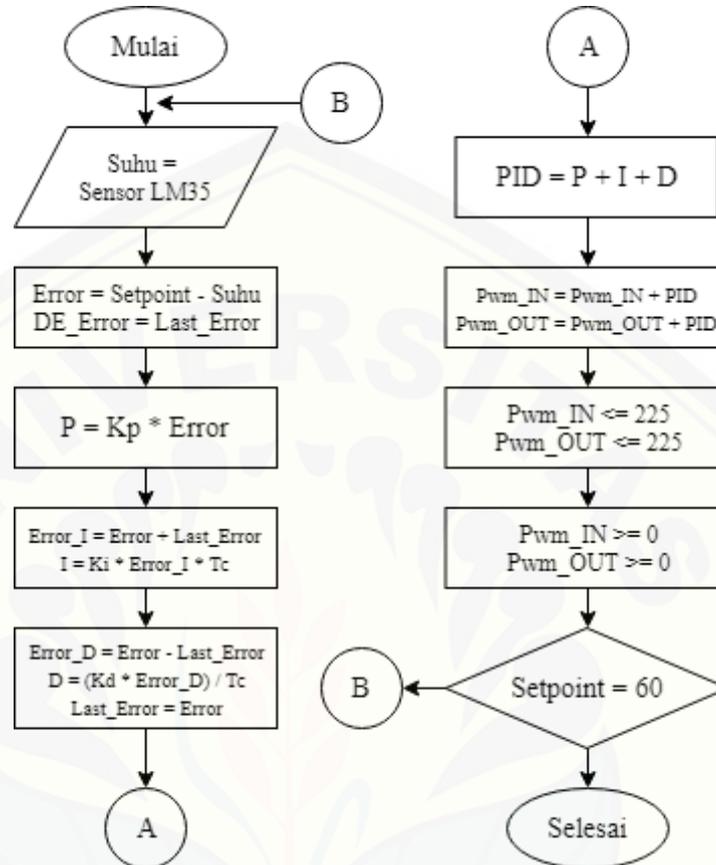


Gambar 3.11 Bagian Dalam Oven

Pada desain awal terlihat beda pada tampilan lubang fan, hal tersebut terjadi dikarenakan lubang fan disesuaikan dengan posisi fan agar udara yang akan dimasukkan atau di buang sesuai dengan yang di inginkan.

### 3.5 Kontrol PID

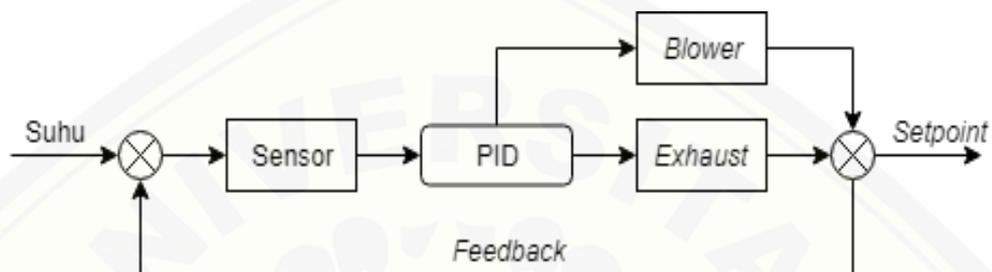
#### A. Perancangan Kontrol PID



Gambar 3.12 *Flowchart* PID

Perancangan kontrol PID untuk membuat kontrol PID diperlukan algoritma program kontrol PID agar menjadi kontrol yang sesuai dengan yang diharapkan. Algoritma ini nantinya akan dimasukkan kedalam program arduino. *Flowchart* dari algoritma program kontrol PID untuk rancang bangun kontrol PID pada alat pengering daun sirsak menggunakan arduino. Dimana yang di atur sebagai *input* adalah besaran suhu dan *outputnya* adalah *fan* ventilasi.

Hasil respon kendali PID adalah salah satunya ditentukan oleh parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$ . Metode yang digunakan untuk pengujian adalah metode coba-coba (*trial and error*) beberapa sampel nilai, dimana nilainya akan disimpan pada SD card dalam bentuk angka sehingga nantinya dapat di analisa dalam bentuk grafik. Grafik yang akan di tampilkan pada laptop adalah grafik dari tingkah laku data sensor yang di terima untuk menuju nilai *set point*.



Gambar 3.13 Diagram Block Kontrol PID

PID yang digunakan kali ini adalah PID dengan Metode *Ziegler Nichols*, yang paling penting adalah menentukan parameter  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$ . Pada program arduino `pwm_IN` sebagai keluaran dari kontrol PID untuk mengatur kapan Blower harus aktif dan memasukan udara panas ke dalam oven, sedangkan `pwm_OUT` sebagai pengatur kapan kipas yang berfungsi sebagai exhaust akan aktif dan mengeluarkan udara panas yang ada pada oven. Cara untuk menentukan berapa nilai  $K_p$  yang akan digunakan yaitu dengan cara melakukan dengan metode manual tuning yaitu dengan cara *trial and error*.

#### B. Metode *Manual Tuning*

Metode maual tuning dilakuka guna untuk menemukan besar nilai  $K_p$  yang akan diolah pada metode selanjutya yaitu metode *Ziegler Nichols*. Metode manual *tuning* adalah metode yang digunakan untuk mencari nilai parameter kontrol PID dengan cara *trial and error*. Dalam pencarian parameter PID yaitu mengacu pada masing – masing karakter dari setiap parameter yang dicari. Penelitian ini dilakukan manual tuning dengan langkah sebagai berikut :

- 1). Memberikan nilai parameter *proportional* sehingga dapat memberikan nilai *output* yang mencapai *setpoint*. Namun dengan memberikan nilai *proportional* akan meningkatkan *overshoot* pada *output* yang tinggi.
- 2). Memberikan nilai parameter *integral* sehingga nilai *error steady-state* dan juga *overshoot* dapat dikurangi. Namun pemberian parameter ini akan meningkatkan *settling time*.
- 3). Memberikan nilai parameter *derivative* sehingga nilai *overshoot* dan *settling time* dapat *steady* pada *setpoint*. Akan tetapi jika nilai parameter *derivative* terlalu tinggi maka respon kontrol sangat cepat dan dapat mengakibatkan sistem tidak stabil.

### C. Metode Ziegler Nichols

Metode *ziegler nichols* adalah sebuah metode PID yang dengan menentukan parameter PID dengan menggunakan sebuah perhitungan. Dalam perhitungan metode ini harus mencari nilai parameter *proportional* yang di dapatkan melalui *manual tuning*, yang kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai parameter PID. Dengan perhitungan sebagai berikut.

$$K_p = 0,6 \times K_{cr} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$K_d = K_p \times T_d \dots\dots\dots(3.3)$$

### 3.6 Alur Keseluruhan Alat



Gambar 3.14 *FlowChart* Alat Pengering Daun Sirsak

Dalam alur keseluruhan alat terdapat beberapa tahapan yaitu pada saat alat pertama kali di nyalakan maka sensor akan membaca suhu dan berat. Untuk sensor berat sendiri, kondisi awal akan terbaca 0 gram walaupun terdapat bahan di dalam oven. Maka pada rak oven harus dikosongkan sebelum alat dinyalakan. Setelah alat menyala masukan bahan atau daun sirsak yang akan dikeringkan. Setelah berat dari bahan terbaca maka simpan data berat awal yang nantinya akan diketahui berapa berat bahan yang ditargetkan. Saat oven di nyalakan maka heater akan menyala hingga berat bahan sesuai target. Suhu dalam oven di kontrol oleh PID dan PID tersebut akan mengatur kapan blower harus menyala dan kapan exhaust akan bekerja, agar suhu di dalam oven sesuai dengan set point. Jika berat bahan kurang atau sama dengan berat target, maka oven akan secara otomatis

mematikan heater dan fan yang terdapat pada oven. Pada saat oven mati secara otomatis maka proses pengeringan dinyatakan selesai.

### 3.7 Pengujian

#### 3.7.1 Pengujian Kadar Air

Dalam tahap pengujian kadar air, untuk mengetahui berapa besar kadar air dan berapa berat daun sirsak pada saat dinyatakan kering, maka dilakukan pengujian kadar air daun sirsak di Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember. Pengujian kadar air dilakukan agar mendapatkan berat kering daun sirsak juga beserta perhitungan dari rumus tersebut.

#### 3.7.2 Pengujian Suhu

Pengujian suhu dilakukan guna untuk mengkalibrasi sensor LM35 dengan alat ukur suhu digital yang dijual di pasaran. Yang dimaksud mengkalibrasi sensor tersebut yaitu mencari nilai perbandingan dari pembacaan LM35 dengan termometer digital yang ada sehingga parameter yang didapatkan akan menjadi acuan dari suhu sebenarnya.

#### 3.7.3 Pengujian Berat

Pada pengujian berat dilakukan kalibrasi sensor load cell dengan menggunakan timbangan digital. Dengan menggunakan timbangan digital dapat diketahui perbandingan nilai yang dihasilkan load cell dan juga nilai dari timbangan digital. Dari perbandingan nilai tersebut sehingga di dapatkan nilai parameter agar nilai yang dihasilkan load cell dapat sesuai dengan nilai yang dihasilkan oleh timbangan digital.

#### 3.7.4 Pengujian PID

Pada tahap pengujian PID dilakukan beberapa pengujian di antaranya yaitu menggunakan metode *trial and error* dan metode *ziegler nichols*. Pengujian PID menggunakan *trial and error* yang dilakukan pertama kali yaitu pengujian nilai  $K_p$ , pada pengujian nilai  $K_p$  dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter. Setelah pengujian nilai  $K_p$  maka dilakukan pengujian nilai  $K_i$ , dimana pada pengujian nilai  $K_i$  ini akan menggunakan beberapa parameter,

begitu juga dengan pengujian pada nilai  $K_d$ . Dari beberapa parameter yang digunakan maka dapat dihasilkan beberapa grafik yang nantinya akan dipilih sesuai dengan grafik yang di inginkan.

Untuk pengujian PID *ziegler nichols* di pilih nilai  $K_p$  dengan hasil rise time grafik yang sesuai kemudian dari hasil  $K_p$  tersebut dilakukan sebuah perhitungan untuk menemukan nilai parameter PID.

### 3.7.5 Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan alat ini yaitu dengan melakukan pengeringan dengan 3 parameter berat yaitu 50 gram, 100 gram, dan 150 gram. Dari parameter tersebut dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap parameter. Tujuan dari pengujian tiap parameter yaitu agar dapat mengetahui pengaruh hasil dari daun sirsak yang sudah kering dan juga waktu yang diperlukan untuk mengeringkan daun sirsak tersebut.

Setiap parameter berat dilakukan sebanyak 3 kali agar dapat mengetahui konsistensi kinerja alat oven tersebut terhadap hasil yang diperoleh. Pada alat ini digunakan satu rak bahan untuk mengetahui berapa kapasitas maksimal daun sirsak dengan hasil yang optimal.

## BAB 5. PENUTUP

Dari hasil pengujian pada perancangan oven pengering daun sirsak otomatis dengan menggunakan sensor suhu dan sensor berat, maka dapat disimpulkan dan saran yang dapat digunakan untuk pengujian selanjutnya diantaranya yaitu sebagai berikut.

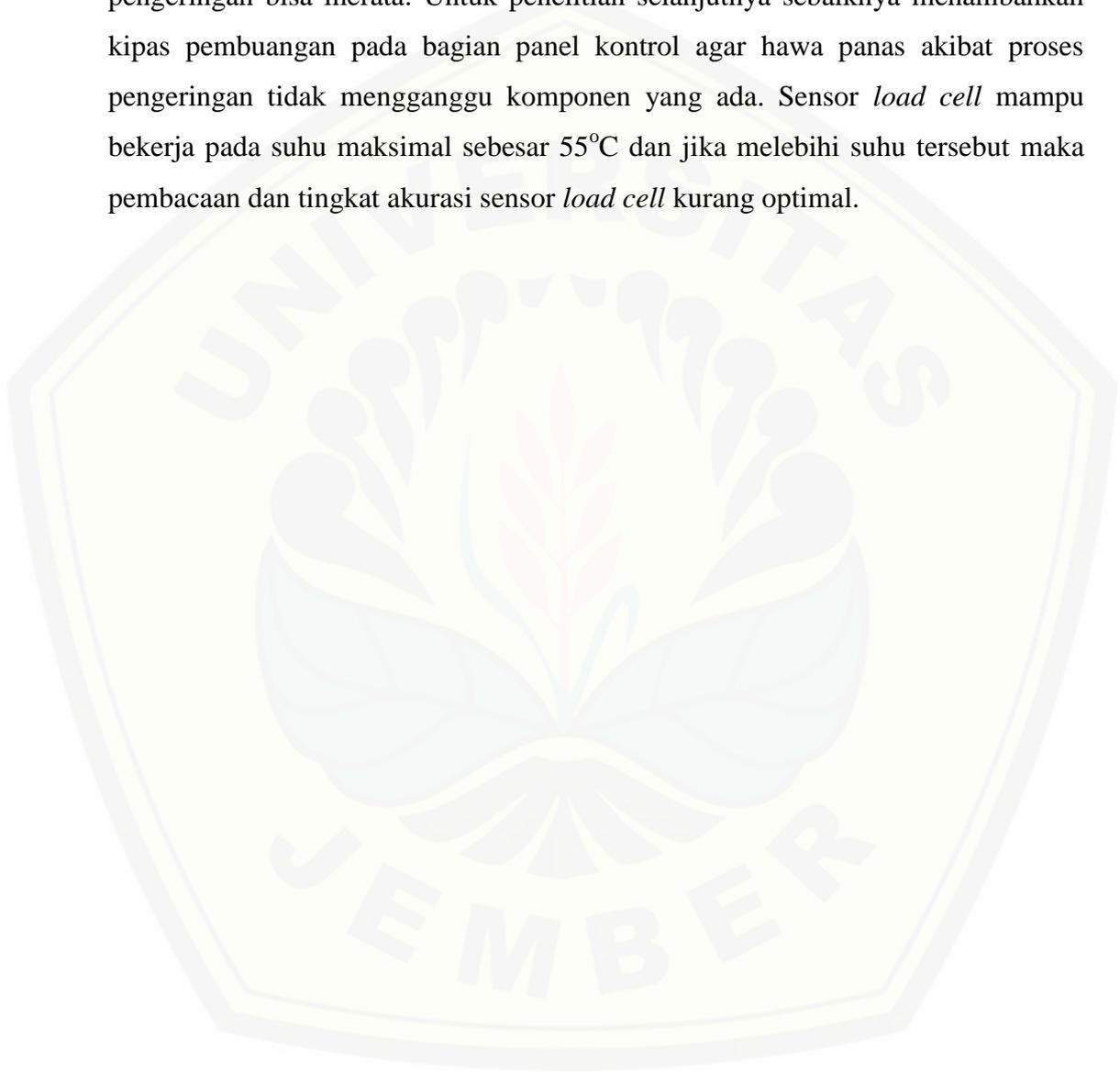
### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan pada instrumentasi pengering daun sirsak otomatis menggunakan sensor suhu dan sensor berat dengan menggunakan kontrol PID dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari 5 percobaan telah dilakukan diperoleh sebuah garis kelinieran dengan persamaan  $y = 0,2563x + 1,6445$  dimana sumbu y adalah nilai dari berat akhir dan x adalah nilai dari berat awal, dengan nilai gradien(m) sebesar 0,2563 dan nilai konstanta(c) sebesar 1,6445.
2. Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan diketahui nilai rata-rata *error%* sebesar 2,28%, dan pada saat pengeringan daun sirsak dengan berat 52,53 gram didapatkan *error%* di atas rata-rata yaitu sebesar 9,64%.
3. Pada pengujian dengan *sample* berat 125 gram dan 150 gram, terdapat beberapa daun yang tidak mengalami pengeringan dengan maksimal. Hal tersebut terjadi dikarenakan peletakan daun yang menumpuk pada rak, sehingga proses pengeringan pada tumpukan bagian tengah terhalangi oleh daun bagian atas dan bawah. Maka pada *sample* 125 gram dan 150 gram kurang optimal dibandingkan dengan *sample* berat pada saat 50 gram, 75 gram, dan 100 gram.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan ada beberapa saran untuk dilanjutkan penelitian tentang oven pengeringan otomatis yaitu perlu penambahan rak oven, agar tidak ada daun sirsak yang saling bertumpukan sehingga hasil dari pengeringan bisa merata. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menambahkan kipas pembuangan pada bagian panel kontrol agar hawa panas akibat proses pengeringan tidak mengganggu komponen yang ada. Sensor *load cell* mampu bekerja pada suhu maksimal sebesar 55°C dan jika melebihi suhu tersebut maka pembacaan dan tingkat akurasi sensor *load cell* kurang optimal.



**DAFTAR PUSTAKA**

Damardjati, D.S., Trim, D.S., Haryono (1992). Improving Rice Quality by Using A Solar Supplemented Dryer for Paddy Drying. *Proceeding of 14th Asean Seminar on Grain Post Harvest Technology, Manila Philipinnes*, pp. 101 - 112.

*Pengenalan Tanaman Sirsak*. (2011). Dipetik November 15, 2017, dari <http://library.usu.ac.id>

Budiantorachmat. (2015). Teknik Memilih dan Meracik Daun Sirsak. *Peluang Usaha*, 4.

Fitriayana, Chandra. (2014). Pengaruh Lama Dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Teh Herbal. Universitas Pasundan Bandung.

Kusdiantoro, E. (2013, September 16). *Definisi Obat Herbal*. Dipetik November 13, 2017, dari toko obat herbal: <https://diantoro.jimdo.com/>

PERMENKES. (2016). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. *Formularium Obat Herbal Asli Indonesia*, hal. 123.

Ogata, Katsuhiko. (2002). *Modern Control Engineering*. Edisi 4, hal. 682

Fudi, R. (2013). Aplikasi sensor berat Load Cell pada alat pengering herbal

Anonim. (2012). Cara kerja load cell timbangan. dari [http ; load-cell.com](http://load-cell.com)

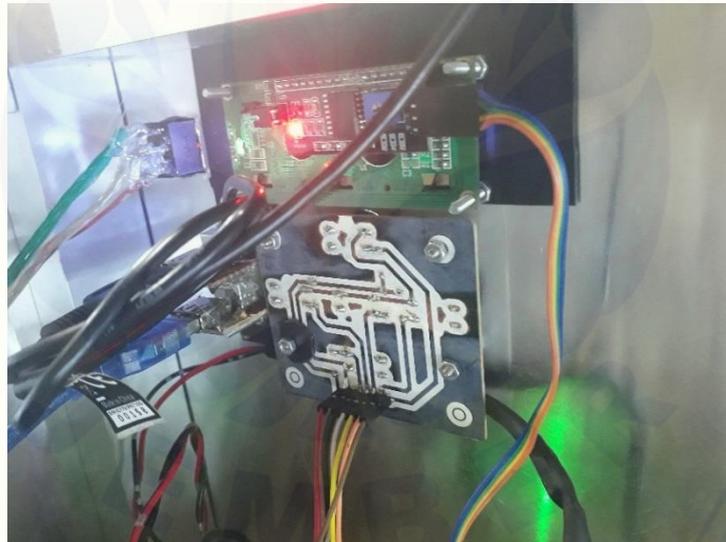
Rohman, F. (2017). Rancang Bangun Alat Pengering Tembakau Otomatis Dengan Metode Pengolahan Citra Digital Menggunakan Kontrol *Hybrid Fuzzy-PID*. Skripsi

**LAMPIRAN**

**A. Gambar *Hardware***



Gambar Kontroller



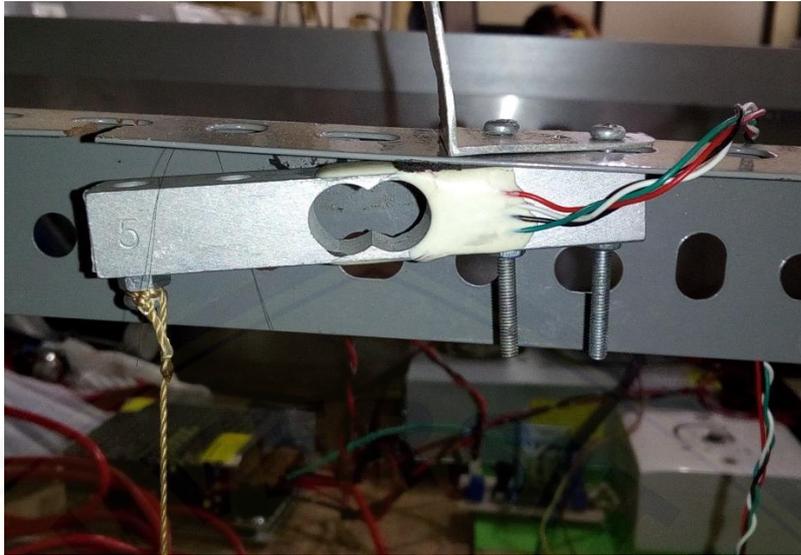
Gambar Rangkain LCD dan Tombol



Gambar Bagian Dalam Oven



Gambar Pemasangan Sensor LM35



Gambar Pemasangan Sensor *Load Cell*



Gambar Ventilasi *Blower*



Gambar Ventilasi *Exhaust*



Gambar Keseluruhan Alat Pengering

**B. Gambar Hasil Pengujian**



Gambar Daun Sirsak Pada Rak Sebelum Dikeringkan

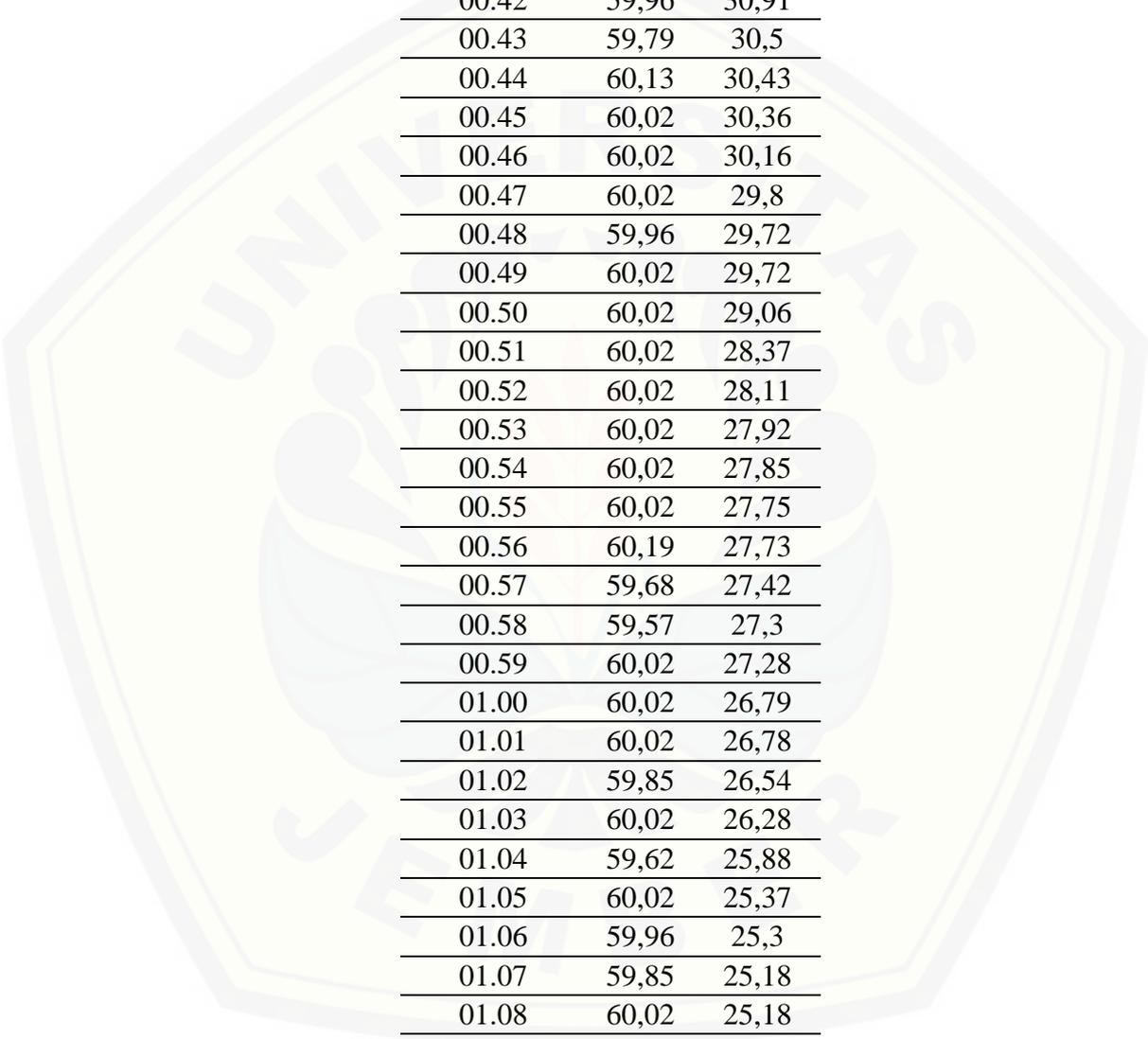


Gambar Daun Sirsak Pada Rak Setelah Dikeringkan

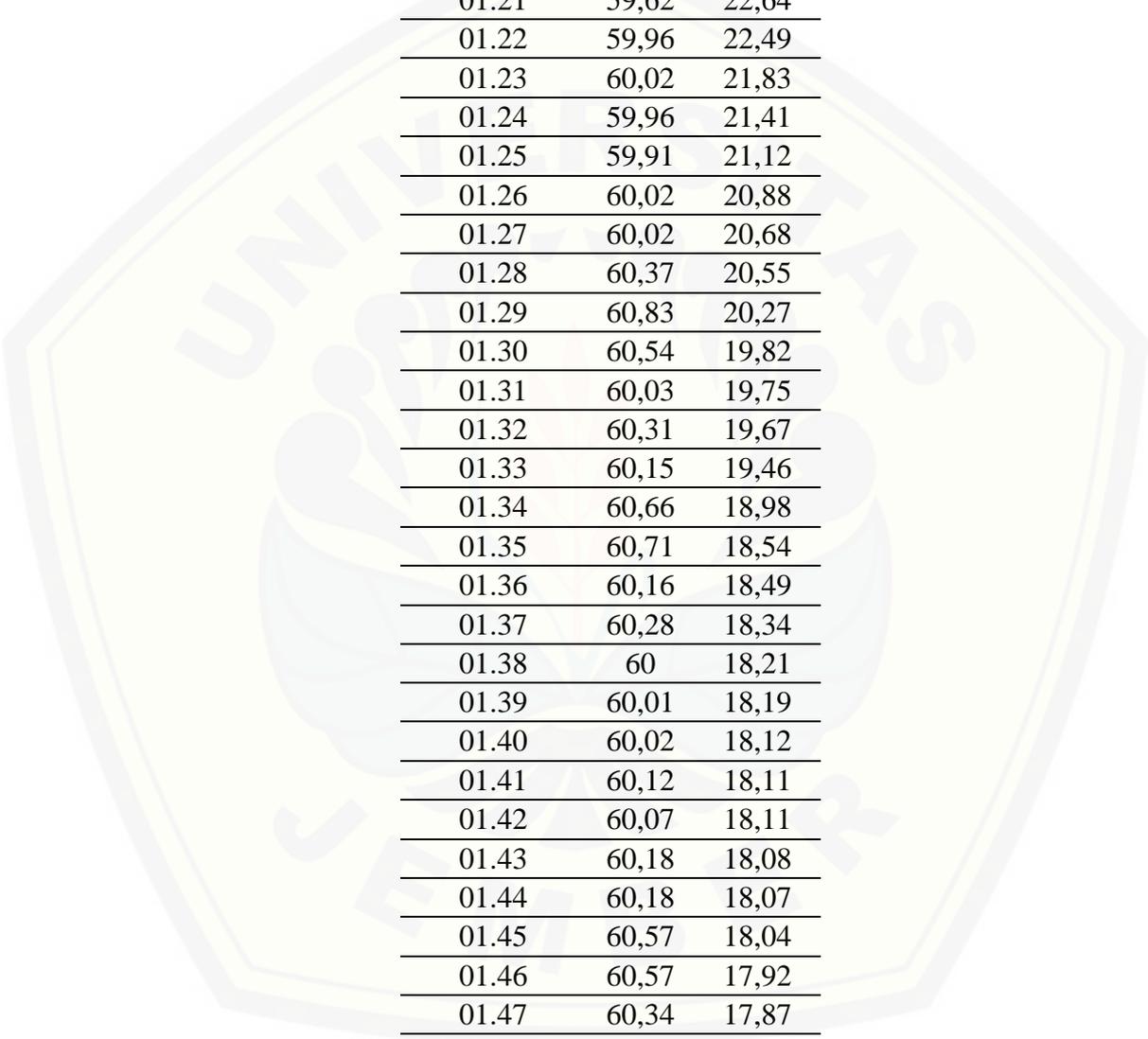
**C. Tabel Hasil Pengujian**

Tabel Percobaan 50 Gram

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.00	29,18	52,53
00.01	29,69	51,98
00.02	31,21	51,92
00.03	33,47	51,53
00.04	36,3	51,44
00.05	39,12	51,3
00.06	41,94	50,86
00.07	44,77	50,21
00.08	47,03	50,01
00.09	49,57	49,66
00.10	51,66	49,17
00.11	53,75	48,83
00.12	55,5	48,81
00.13	57,19	48,8
00.14	58,89	48,38
00.15	59,4	47,47
00.16	59,85	47,01
00.17	59,4	45,88
00.18	60,02	45,8
00.19	60,02	44,36
00.20	59,62	44,32
00.21	59,96	42,58
00.22	60,02	42,38
00.23	60,02	42,12
00.24	59,45	40,49
00.25	60,02	39,62
00.26	59,57	39,57
00.27	60,02	38,15
00.28	59,62	37,81
00.29	60,02	36,83
00.30	59,74	36,77
00.31	59,96	35,77
00.32	59,57	35,69
00.33	60,02	34,53
00.34	59,91	33,93
00.35	59,91	33,59
00.36	60,02	33,34



Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.37	60,02	32,96
00.38	60,02	32,34
00.39	60,02	32,33
00.40	59,85	31,9
00.41	59,91	31,14
00.42	59,96	30,91
00.43	59,79	30,5
00.44	60,13	30,43
00.45	60,02	30,36
00.46	60,02	30,16
00.47	60,02	29,8
00.48	59,96	29,72
00.49	60,02	29,72
00.50	60,02	29,06
00.51	60,02	28,37
00.52	60,02	28,11
00.53	60,02	27,92
00.54	60,02	27,85
00.55	60,02	27,75
00.56	60,19	27,73
00.57	59,68	27,42
00.58	59,57	27,3
00.59	60,02	27,28
01.00	60,02	26,79
01.01	60,02	26,78
01.02	59,85	26,54
01.03	60,02	26,28
01.04	59,62	25,88
01.05	60,02	25,37
01.06	59,96	25,3
01.07	59,85	25,18
01.08	60,02	25,18
01.09	60,02	25,16
01.10	59,62	25,09
01.11	60,02	24,97
01.12	60,02	24,78
01.13	59,45	24,71
01.14	60,02	24,62
01.15	60,02	23,9

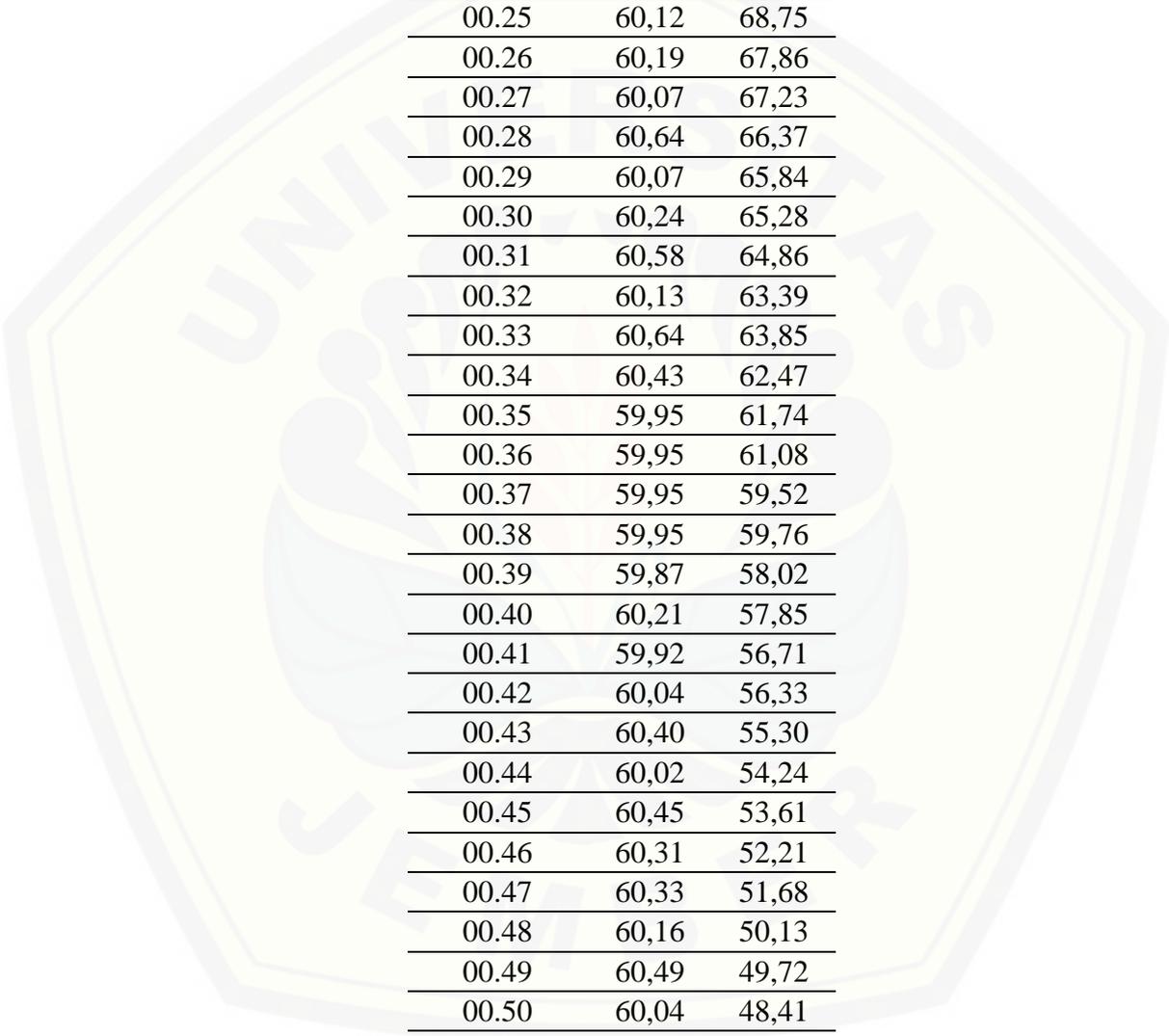


Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
01.16	60,02	23,77
01.17	60,02	23,68
01.18	59,68	23,42
01.19	59,74	23,1
01.20	59,96	22,8
01.21	59,62	22,64
01.22	59,96	22,49
01.23	60,02	21,83
01.24	59,96	21,41
01.25	59,91	21,12
01.26	60,02	20,88
01.27	60,02	20,68
01.28	60,37	20,55
01.29	60,83	20,27
01.30	60,54	19,82
01.31	60,03	19,75
01.32	60,31	19,67
01.33	60,15	19,46
01.34	60,66	18,98
01.35	60,71	18,54
01.36	60,16	18,49
01.37	60,28	18,34
01.38	60	18,21
01.39	60,01	18,19
01.40	60,02	18,12
01.41	60,12	18,11
01.42	60,07	18,11
01.43	60,18	18,08
01.44	60,18	18,07
01.45	60,57	18,04
01.46	60,57	17,92
01.47	60,34	17,87
01.48	60,03	17,82
01.49	60,07	17,8
01.50	59,91	17,78
01.51	60,02	17,75
01.52	60,02	17,7
01.53	59,96	17,61
01.54	60,02	17,6

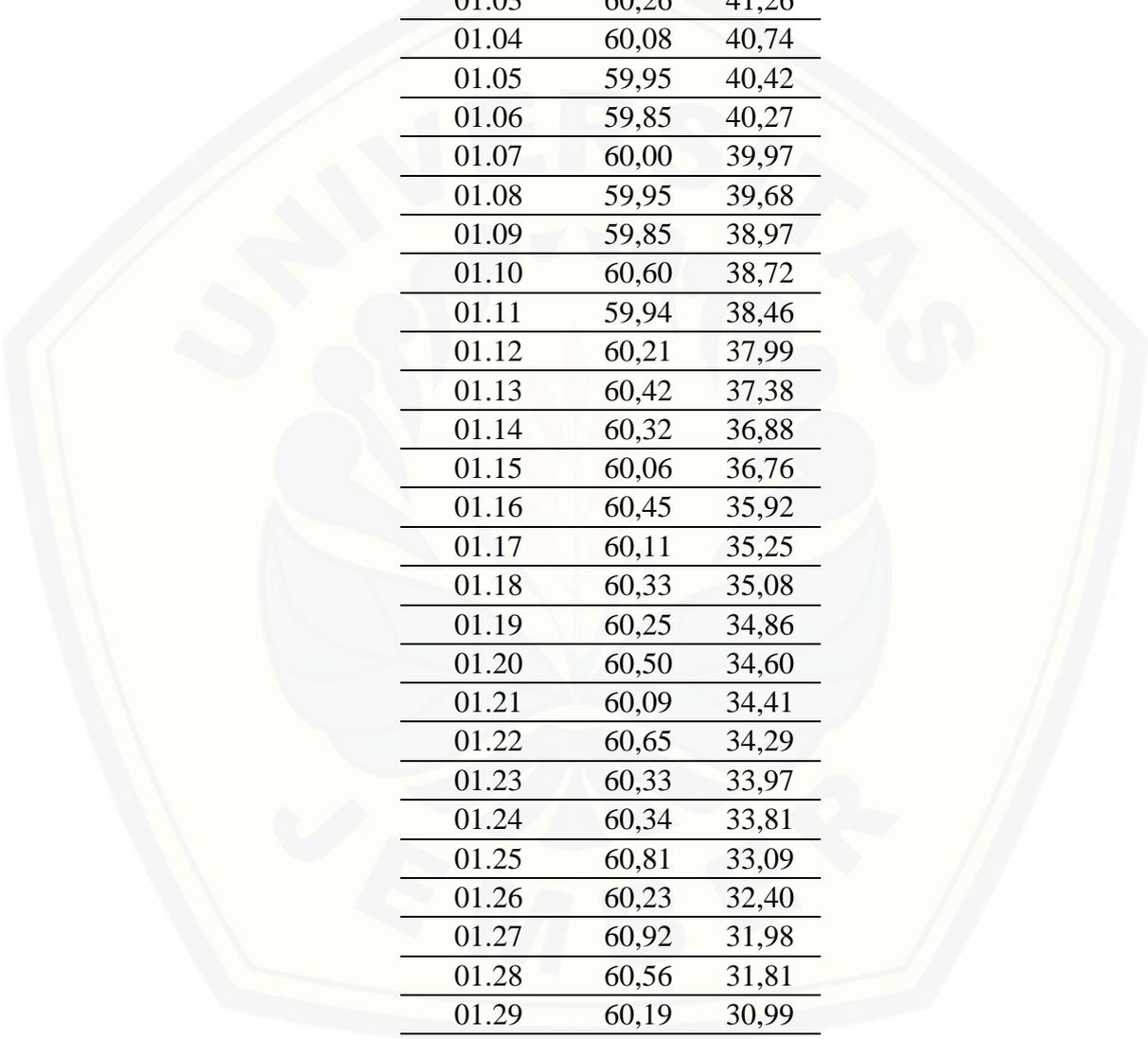
Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
01.55	60,22	17,46
01.56	59,82	17,28
01.57	60,22	16,97
01.58	60,44	16,86
01.59	60,16	16,64
02.00	60,22	16,55
02.01	60,22	16,42
02.02	60,16	16,38
02.03	59,71	16,15
02.04	60,22	15,89
02.05	60,22	15,76
02.06	60,22	15,72
02.07	60,22	15,67
02.08	60,27	15,62
02.09	60,05	15,58
02.10	60,22	15,55

Tabel Percobaan 75 Gram

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.00	27,53	75,93
00.01	28,83	75,81
00.02	30,86	75,67
00.03	32,84	75,20
00.04	34,87	75,14
00.05	37,13	74,97
00.06	39,33	74,76
00.07	41,42	74,44
00.08	43,34	74,38
00.09	45,04	73,83
00.10	46,85	73,57
00.11	47,92	73,34
00.12	50,35	73,18
00.13	51,25	72,84
00.14	53,51	72,63
00.15	54,81	72,42
00.16	55,66	72,16
00.17	56,28	71,98
00.18	56,79	71,58



Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.19	57,18	71,27
00.20	59,84	70,72
00.21	60,01	70,43
00.22	60,18	70,05
00.23	59,78	69,45
00.24	60,18	69,04
00.25	60,12	68,75
00.26	60,19	67,86
00.27	60,07	67,23
00.28	60,64	66,37
00.29	60,07	65,84
00.30	60,24	65,28
00.31	60,58	64,86
00.32	60,13	63,39
00.33	60,64	63,85
00.34	60,43	62,47
00.35	59,95	61,74
00.36	59,95	61,08
00.37	59,95	59,52
00.38	59,95	59,76
00.39	59,87	58,02
00.40	60,21	57,85
00.41	59,92	56,71
00.42	60,04	56,33
00.43	60,40	55,30
00.44	60,02	54,24
00.45	60,45	53,61
00.46	60,31	52,21
00.47	60,33	51,68
00.48	60,16	50,13
00.49	60,49	49,72
00.50	60,04	48,41
00.51	60,37	47,87
00.52	60,21	47,08
00.53	60,34	46,69
00.54	60,32	45,73
00.55	60,85	44,84
00.56	60,19	44,35
00.57	60,53	43,86



Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.58	60,71	43,32
00.59	60,25	42,56
01.00	60,79	42,17
01.01	60,73	41,87
01.02	60,20	41,48
01.03	60,26	41,26
01.04	60,08	40,74
01.05	59,95	40,42
01.06	59,85	40,27
01.07	60,00	39,97
01.08	59,95	39,68
01.09	59,85	38,97
01.10	60,60	38,72
01.11	59,94	38,46
01.12	60,21	37,99
01.13	60,42	37,38
01.14	60,32	36,88
01.15	60,06	36,76
01.16	60,45	35,92
01.17	60,11	35,25
01.18	60,33	35,08
01.19	60,25	34,86
01.20	60,50	34,60
01.21	60,09	34,41
01.22	60,65	34,29
01.23	60,33	33,97
01.24	60,34	33,81
01.25	60,81	33,09
01.26	60,23	32,40
01.27	60,92	31,98
01.28	60,56	31,81
01.29	60,19	30,99
01.30	60,19	29,8
01.31	60,07	29,72
01.32	60,12	29,72
01.33	59,80	29,06
01.34	59,95	28,37
01.35	60,11	28,11
01.36	59,97	27,92

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
01.37	60,44	27,05
01.38	60,11	26,79
01.39	60,41	26,78
01.40	60,46	26,57
01.41	60,51	26,54
01.42	60,09	26,28
01.43	60,48	25,88
01.44	59,88	25,37
01.45	60,48	25,3
01.46	60,13	25,18
01.47	60,38	25,18
01.48	60,23	24,97
01.49	60,75	24,78
01.50	60,29	24,71
01.51	60,28	24,62
01.52	60,78	24,46
01.53	60,29	24,14
01.54	60,78	23,9
01.55	60,68	23,83
01.56	60,17	23,77
01.57	60,16	23,68
01.58	60,19	23,42
01.59	60,06	23,21
02.00	60,41	23,1
02.01	60,46	22,8
02.02	60,51	22,76
02.03	60,09	22,64
02.04	60,48	22,53
02.05	59,88	22,49
02.06	60,36	22,41
02.07	60,17	21,98
02.08	60,16	21,83
02.09	60,19	21,64
02.10	60,06	21,41
02.11	60,41	21,12
02.12	60,46	20,88
02.13	60,51	20,74
02.14	60,19	20,72
02.15	60,23	20,68

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
02.16	60,92	20,59
02.17	60,56	20,55

Tabel Percobaan 100 Gram

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.00	26,96	101,48
00.01	27,53	101,43
00.02	28,83	101,19
00.03	30,86	100,92
00.04	32,84	100,44
00.05	34,87	99,71
00.06	37,13	99,24
00.07	39,33	98,83
00.08	41,42	98,46
00.09	43,34	98,12
00.10	45,04	97,92
00.11	46,85	97,43
00.12	47,92	96,95
00.13	49,16	96,57
00.14	50,35	96,27
00.15	51,25	95,68
00.16	52,1	95,12
00.17	53,51	94,98
00.18	54,19	94,5
00.19	54,81	93,81
00.20	55,66	92,64
00.21	56,28	92,52
00.22	58,79	91,47
00.23	59,33	90,64
00.24	59,84	89,87
00.25	60,18	88,43
00.26	59,78	87,98
00.27	60,18	87,38
00.28	60,12	86,68
00.29	60,12	84,37
00.30	60,01	83,75
00.31	59,78	83,71
00.32	59,78	83,24

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.33	59,78	81,66
00.34	59,95	81,55
00.35	59,84	81,31
00.36	59,84	79,83
00.37	60,29	79,23
00.38	59,78	78,60
00.39	60,18	78,02
00.40	60,18	77,46
00.41	60,18	76,84
00.42	60,01	75,93
00.43	60,18	75,20
00.44	59,78	74,76
00.45	60,18	72,84
00.46	60,12	71,58
00.47	60,19	70,05
00.48	60,07	68,75
00.49	60,64	67,23
00.50	60,07	65,28
00.51	60,24	64,86
00.52	60,58	63,39
00.53	60,13	61,45
00.54	60,64	61,08
00.55	60,43	59,52
00.56	59,95	58,02
00.57	59,95	57,85
00.58	59,95	56,71
00.59	59,95	56,33
01.00	59,87	55,30
01.01	60,21	54,24
01.02	59,92	53,61
01.03	60,04	52,21
01.04	60,40	51,68
01.05	60,02	50,13
01.06	60,45	49,72
01.07	60,31	48,41
01.08	60,33	47,87
01.09	60,16	47,08
01.10	60,49	46,69
01.11	60,04	45,73

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
01.12	60,37	44,84
01.13	60,21	44,35
01.14	60,34	43,86
01.15	60,32	43,32
01.16	60,85	42,56
01.17	60,19	42,17
01.18	60,53	41,87
01.19	60,71	41,48
01.20	60,25	41,26
01.21	60,79	40,74
01.22	60,73	40,42
01.23	60,20	40,27
01.24	60,26	39,97
01.25	60,08	39,68
01.26	59,95	39,42
01.27	59,85	39,17
01.28	60,00	38,97
01.29	59,95	38,72
01.30	59,85	38,46
01.31	60,60	38,38
01.32	59,94	38,21
01.33	60,21	37,99
01.34	60,42	37,83
01.35	60,32	37,68
01.36	60,06	37,58
01.37	60,45	37,46
01.38	60,11	37,12
01.39	60,33	36,88
01.40	60,25	36,76
01.41	60,50	36,43
01.42	60,09	36,34
01.43	60,65	36,27
01.44	60,33	35,87
01.45	60,34	35,32
01.46	60,81	35,25
01.47	60,23	35,08
01.48	60,92	34,86
01.49	60,56	34,60
01.50	60,19	34,41

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
01.51	60,19	34,29
01.52	60,07	33,97
01.53	60,12	33,81
01.54	59,80	33,42
01.55	59,95	33,26
01.56	60,11	32,86
01.57	59,97	32,64
01.58	60,44	32,40
01.59	60,11	32,08
02.00	60,41	31,98
02.01	60,46	31,81
02.02	60,51	31,69
02.03	60,09	31,43
02.04	60,48	31,08
02.05	59,88	30,93
02.06	60,48	30,77
02.07	60,13	30,47
02.08	60,38	30,35
02.09	60,23	30,15
02.10	60,75	29,97
02.11	60,29	29,84
02.12	60,28	29,62
02.13	60,78	29,53
02.14	60,29	29,38
02.15	60,78	28,96
02.16	60,68	28,84
02.17	60,17	28,72
02.18	60,16	28,66
02.19	60,19	28,49
02.20	60,06	28,27
02.21	60,41	28,12
02.22	60,46	27,98
02.23	60,51	27,85
02.24	60,09	27,77
02.25	60,48	27,68
02.26	59,88	27,57
02.27	60,36	27,53

Tabel pengujian 125 Gram

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.00	28,90	127,16
00.01	29,55	126,97
00.02	29,55	126,52
00.03	32,96	126,24
00.04	34,75	125,96
00.05	36,95	125,81
00.06	39,05	125,46
00.07	41,35	124,93
00.08	43,30	124,75
00.09	45,22	124,55
00.10	47,19	124,49
00.11	48,76	124,26
00.12	49,93	123,89
00.13	51,15	123,49
00.14	52,37	123,38
00.15	53,29	123,14
00.16	54,02	122,93
00.17	55,40	122,37
00.18	56,08	121,64
00.19	56,88	121,12
00.20	57,71	120,43
00.21	58,26	119,71
00.22	58,68	119,38
00.23	59,23	118,45
00.24	59,71	117,79
00.25	59,53	116,54
00.26	59,94	115,67
00.27	60,09	114,72
00.28	60,18	113,88
00.29	60,37	112,81
00.30	59,69	112,45
00.31	60,05	111,84
00.32	60,20	110,86
00.33	59,69	110,79
00.34	59,86	109,97
00.35	60,26	108,88

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.36	59,88	107,51
00.37	60,20	106,65
00.38	60,46	105,53
00.39	59,70	104,67
00.40	60,48	103,46
00.41	60,08	102,02
00.42	59,74	101,68
00.43	60,35	100,79
00.44	59,81	99,65
00.45	59,76	98,42
00.46	60,44	97,32
00.47	59,73	96,95
00.48	60,20	95,38
00.49	60,47	94,66
00.50	59,80	93,42
00.51	59,73	92,37
00.52	60,25	90,91
00.53	60,13	89,95
00.54	60,46	88,76
00.55	59,99	88,34
00.56	60,38	87,90
00.57	60,24	86,50
00.58	59,79	85,74
00.59	60,03	85,28
01.00	60,29	84,56
01.01	59,80	83,79
01.02	59,93	82,93
01.03	60,43	81,85
01.04	59,89	81,32
01.05	60,23	80,27
01.06	60,34	79,43
01.07	59,77	78,76
01.08	60,45	78,34
01.09	60,35	77,52
01.10	59,84	76,88
01.11	60,38	75,94
01.12	59,84	74,66

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
01.13	59,85	74,34
01.14	60,31	73,42
01.15	59,65	72,91
01.16	60,11	72,42
01.17	60,23	71,77
01.18	59,73	70,64
01.19	59,75	69,86
01.20	60,32	68,47
01.21	60,16	67,88
01.22	60,35	66,84
01.23	60,06	65,42
01.24	60,22	64,49
01.25	60,34	64,14
01.26	59,92	63,80
01.27	60,08	62,33
01.28	60,35	61,08
01.29	59,81	60,62
01.30	59,86	59,76
01.31	60,22	58,93
01.32	59,78	57,59
01.33	60,19	56,85
01.34	60,43	55,78
01.35	59,71	54,53
01.36	60,19	53,97
01.37	60,14	53,34
01.38	59,84	52,50
01.39	60,41	51,86
01.40	59,89	51,41
01.41	59,89	50,53
01.42	60,24	50,14
01.43	59,82	49,76
01.44	60,08	49,23
01.45	60,22	48,44
01.46	59,90	47,87
01.47	59,80	47,35
01.48	60,32	46,82
01.49	60,13	46,38

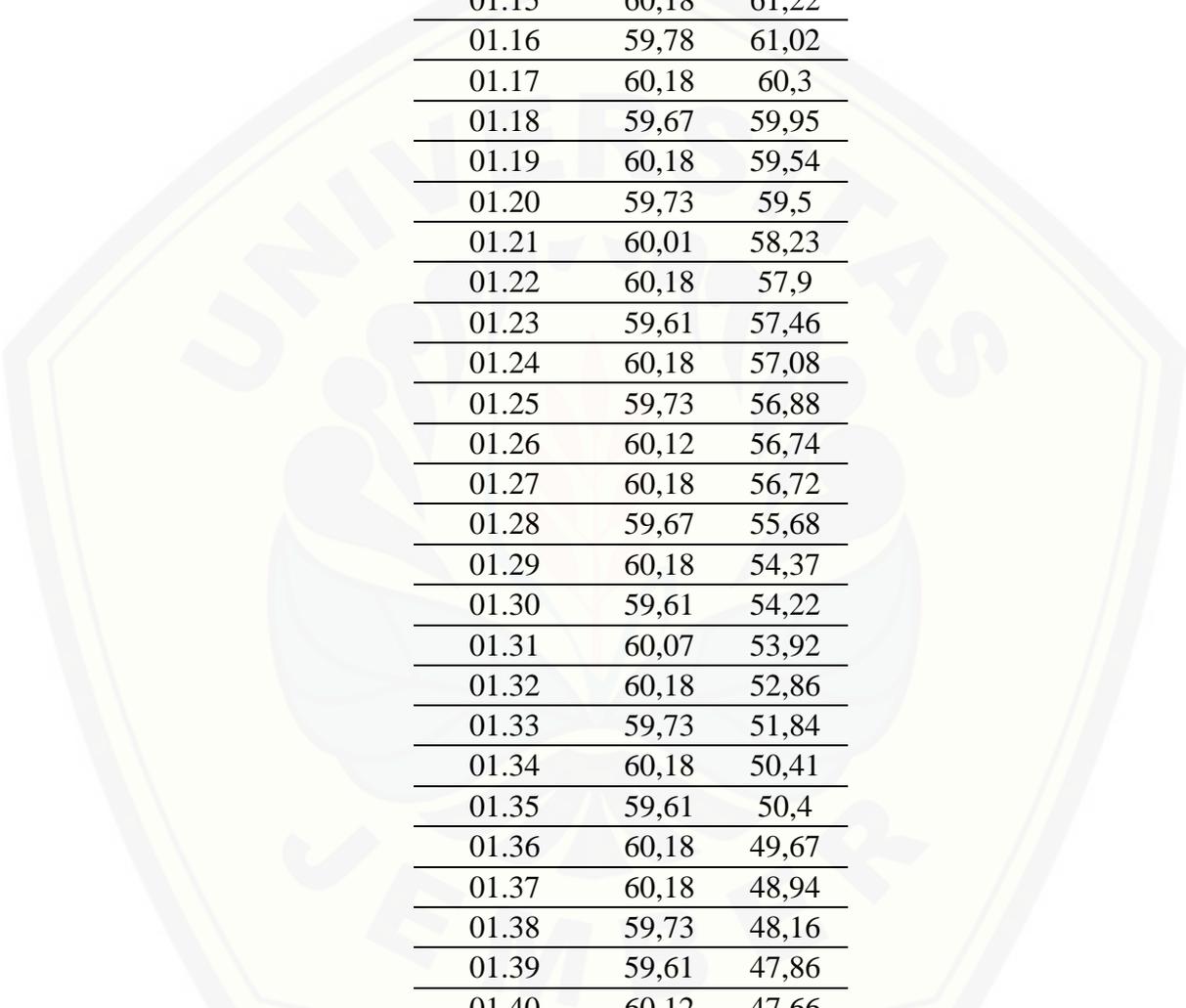
Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
01.50	60,30	45,76
01.51	59,97	44,81
01.52	59,92	44,39
01.53	60,08	43,82
01.54	60,35	43,58
01.55	59,81	43,24
01.56	59,86	42,94
01.57	60,22	42,27
01.58	59,78	41,85
01.59	60,19	41,64
02.00	60,43	41,57
02.01	59,71	40,85
02.02	60,19	40,52
02.03	60,14	40,45
02.04	60,32	40,07
02.05	60,13	39,94
02.06	60,30	39,87
02.07	59,97	39,53
02.08	59,92	39,23
02.09	60,08	38,85
02.10	60,35	38,78
02.11	59,81	38,52
02.12	59,86	38,28
02.13	60,18	37,87
02.14	59,84	37,72
02.15	59,61	37,54
02.16	60,18	37,38
02.17	60,18	36,94
02.18	59,67	36,68
02.19	60,18	36,32
02.20	60,18	36,06
02.21	59,96	35,84
02.22	59,86	35,68
02.23	60,18	35,37
02.24	59,84	35,22
02.25	59,61	35,14
02.26	60,18	34,92

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
02.27	60,18	34,78
02.28	59,67	34,51
02.29	60,18	34,45
02.30	60,18	34,38

Tabel Pengujian 150 Gram

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.00	29,11	152
00.01	29,68	151,98
00.02	30,98	151,56
00.03	33,01	151,22
00.04	34,99	150,84
00.05	37,02	150,66
00.06	39,28	149,91
00.07	41,48	149,24
00.08	43,57	148,73
00.09	45,49	148,37
00.10	47,19	147,85
00.11	49	147,21
00.12	50,07	146,33
00.13	51,31	145,64
00.14	52,5	144,6
00.15	53,4	143,32
00.16	54,25	142,48
00.17	55,66	141,31
00.18	56,34	140,58
00.19	56,96	138,69
00.20	57,81	137,94
00.21	58,43	135,53
00.22	58,94	134,71
00.23	59,33	132,58
00.24	59,84	130,19
00.25	59,73	129,84
00.26	59,78	127,57
00.27	60,12	125,89
00.28	59,61	124,64
00.29	60,18	121,65
00.30	59,61	120,18

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
00.31	59,95	117,29
00.32	59,78	116,48
00.33	60,18	115,44
00.34	59,61	113,18
00.35	60,18	111,45
00.36	59,84	110,56
00.37	59,61	108,66
00.38	60,18	107,32
00.39	59,61	107,08
00.40	60,18	105,42
00.41	59,61	101,94
00.42	59,61	101,57
00.43	60,12	100,61
00.44	59,9	97,67
00.45	59,61	97,16
00.46	60,18	94,33
00.47	59,84	94,13
00.48	59,61	93,83
00.49	60,18	90,61
00.50	60,18	90,22
00.51	59,67	89,87
00.52	59,9	87,67
00.53	60,18	86,47
00.54	59,61	83,74
00.55	59,78	82,69
00.56	60,18	80,09
00.57	59,61	79,3
00.58	60,01	78,3
00.59	60,18	76,66
01.00	59,61	75,68
01.01	60,18	75,52
01.02	60,07	73,19
01.03	59,67	73,1
01.04	60,18	72,15
01.05	59,67	71,34
01.06	59,61	70,04
01.07	60,18	68,92
01.08	59,61	67,58
01.09	59,95	67,28



Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
01.10	60,18	66,22
01.11	59,67	65,2
01.12	59,73	63,76
01.13	60,18	63,03
01.14	60,07	62,23
01.15	60,18	61,22
01.16	59,78	61,02
01.17	60,18	60,3
01.18	59,67	59,95
01.19	60,18	59,54
01.20	59,73	59,5
01.21	60,01	58,23
01.22	60,18	57,9
01.23	59,61	57,46
01.24	60,18	57,08
01.25	59,73	56,88
01.26	60,12	56,74
01.27	60,18	56,72
01.28	59,67	55,68
01.29	60,18	54,37
01.30	59,61	54,22
01.31	60,07	53,92
01.32	60,18	52,86
01.33	59,73	51,84
01.34	60,18	50,41
01.35	59,61	50,4
01.36	60,18	49,67
01.37	60,18	48,94
01.38	59,73	48,16
01.39	59,61	47,86
01.40	60,12	47,66
01.41	60,18	46,94
01.42	59,67	46,23
01.43	60,12	46,18
01.44	60,18	46,02
01.45	59,73	45,97
01.46	60,18	45,75
01.47	60,12	45,48
01.48	59,73	45,21

Waktu (Jam.Menit)	Suhu (°C)	Berat (gr)
01.49	60,01	44,86
01.50	60,18	44,53
01.51	59,61	44,34
01.52	60,18	44,14
01.53	59,73	44,07
01.54	60,12	43,92
01.55	60,18	43,78
01.56	59,67	43,61
01.57	60,18	43,31
01.58	59,61	43,17
01.59	60,07	42,92
02.00	60,18	42,83
02.01	59,73	42,78
02.02	60,18	42,71
02.03	59,61	42,64
02.04	60,18	42,42
02.05	59,61	42,18
02.06	59,95	42,06
02.07	60,18	41,92
02.08	59,67	41,84
02.09	59,73	41,8

**D. Listing Program Arduino Mega 2560**

```
#include <DS3231.h>
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2);
char derajat = 0xDF;
File myFile;
int pinCS = 53;
DS3231 rtc(SDA, SCL);
int target,kode=0;
int kurang=A0;
const int pinLM = A2;
const int index=10;
double jumlah,rata,rataFix,rataLama,suhu;
double total,adc[index];
int I=0;

#include "HX711.h"
HX711 scale(A8, A9);
double
berat,berata,beratB,beratReal,beratAwal,beratKalibrasi,
beratTarget;
double beratTarget1=0;
double setBeratAkhir=0.27;
double rataFixB;
double totalB,adcB[index];
int IB=0;
```

```
const int K2 = 4;//pembuangan . aktif high
const int K1 = 3;//pemasuk      . aktif high
const int pinHeater = 43;
float
kp=6,ki=0.4,kd=22.5,error,lastError,tc=0.01,pwm,setPoin
t=60,outPID;

const int
tblAtas=25,tblBawah=27,tblKiri=31,tblKanan=29,tblOk=35;
int      kodeTbl = 5,kodeStart=0;
long     waktu;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  lcd.init();
  lcd.init();
  lcd.backlight();

  Serial.print("Initializing SD card...");
  if (!SD.begin(pinCS)) {
    Serial.println("Card failed, or not present");
    return;
  }
  Serial.println("card initialized.");
  rtc.begin();

  scale.set_scale(2280.f);
  scale.tare();
  berat = abs(scale.get_units(1));
  beratReal = 7.0444*berat+21.718;
```

```
beratKalibrasi = beratReal;

pinMode(tblKanan, INPUT);
pinMode(tblKiri, INPUT);
pinMode(tblAtas, INPUT);
pinMode(tblBawah, INPUT);
pinMode(tblOk, INPUT);
pinMode(kurang, INPUT);

pinMode(K1, OUTPUT);pinMode(K2, OUTPUT);pinMode(pinHeater
, OUTPUT);
    waktu=millis();
}

void loop() {

    bacaBerat2();
    bacaSuhu2();
    if(kodeStart==1){
        if(beratReal <= beratTarget) start();

        kontrolBerat();
        Time t = rtc.getTime();
        int detik = t.sec;

        if(detik%00==0)
        {
            if(kode==0){
                Serial.print("[ SIMPAN ] ");
                Serial.print(rtc.getDateStr());
```

```
        Serial.print("-
");Serial.print(rtc.getTimeStr());
        Serial.print("
");Serial.print(suhu);
        Serial.print("
");Serial.println(beratReal);
        kode=1;
        simpanSD();
    }
}
else{
    kode=0;
}
}

scanTombol();
if(millis()>waktu+200){
    tampilLCD();
    waktu=millis();
}

}

void scanTombol(){
    if      (digitalRead(tblAtas)==HIGH)   kodeTbl = 0;
    else if (digitalRead(tblBawah)==HIGH) kodeTbl = 1;
    else if (digitalRead(tblKiri)==HIGH)   kodeTbl = 2;
    else if (digitalRead(tblKanan)==HIGH)  kodeTbl = 3;
    else if (digitalRead(tblOk)==HIGH)     kodeTbl = 4;
}

void tampilLCD(){
    switch(kodeTbl){
```

```
    case 0: tampilSuhu(); break;
    case 1: tampilJam(); break;
    case 2: tampilBerat();break;
    case 3: setBerat(); break;
    case 4: start();break;
    default:tampilAwal();matikan();break;
}
}
void start(){
    if(kodeStart == 0) {
        kodeTbl = 0;
        kodeStart = 1;
        lcd.noBacklight();delay(500);
        lcd.backlight();delay(500);
        lcd.noBacklight();delay(500);
        lcd.backlight();delay(500);
    }
    else{
        matikan();
        kodeTbl = 5;
        kodeStart = 0;
        lcd.noBacklight();
        delay(2000);
        lcd.backlight();
    }
}
void tampilAwal(){
    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("MESIN PENERING");
    lcd.setCursor(0,0); lcd.print(" T. ELEKTRO ");
}
void tampilBerat(){
```

```
lcd.setCursor(0,0); lcd.print("[ W ][ W1 ][ Wt]");
lcd.setCursor(0,1); lcd.print("          ");
lcd.setCursor(0,1); lcd.print(beratReal,0);
lcd.setCursor(6,1); lcd.print(beratAwal,0);
lcd.setCursor(12,1); lcd.print(beratTarget1,0);

}

void tampilJam(){
    lcd.setCursor(0,0); lcd.print("TGL : ");
    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("JAM : ");
    lcd.setCursor(6,0); lcd.print(rtc.getDateStr());
    lcd.setCursor(8,1); lcd.print(rtc.getTimeStr());
}

void tampilSuhu(){
    lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Setpoint:      C");
    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Suhu      :      C");
    lcd.setCursor(14,0); lcd.write(derajat);
    lcd.setCursor(14,1); lcd.print(derajat);
    lcd.setCursor(10,0); lcd.print(setPoint,1);
    lcd.setCursor(10,1); lcd.print(suhu,1);
}

void setBerat(){
    beratAwal = beratReal;
    beratTarget=beratAwal*setBeratAkhir;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("BERAT  TERSIMPAN");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("          gr          ");
    lcd.setCursor(5,1);lcd.print(beratAwal,0);
    lcd.noBacklight();delay(500);
    lcd.backlight();delay(500);
    lcd.noBacklight();delay(500);
```

```
lcd.backlight();delay(500);
kodeTbl = 2;
}
void bacaBerat(){
    beratA = abs(scale.get_units(1));
    beratReal = 5.5983*berat-0.5363;
    scale.power_down();
    delay(1);
    scale.power_up();
}
void bacaBerat2(){
    totalB -= adcB[IB];
    adcB[IB] = abs(scale.get_units(1));
    totalB += adcB[IB];
    rataFixB = totalB/index;

    IB++;
    if(IB==index)IB=0;
    int val=analogRead(kurang);
    val=map(val,0,1023,0,30);
    beratReal = abs(5.5983*rataFixB-0.5363)-val;
    beratTarget1=0.27*beratAwal;
    scale.power_down();
    delay(1);
    scale.power_up();

}
void bacaSuhu(){
    float adcSementara = 0;
    float adcLama;
    jumlah = 0;
```

```
for(int i = 0; i<index;i++){
    adcSementara = analogRead(pinLM);
    jumlah += adcSementara;
    delay(1);
}
rata = jumlah/index;
if(rata >= rataLama - 2 && rata <= rataLama + 2){
    rataFix = rata;
}
rataLama = rata;

suhu = 0.5648*rataFix-2.5146;
}
void bacaSuhu2(){
    total -= adc[I];
    adc[I] = analogRead(pinLM);
    total += adc[I];
    rataFix = total/index;

    I++;
    if(I==index)I=0;

    suhu = 0.5648*rataFix-2.5146;
}
void kontrolPID(){
    error = setPoint - suhu;
    outPID = outPID + (error*kp) +
(error+lastError)*ki*tc + ((error-lastError)*kd)/tc;
    if (outPID > 255) outPID = 255;
    else if (outPID < -255) outPID = -255;
```

```
if(outPID>=0){
    digitalWrite(pinHeater,HIGH);
    analogWrite (K1,outPID);
    digitalWrite(K2,LOW);
}
else{
    digitalWrite(pinHeater,HIGH);
    digitalWrite(K1,LOW);
    digitalWrite(K2,HIGH);
}
}
void matikan(){
    digitalWrite(K2,HIGH);digitalWrite(K1,LOW);digitalWrite
(pinHeater,LOW);
}
void simpanSD(){
    String dataSimpan = String(rtc.getDateStr())+" --
"+String(rtc.getTimeStr())+"\t"+String(suhu)+"\t"+Strin
g(beratReal);

    myFile = SD.open("test.txt", FILE_WRITE);
    if (myFile) {
        myFile.println(dataSimpan);
        myFile.close();
    }
    else {
        Serial.println("ERROR opening test.txt");
    }
}
}
```

```
void kontrolBerat() {  
    if(beratTarget1>=beratReal) {  
        matikan();  
    }  
    else{  
        kontrolPID();  
    }  
}
```

