

PROYEK AKHIR - VI231733

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA PROSES PENGERINGAN (*DEHYDRATOR*) KENTANG TIPE *ROTARY CYLINDER*

FURQAN RAHMADHANA
NRP. 2042211122

Dosen Pembimbing 1
Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

Dosen Pembimbing 2
Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si., M.Sc.RWTH
NPP. 1992202011061

Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2025

Halaman ini sengaja dikosongkan



PROYEK AKHIR - VI231733

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA PROSES PENGERINGAN KENTANG (*DEHYDRATOR*) TIPE *ROTARY CYLINDER*

FURQAN RAHMADHANA
NRP. 2042211122

Dosen Pembimbing 1
Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

Dosen Pembimbing 2
Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si., M.Sc.RWTH
NPP. 1992202011061

Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2025

Halaman ini sengaja di kosongkan



FINAL PROJECT - VI231733

***DESIGN OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN
POTATO DRYING PROCESS (DEHYDRATOR) ROTARY
CYLINDER TYPE***

FURQAN RAHMADHANA
NRP. 2042211122

Advisor 1

Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

Advisor 2

Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si., M.Sc.RWTH
NPP. 1992202011061

Applied Bachelor Program Instrumentation Engineering Technology
Department of Instrumentation Engineering
Faculty of Vocation
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2025

Halaman ini sengaja di kosongkan

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA PROSES
PENGERINGAN KENTANG (*DEHYDRATOR*) TIPE *ROTARY CYLINDER***

Oleh:



Furqan Rahmadhana
NRP. 2042211122

Surabaya, 01 juli 2025

Menyetujui,
Pembimbing 1



Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

Menyetujui,
Pembimbing 2



Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si.,
M.Sc.RWTH
NPP. 1992202011061

Mengetahui,
Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi FV-ITS



Ir. Herry Sulvan Hadl, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 1988201711056

Halaman ini sengaja dikosongkan

APPROVAL SHEET FINAL PROJECT

DESIGN OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN POTATO DRYING PROCESS (DEHYDRATOR) ROTARY CYLINDER TYPE

By:



Furqan Rahmadhana
NRP. 2042211122

Surabaya, 01 *july* 2025

Approved,
Advisor 1



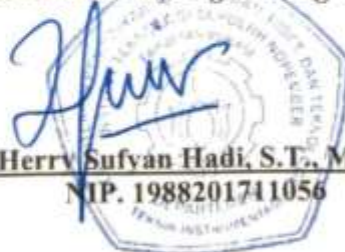
Ir. Putri Yeni Aisviah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

Approved,
Advisor 2



Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si.,
M.Sc.RWTH
NPP. 1992202011061

Knowned,
Head of Departement
Instrumentation Engineering FV-ITS



Ir. Herry Sufyan Hadi, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 1988201741056

Halaman ini sengaja dikosongkan

APPROVAL SHEET FINAL PROJECT

DESIGN OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN POTATO DRYING PROCESS (DEHYDRATOR) ROTARY CYLINDER TYPE

By:



Furqan Rahmadhana
NRP. 2042211122

Surabaya, 01 July 2025

Approved,
Advisor 1



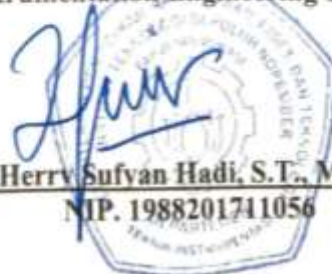
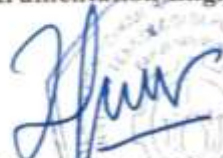
Ir. Putri Yeni Aisviah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

Approved,
Advisor 2



Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si.,
M.Sc.RWTH
NPP. 1992202011061

Knowned,
Head of Departement
Instrumentation Engineering FV-ITS



Ir. Herry Sufvan Hadi, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 1988201741056

Halaman ini sengaja dikosongkan

APPROVAL SHEET

DESIGN OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN POTATO DRYING PROCESS (DEHYDRATOR) ROTARY CYLINDER TYPE

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements

for obtaining a degree applied bachelor at

Applies Bachelor Study Program in Instrumentation Engineering Technology

Department Instrumentation Engineering

Faculty of Vocation

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By: Furqan Rahmadhana
NRP. 2042211122

Approved by Final Project Examiner Team:

- | | | | |
|----|--|--|------------|
| 1. | Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T. |  | Advisor |
| 2. | Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si., M.Sc.RWTH |  | Co-advisor |
| 3. | Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T. |  | Examiner 1 |
| 4. | Ahmad Radhy, S.Si., M.Si. |  | Examiner 2 |

SURABAYA
August, 2025

Halaman ini sengaja di kosongkan

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa / NRP : Furqan Rahmadhana / 2042211122
Departemen : Teknik Instrumentasi
Dosen Pembimbing / NPP : Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T / 1993202012024
: Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si., M.Sc.RWTH /
1992202011061

Dengan ini menyatakan bahwa proyek akhir dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur Pada Proses Pengeringan Kentang (*Dehydrator*) Tipe Rotary Cylinder”** adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 1 Agustus 2025

Mahasiswa,



Furqan Rahmadhana
NRP. 2042211122

Mengetahui,

Dosen Pembimbing 1,



Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

Dosen Pembimbing 2,



Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si.,
M.Sc.RWTH
NPP. 1992202011061

Halaman ini sengaja di kosongkan

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Furqan Rahmadhana / 2042211122
Department : Instrumentation Engineering
Advisor / NPP : Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T / 1993202012024
I Putu Eka Widya Pratama, S.Si., M.Sc.RWTH / 1992202011

hereby declare that the Final Project with the title of "**Design Of Temperature Control System In Potato Drying Process (Dehydrator) Rotary Cylinder Type**" is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.
If in the future there is a discrepancy with this statement, then i am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 1 July 2025

Student,



Furqan Rahmadhana
NRP. 2042211122

Acknowledged

Advisor,



Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

Co-advisor,



Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si.
M.Sc. RWTH
NPP. 1992202011061

Halaman ini sengaja di kosongkan

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA PROSES PENGERINGAN KENTANG (*DEHYDRATOR*) TIPE *ROTARY CYLINDER*

Nama Mahasiswa / NRP : Furqan Rahmadhana / 2042211122
Departemen : Teknik Instrumentasi FV – ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T
I Putu Eka Widya Pratama, S.Si., M.Sc.RWTH

Abstrak

Pengeringan kentang secara konvensional sering menghadapi tantangan pada efisiensi waktu dan mutu hasil akhir, khususnya dalam menjaga kestabilan temperatur serta kualitas visual produk seperti warna dan tekstur. Untuk menjawab permasalahan tersebut, dilakukan rancang bangun sistem pengendalian temperatur otomatis pada proses pengeringan kentang menggunakan *dehydrator* tipe *rotary cylinder*. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560, dilengkapi sensor temperatur RTD PT100 sebagai *element sensing*, serta antarmuka *Human Machine Interface* (HMI) *Nextion* untuk *monitoring* secara *real-time*. Validasi sensor menunjukkan performa tinggi dengan akurasi rata-rata sebesar 99,34% dan kesalahan pembacaan 0,66°C. Uji performa dilakukan pada tiga variasi *set point* temperatur yaitu 50°C, 60°C, dan 70°C. Hasil pengujian menunjukkan *set point* 50°C menunjukkan yang tercepat mencapai *set point* dengan laju perubahan temperatur yaitu sebesar 5,82 °C/menit, dan temperatur 70°C memiliki nilai *delay time* relatif rendah ($td/\Delta T = 2,98$) dan *setling time* ($ts/\Delta T = 27,28$) yang menandakan sistem kontrol bekerja cepat dan responsif. Dari aspek efisiensi, temperatur 70°C melakukan penurunan massa sebesar 81,4% dalam durasi 4 jam dibandingkan 54,6% pada metode konvensional tidak memiliki kontrol temperatur dan bergantung pada cuaca. Selain itu, mutu warna visual produk dianalisis menggunakan model *L,a,b* dan nilai *chroma*. Hasil menunjukkan nilai *chroma* sebesar 33,04 pada temperatur 70°C, yang termasuk dalam kategori sangat baik sekali dan sesuai dengan standar warna visual keripik kentang menurut SNI 4301:2018 dan SNI 01-4301-1996, yaitu warna kuning hingga coklat muda merata. Berdasarkan keseluruhan analisis, temperatur 70°C direkomendasikan sebagai *set point* optimal dalam proses pengeringan kentang berbasis sistem otomatis ini, karena memberikan keseimbangan terbaik antara performa kontrol, kecepatan pemanasan, laju perubahan temperatur terhadap waktu (menit), dan mutu visual produk

Kata kunci: *Rotary Cylinder, RTD PT100, Temperatur*

\Halaman ini sengaja di kosongkan

DESIGN OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN POTATO DRYING PROCESS (DEHYDRATOR) ROTARY CYLINDER TYPE

Student Name / NRP : Furqan Rahmadhana / 2042211122
Department : Instrumentation Engineering FV – ITS
Advisor : Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T
I Putu Eka Widya Pratama, S.Si., M.Sc.RWTH

Abstract

Conventional potato drying often faces challenges in time efficiency and final product quality, especially in maintaining temperature stability and product visual quality such as color and texture. To address these issues, an automatic temperature control system was designed for the potato drying process using a rotary cylinder dehydrator. This system is controlled by an Arduino Mega 2560 microcontroller, equipped with a PT100 RTD temperature sensor as a sensing element, and a Nextion Human Machine Interface (HMI) for real-time monitoring. Sensor validation showed high performance with an average accuracy of 99.34% and a reading error of 0.66°C. Performance tests were conducted at three temperature set point variations, namely 50°C, 60°C, and 70°C. The test results show that the 50°C set point is the fastest to reach the set point with a temperature change rate of 5.82°C/minute, and the temperature of 70°C has a relatively low delay time value ($td/\Delta T = 2.98$) and settling time ($ts/\Delta T = 27.28$) which indicates that the control system works quickly and responsively. From the efficiency aspect, the temperature of 70°C reduces the mass by 81.4% in a duration of 4 hours compared to 54.6% in the conventional method that does not have temperature control and depends on the weather. In addition, the visual color quality of the product was analyzed using the l, a, b model and chroma value. The results show a chroma value of 33.04 at a temperature of 70°C, which is included in the very good category and is in accordance with the visual color standards for potato chips according to SNI 4301:2018 and SNI 01-4301-1996, which is yellow to light brown evenly. Based on the overall analysis, a temperature of 70°C is recommended as the optimal set point in this automatic system-based potato drying process, because it provides the best balance between control performance, heating speed, rate of temperature change over time (minutes), and product visual quality.

Keywords: Rotary Cylinder, RTD PT100, Temperature

Halaman ini sengaja di kosongkan

KATA PENGANTAR

Pertama-tama, saya panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, hikmat, dan kasih-Nya saya dapat mengerjakan Proyek Akhir. Laporan Proyek Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur Pada Proses Pengeringan Kentang (*Dehydrator*) Tipe *Rotary Cylinder*” ini disusun agar menyelesaikan syarat dari Mata Kuliah Proyek Akhir di program studi D4 Teknologi Rekayasa Instrumentasi, Departemen Teknik Instrumentasi FV – ITS.

Saya mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu saya selama mengerjakan proyek akhir ini :

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga laporan ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
2. Kedua Orangtua dan Saudara saya yang senantiasa memberikan dukungan, semangat serta do'a.
3. Bapak Ir. Herry Sufyan Hadi, S.T., M.T., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi ITS.
4. Ibu Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T. dan Bapak Ir. I Putu Eka Widya Pratama, S.Si., M.Sc.RWTH selaku dosen pembimbing proyek akhir yang telah memberikan arahan, masukan dan semangat dalam mengerjakan proyek akhir.
5. Ibu Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T. dan Bapak Ahmad Radhy, S.Si., M.Si selaku dosen penguji proyek akhir yang telah memberikan arahan serta masukan pada proyek akhir.
6. Bapak/Ibu dosen/tendik Departemen Teknik Instrumentasi ITS selaku tim proyek akhir.
7. Serta seluruh teman-teman angkatan 2021 dan segala pihak yang telah membantu tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Saya berharap laporan ini dapat memberikan informasi dan manfaat kepada pembaca. Namun, saya menyadari penyusunan laporan proyek akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu saya menerima kritik dan saran dari pembaca untuk memperbaiki penyusunan laporan berikutnya. Akhir kata, saya memohon maaf atas kesalahan yang terdapat dalam penyusunan laporan ini.

Surabaya, 1 Agustus 2025

Penulis

Halaman ini sengaja di kosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR.....	vii
<i>APPROVAL SHEET FINAL PROJECT</i>	ix
LEMBAR PENGESAHAN.....	xi
<i>APPROVAL TEST</i>	xii
PERNYATAAN ORISINALITAS	xiii
<i>STATEMENT OF ORIGINALITY</i>	xv
Abstrak	xvii
<i>Abstract</i>	xix
KATA PENGANTAR	xxi
DAFTAR ISI.....	xxiii
DAFTAR GAMBAR.....	xxvii
DAFTAR TABEL.....	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Teori Dasar	9
2.2.1 Proses Pengeringan dan Pemotongan Kentang	9
2.2.2 Alat Pemotongan (<i>Chipper</i>)	11
2.2.3 Konveksi.....	11
2.2.4 <i>Dehydrator</i>	12
2.2.4.1 <i>Dehydrator</i> tipe <i>Rotary Cylinder</i>	12
2.2.4.2 Perbandingan dengan <i>Dehydrator</i> Tipe Rak.....	13
2.2.5 Paramater Warna (<i>Chroma</i>) pada Kentang dan Penurunan Berat Kentang ...	13
2.2.6 Elemen Sistem Pengukuran.....	14
2.2.6.1 <i>Sensing Element</i>	14
2.2.6.1.1 Sensor RTD PT100.....	15
2.2.6.2 <i>Signal Conditoning Element</i>	16
2.2.6.2.1 MAX31865	16
	xxiii

2.2.6.3 <i>Signal Processing Element</i>	17
2.2.6.3.1 Arduino Mega 2560	17
2.2.6.4 <i>Data Presentation Element</i>	17
2.2.6.4.1 Nextion HMI	17
2.2.7 Karakteristik Statik Sistem Pengukuran pada Sensor	18
2.2.7.1 <i>Range</i>	18
2.2.7.2 <i>Error</i>	18
2.2.7.3 <i>Span</i>	18
2.2.7.4 <i>Linearitas</i>	18
2.2.7.5 <i>Akurasi</i>	19
2.2.7.6 <i>Hysterisis</i>	19
2.2.8 Sistem Kontrol	20
2.2.9.2.1 <i>ON-OFF Control</i>	22
2.2.9 Sistem Pengendalian Proses	22
2.2.10.1 <i>Controller</i>	22
2.2.10.2 <i>Transmitter</i>	22
2.2.10.3 <i>Actuator</i>	22
2.2.10 Motor AC	23
2.2.11 <i>Heater Plate Element</i>	23
2.2.12 <i>Blower Fan</i>	23
2.2.13 <i>Fotek SSR-25-SDA</i>	24
2.2.14 <i>Power Supply</i>	24
2.2.15 Saklar <i>On Off</i>	25
2.2.16 <i>Pilot Lamp</i>	25
2.2.17 <i>Miniature Circuit Breaker (MCB)</i>	25
BAB 3 METODOLOGI	27
3.1 Metode	27
3.1.1 Sumber Data	28
3.1.2.1 Data Primer	28
3.1.2.2 Data Sekunder	28
3.1.2.3 Lokasi Tugas Akhir	28
3.1.2 Metode Pengumpulan Data	28
3.1.2.4 Studi Literatur	28
3.2 Bahan dan Peralatan	28
3.3 Perancangan Alat	31

3.4 Perancangan <i>Software</i>	32
3.4.1 Sistem Kontrol	33
3.4.2 Sistem <i>Monitoring</i>	34
3.5 Perancangan <i>Hardware</i>	35
3.5.1 Desain Alat	35
3.5.2 <i>Wiring Diagram</i>	37
3.6 Rencana Uji Kerja komponen	37
3.6.1 Rencana pengujian Karakteristik Statik.....	37
3.7 Pengujian Alat	38
3.8 Analisis Kinerja Sistem.....	38
3.9 Penyusunan Laporan Proyek Akhir.....	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Hasil Perancangan Alat	39
4.1.1 Hasil Alat <i>Dehydrator</i> tipe <i>Rotary Cylinder</i>	39
4.1.2 Hasil <i>Heating Element</i>	40
4.1.3 Hasil Perancangan Sistem Kontrol dalam <i>Panel Box</i>	41
4.1.4 Hasil Perancangan Sistem <i>Monitoring</i>	41
4.2 Hasil Pengujian Kinerja Komponen	42
4.2.1 Hasil Validasi Sensor RTD PT100	42
4.3 Pengujian Aktuator dan Hubungan Variasi <i>Set Point</i>	44
4.4 Hasil Pengujian Respon Dinamik (<i>Rotary Cylinder</i> dengan Kentang).....	48
4.5 Hasil Pengujian Respon Dinamik (Tanpa <i>Rotary Cylinder</i> dengan Kentang)....	78
4.7 RPM (<i>Revolutions Per Minute</i>) dan Jumlah Putaran <i>Rotary Cylinder</i>	85
4.8 Efisiensi Massa Kentang dan Kadar air (<i>dehydrator rotary cylinder</i>)	86
4.9 Efisiensi Massa Kentang Metode Konvensional.....	88
4.10 Karakteristik Kentang Berdasarkan <i>Chroma</i> pada <i>Dehydrator Rotary Cylinder</i>	91
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	95
5.1 Kesimpulan.....	95
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN.....	99
Lampiran 1. Data Validasi Sensor RTD PT100 pengujian pertama	99
Lampiran 2. Data Validasi Sensor RTD PT100 Pada Pengujian Kedua.....	101
Lampiran 3. Data Validasi Sensor RTD PT100 Pada Pengujian Ketiga	104
Lampiran 4.Data Aktuator dan Laju Perubahan <i>Set Point</i> 50 C	106

Lampiran 5.Data Aktuator dan Laju Perubahan <i>Set Point</i> 60 C	107
Lampiran 6.Data Aktuator dan Laju Perubahan <i>Set Point</i> 70 C	108
Lampiran 7. Data Pengujian Sistem Temperatur <i>Set Point</i> 50 C	109
Lampiran 8. Data Pengujian Sistem Temperatur <i>Set Point</i> 60 C	110
Lampiran 9. Data Data Pengujian Sistem Temperatur <i>Set Point</i> 70 C	111
Lampiran 10. Hasil Pengujian Kontrol <i>On-Off Set Point</i> 50 C	112
Lampiran 11. Hasil Pengujian Kontrol <i>On-Off Set Point</i> 60 C	130
Lampiran 12. Hasil Pengujian Kontrol <i>On-Off Set Point</i> 70 C	148
Lampiran 13. Hasil Uji Lab (l,a,b, <i>chroma</i>)) Kentang <i>Set Point</i> 50°C	168
Lampiran 14. Hasil Uji Lab (l,a,b, <i>chroma</i>)) Kentang <i>Set Point</i> 60°C	169
Lampiran 15. Hasil Uji Lab (l,a,b, <i>chroma</i>)) Kentang <i>Set Point</i> 70°C	170
Lampiran 16. Hasil Gambar Kentang per <i>Set Point (Dehydrator)</i>	171
Lampiran 17. Hasil Gambar Kentang per <i>Set Point (Konvensional)</i>	175
lampiran 18. Kode Program	178
BIODATA PENULIS	185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kentang.....	9
Gambar 2. 2 Proses Pengeringan Metode Konvensional.....	10
Gambar 2. 3 Proses Pemotongan Metode Konvensional.....	10
Gambar 2. 4 Alat Pemotongan (<i>Chipper</i>).....	11
Gambar 2. 5 <i>Rotary Dry</i> dan Hasil Kerpik.....	12
Gambar 2. 6 <i>Dehydrator</i> Tipe Rak.....	13
Gambar 2. 7 Diagram Blok Pengukuran.....	14
Gambar 2. 8 Sensor RTD PT100.....	15
Gambar 2. 9 MAX31865.....	16
Gambar 2. 10 Arduino Mega 2560.....	17
Gambar 2. 11 <i>Nextion</i> HMI.....	17
Gambar 2. 12 Grafik karakteristik Linear.....	19
Gambar 2. 13 <i>Hysterisis</i> pada keluaran sensor.....	20
Gambar 2. 14 Kontrol <i>Open Loop</i>	20
Gambar 2. 15 Kontrol <i>Close Loop</i>	21
Gambar 2. 16 Grafik <i>On Of Control</i>	22
Gambar 2. 17 Motor AC.....	23
Gambar 2. 18 <i>Air Heater Fan Element</i>	23
Gambar 2. 19 <i>Blower Fan</i>	23
Gambar 2. 20 <i>Solid State Relay (SSR)</i>	24
Gambar 2. 21 <i>Power Supply</i>	24
Gambar 2. 22 Saklar <i>On Off</i>	25
Gambar 2. 23 <i>Pilot Lamp</i>	25
Gambar 2. 24 <i>Miniature Circuit Breaker (MCB)</i>	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	27
Gambar 3. 2 <i>Design</i> Alat.....	31
Gambar 3. 3 Alur Kerja Pengering Tipe <i>Rotary Cylinder</i> temperatur 50°C.....	32
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Pemrograman pada RTD PT100.....	33
Gambar 3. 5 <i>Design Human Machine Interface (HMI)</i>	33
Gambar 3. 6 Diagram Blok Sensor RTD PT100.....	34
Gambar 3. 7 Skema Kontrol Otomatis Temperatur.....	34
Gambar 3. 8 Sistem <i>Monitoring Temperatur</i>	35
Gambar 3. 9 Skema Pengukuran <i>Temperatur</i>	35
Gambar 3. 10 Dimensi Alat.....	35
Gambar 3. 11 Tampilan Integrasi <i>Chipper</i> dan <i>Dehydrator</i> Tipe <i>Rotary Cylinder</i>	36
Gambar 3. 12 <i>Wiring Electrical System</i>	37
Gambar 3. 13 Desain <i>Wiring</i> Pengujian Sensor RTD PT100.....	37
Gambar 4. 1 Hasil Alat <i>Dehydrator</i> tipe <i>Rotary Cylinder</i>	39
Gambar 4. 2 A. <i>Dehydrator</i> tampak samping kanan,.....	39
Gambar 4. 3 Bagian dalam <i>Dehydrator Box (Rotaty Cylinder)</i>	40
Gambar 4. 4 Tampilan dari Penggerak Sistem Pemutaran <i>Rotary Cylinder Dehydrator</i>	40
Gambar 4. 5 A. Lubang Masuk Udara Panas, B. <i>Blower Fan</i> dan <i>Heater Plate element</i>	40
Gambar 4. 6 <i>Wiring</i> di dalam <i>Panel Box</i>	41
Gambar 4. 7 Tampilan <i>Monitoring LCD</i>	41
Gambar 4. 8 Validasi Sensor RTD PT100 Temperatur Air yang dipanaskan.....	42

Gambar 4. 9 Hasil Validasi Sensor Uji Pertama.....	42
Gambar 4. 10 Hasil Validasi Sensor Uji Kedua	43
Gambar 4. 11 Hasil Validasi Sensor Uji Ketiga	43
Gambar 4. 12 Validasi Sensor Temperatur Sensor RTD PT100	44
Gambar 4. 14 Pengujian Aktuator Temperatur.....	45
Gambar 4. 18 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 50°C (1 jam pertama) a)	49
Gambar 4. 19 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 50°C (1 jam kedua).....	51
Gambar 4. 20 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 50°C (1 jam ketiga)	53
Gambar 4. 21 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 50°C (1 jam keempat))	55
Gambar 4. 22 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 60°C (1 jam pertama)	57
Gambar 4. 23 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 60°C (1 jam kedua).....	59
Gambar 4. 24 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 60°C (1 jam ketiga)	61
Gambar 4. 25 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 60°C (1 jam keempat).....	63
Gambar 4. 26 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 70°C (1 jam pertama) r.....	65
Gambar 4. 27 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 70°C (1 jam kedua).....	67
Gambar 4. 28 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 70°C (1 jam ketiga)	69
Gambar 4. 29 Pengujian Sistem Kontrol <i>On-Off</i> Temperatur 70°C (1 jam keempat).....	71
Gambar 4. 30 Perbandingan Respon Dinamik tiap Variasi Waktu <i>Set Point</i> 50°C.....	73
Gambar 4. 31 Perbandingan Respon Dinamik tiap Variasi Waktu <i>Set Point</i> 60°C.....	74
Gambar 4. 32 Perbandingan Respon Dinamik tiap Variasi Waktu <i>Set Point</i> 70.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Bahan dan Peralatan	28
Tabel 3. 2 Volume <i>Dehydrator Box</i> dan <i>Rotary Cylinder</i>	36
Tabel 3. 3 Validasi Sensor RTD PT100	38
Tabel 4. 1 Rentang Batas Aktuator Temperatur Berdasarkan <i>Set Point</i>	44
Tabel 4. 2 Laju Perubahan Temperatur <i>Set Point</i> 50°C.....	46
Tabel 4. 3 Perhitungan laju perubahan Temperatur <i>Set Point</i> 50°C.....	46
Tabel 4. 4 Laju Perubahan Temperatur <i>Set Point</i> 60°C.....	46
Tabel 4. 5 Perhitungan laju perubahan Temperatur <i>Set Point</i> 60°C.....	46
Tabel 4. 6 Laju Perubahan Temperatur <i>Set Point</i> 70°C.....	47
Tabel 4. 7 Perhitungan laju perubahan Temperatur <i>Set Point</i> 70°C.....	47
Tabel 4. 8 Kesimpulan dari semua laju perubahan.....	47
Tabel 4. 9 Tabel Data Pengukuran dan Respon Waktu Sistem	48
Tabel 4. 10 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 50 °C (1 jam pertama)	50
Tabel 4. 11 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 50 °C (1 jam kedua)	52
Tabel 4. 12 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 50 °C (1 jam ketiga)	54
Tabel 4. 13 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 50 °C (1 jam keempat)	56
Tabel 4. 14 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 60 °C (1 jam pertama)	58
Tabel 4. 15 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 60 °C (1 jam kedua)	60
Tabel 4. 16 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 60 °C (1 jam ketiga)	62
Tabel 4. 17 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 60 °C (1 jam keempat)	64
Tabel 4. 18 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 70 °C (1 jam pertama)	66
Tabel 4. 19 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 70 °C (1 jam kedua)	68
Tabel 4. 20 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 70 °C (1 jam ketiga)	70
Tabel 4. 21 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 70 °C (1 jam keempat)	72
Tabel 4. 22 Nilai Rata- Rata Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 50 °C.....	73
Tabel 4. 23 Nilai Rata- Rata Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 60 °C.....	75
Tabel 4. 24 Nilai Rata- Rata Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 70 °C.....	76
Tabel 4. 25 Perubahan Temperatur (Δt) <i>Set Point</i> 50°C.....	76
Tabel 4. 26 Perubahan Temperatur (Δt) <i>Set Point</i> 60°C.....	77
Tabel 4. 27 Perubahan Temperatur (Δt) <i>Set Point</i> 70°C.....	77
Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan Rasio Terhadap Perubahan Temperatur (ΔT).....	77
Tabel 4. 29 Tabel Data Pengukuran dan Respon Waktu Sistem	78
Tabel 4. 30 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 50 °C (1 jam).....	79
Tabel 4. 31 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 60 °C (1 jam).....	81
Tabel 4. 32 Performa Sistem Kontrol Temperatur <i>Set Point</i> 70 °C (1 jam).....	83
Tabel 4. 33 Perubahan Temperatur (Δt) <i>Set Point</i>	84
Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan Rasio Terhadap Perubahan Temperatur (ΔT).....	84
Tabel 4. 35 Tabel Perbandingan Sistem: <i>Rotary</i> vs Tanpa <i>Rotary</i>	84
Tabel 4. 36 Energi Listrik Sistem Pengering (4 Jam).....	85
Tabel 4. 37 Tabel Perhitungan RPM dan Jumlah Putaran <i>Rotary Cylinder</i>	85
Tabel 4. 38 Hasil Pengujian <i>Dehydrator</i> Tipe <i>Rotary Cylinder</i>	86
Tabel 4. 39 Perubahan Massa dan Kadar air Pengeringan 4 Jam pada Temperatur 50°C	87
Tabel 4. 40 Perubahan Massa dan Kadar air Pengeringan 4 Jam pada Temperatur 60°C	87
Tabel 4. 41 Perubahan Massa dan Kadar Air Pengeringan 4 Jam pada Temperatur 70°C	88
Tabel 4. 42 Hasil Penurunan Massa Kentang Setelah 4 Jam Pengeringan.....	88
Tabel 4. 43 Hasil Pengujian Konvensional	88
Tabel 4. 44 Perubahan Massa Selama 4 Jam pada Metode Pengeringan Konvensional.....	89

Tabel 4. 45	Tabel Perbandingan Metode Pengeringan: Konvensional vs <i>Dehydrator</i>	89
Tabel 4. 46	Visualisasi Perbedaan Hasil Pengeringan Kentang	90
Tabel 4. 47	data uji warna (Metode : <i>Chromameter</i>).....	91
Tabel 4. 48	Dua Acuan Standar Mutu Warna Berdasarkan SNI	91
Tabel 4. 49	Hasil Pengukuran Warna Kentang	92
Tabel 4. 50	Referensi Penilaian dengan Metode CIE L,A,B.....	92
Tabel 4. 51	Hasil Nilai Parameter L, A, B Terhadap SNI.....	93

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu jenis umbi-umbian yang diperlukan oleh tubuh adalah kentang yang kaya akan karbohidrat dan nutrisi penting lainnya (kemenkes, 2022). Kentang sering diolah menjadi keripik dikarenakan minat terhadap keripik kentang semakin meningkat seiring diolahnya kentang menjadi produk yang digemari oleh banyak orang seiring dengan popularitasnya yang kian meluas. Faktor utama yang menjadikan keripik kentang sangat digemari adalah rasa yang lezat dan tekstur yang renyah, yang memberikan sensasi makan yang menyenangkan.

Banyak pengusaha keripik kentang masih dilakukan dalam skala rumah tangga. Pada skala usaha rumah tangga, produksi keripik kentang masih dilakukan secara manual tanpa dukungan teknologi dan dijalankan oleh pekerja dengan jumlah terbatas. Produksi keripik kentang di skala ini membutuhkan banyak tenaga kerja dan memakan waktu yang lama. Metode yang digunakan masih sederhana, sehingga produktivitas produk sering kali tidak konsisten (Hendriko et al., 2022).

Para pengusaha keripik kentang sering menghadapi kendala dalam meningkatkan produktivitas karena keterbatasan teknologi. Salah satu tahapan yang memerlukan teknologi adalah pada tahapan proses pengeringan keripik. Sementara itu, tahap pengeringan masih sangat bergantung pada kondisi cuaca, yang menyebabkan ketidakpastian dalam proses pengeringan dan hasil yang tidak stabil (Monteiro et al., 2022a).

Kentang biasanya diproduksi menggunakan pengeringan konvensional menggunakan metode pengeringan sinar matahari pada temperatur tinggi yang dapat mengakibatkan perubahan warna produk. Integrasi teknologi dalam proses pengeringan menjadi krusial untuk memastikan konsistensi dan kestabilan hasil. Teknologi ini membantu pengusaha untuk mengatasi tantangan cuaca, terutama saat musim hujan, yang dapat merusak kualitas produk dan kesinambungan produksi (Adhi Prasnowo & Nurdin, 2019).

Penggunaan alat pengering untuk mengeringkan kentang menjadi keripik dapat menjamin kualitas warna yang lebih baik daripada pengeringan secara alami, alat pengering diciptakan untuk memungkinkan pengeringan dapat dilakukan secara fleksibel (Adhi Prasnowo & Nurdin, 2019). Mesin pengering dapat mengeringkan berbagai macam makanan sebagai alternatif pengganti sinar matahari dan kelebihan dari mesin pengering adalah menghasilkan keripik tanpa minyak yang lebih tahan lama, kering, dan memiliki rasa lebih enak daripada hasil pengeringan konvensional. Desain alat pengering yang juga menjadi kunci dalam meningkatkan kualitas produk. Dengan demikian, peningkatan proses pengeringan, dan desain alat pengering yang baik dapat mengatasi kelemahan dalam pengolahan keripik kentang di rumah tangga MADHAN

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat beberapa kelemahan dalam proses pengolahan keripik kentang, terutama pada skala rumah tangga masih bergantung pada kondisi cuaca untuk proses pengeringan dan pemotongan yang masih konvensional serta rendahnya efisiensi produksi akibat minimnya penggunaan teknologi (Monteiro et al., 2022). Kontrol temperatur di dalam *dehydrator* masih dilakukan secara manual oleh *user*. Proses pengeringan tidak menggunakan *rotary cylinder* pengeringan menjadi kurang efisien dan memerlukan waktu yang sangat lama (Saputra et al., 2020),

Sistem kontrol temperatur yang tidak stabil pada *dehydrator* skala rumah tangga, kebutuhan akan sistem kontrol yang lebih canggih, dan pentingnya penggunaan sensor presisi untuk mengukur parameter dengan akurat. Inovasi dalam sistem kontrol dan *monitoring* diperlukan

untuk kualitas proses pengeringan pada skala rumah tangga(Petković et al., 2021).

Berdasarkan beberapa tinjauan yang ada, dalam penelitian ini akan dibuat “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur Pada Proses Pengeringan Kentang (*Dehydrator*) Tipe *Rotary Cylinder*”. Sistem yang dirancang merupakan sebuah alat pengering keripik kentang yang dapat dikontrol dan *monitoring* dengan pembacaan temperatur menggunakan sensor RTD PT100. Dalam proses ini, temperatur dijaga agar sesuai dengan *set-point* 50°C, 60°C, atau 70°C melalui kontrol otomatis berbasis mikrokontroler. Pengukuran temperatur di dalam *rotary cylinder* dilakukan menggunakan sensor RTD PT100, yang memiliki tingkat akurasi tinggi sebagaimana ditunjukkan dalam hasil uji validasi.

Sensor RTD PT100 mendeteksi temperatur aktual dan mengubahnya menjadi sinyal resistansi. Sinyal ini dikonversi oleh *temperature transmitter* menjadi sinyal standar 4–20 mA dan diteruskan ke mikrokontroler Arduino Mega 2560, yang berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. Arduino akan membandingkan nilai temperatur aktual dengan nilai *set-point*, lalu mengirimkan sinyal kontrol ke *solid state relay* (SSR) sebagai aktuator. SSR berfungsi mengatur nyala-mati elemen pemanas dengan mengubah sinyal kontrol menjadi *Manipulated Variable* (MV) berupa tegangan (*volt*) yang disuplai ke elemen pemanas. Dengan demikian, temperatur dalam *rotary cylinder* dapat dikendalikan secara stabil dan presisi. Untuk kemudahan pengguna, sistem juga dilengkapi antarmuka HMI *Nextion* yang menampilkan temperatur secara *real-time* dan memantau status operasi pemanas. Selain merancang sistem kontrol temperatur, proyek ini juga menganalisis kualitas akhir dan efisiensi pengeringan kentang. Evaluasi dilakukan melalui parameter penurunan massa, nilai warna (*chroma*), serta pola penurunan massa selama proses pengeringan.

Proyek ini mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya SDG nomor 2 (*Zero Hunger*), dengan cara membantu meningkatkan ketahanan pangan melalui pengolahan hasil pertanian agar lebih tahan lama dan mengurangi kehilangan pascapanen, dari sisi teknologi, proyek ini juga sejalan dengan SDG nomor 9 (*Industry, Innovation and Infrastructure*) karena mengedepankan pemanfaatan inovasi teknologi tepat guna, berbasis mikrokontroler dan sensor modern, untuk mendukung pengolahan hasil pertanian secara efisien dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana performa sistem kontrol temperatur pada proses pengeringan (*dehydrator*) kentang tipe *rotary cylinder*?
- b. Bagaimana hubungan antara variasi *set point* pada *dehydrator* terhadap temperatur dan waktu pemanasan?
- c. Bagaimana karakteristik kentang setelah melalui pengeringan menggunakan *dehydrator* sistem *rotary cylinder*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

- a. *Variable* yang dikontrol hanya berfokus pada temperatur dan tidak pada kadar air.
- b. Aktuator temperatur adalah *relay heater* dan *blower*
- c. Penggunaan *dehydrator* tipe *rotary cylinder* dalam proses pengeringan keripik kentang.
- d. *Dehydrator* terintegrasi dengan alat pemotongan (*chipper*) kentang.
- e. Jenis kontrol yang digunakan adalah *closed loop control system* dalam *dehydrator* tipe *rotary cylinder* ini.
- f. Uji parameter warna (*chroma*) pada kentang untuk mengetahui kategori warna keripik.
- g. Pengujian dilakukan pada skala laboratorium dan belum diterapkan pada skala industri.
- h. Objek yang digunakan dalam penelitian ini berupa variasi berat kentang 500 gram.

1.4 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian mengenai sistem pengendalian temperatur pada proses pengeringan (*dehydrator*) kentang tipe *rotary cylinder* yaitu:

- a. Menganalisis dan mengevaluasi performa sistem pengendalian temperatur pada proses pengeringan kentang tipe *rotary cylinder*.
- d. Mengidentifikasi hubungan antara *set point* pada *dehydrator* terhadap temperatur dan waktu pemanasan.
- b. Menganalisis karakteristik kentang parameter penurunan massa, nilai warna (*chroma*) selama proses pengeringan berlangsung.

1.5 Manfaat

Penelitian yang diusulkan ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

- a. Mendukung Tujuan SDG 2 – *Zero Hunger*, teknologi pengering kentang yang dirancang dapat berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan melalui pengolahan hasil pertanian yang lebih awet, higienis, dan bernilai tambah
- b. Mendukung Tujuan SDG 9 – *Industry, Innovation and Infrastructure*, rancangan sistem pengeringan ini merupakan bentuk inovasi teknologi tepat guna yang mendorong modernisasi proses produksi di sektor pertanian dan industri rumah tangga.

Halaman ini sengaja di kosongkan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu membahas tentang pengeringan, kontrol dan *monitoring*, sensor temperatur, pengeringan umbi umbian, pengeringan konvensional, kualitas produk kering yang berkaitan dengan judul penelitian "Sistem Pengendalian Temperatur pada Proses Pengeringan (*Dehydrator*) Kentang Tipe *Rotary Cylinder*".

Tabel 2. 1 *State of the Art*

Judul, Penulis & Tahun	Metode	Hasil
Analisis Kinerja Mesin Oven Pengering Buah Berkapasitas 1 Kg (Saputra et al., 2020).	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan mesin pengering dalam pembuatan keripik buah nenas sebagai salah satu cara untuk mengatasi permasalahan kerusakan buah nenas yang mudah rusak setelah panen. Mesin pengering diuji untuk menentukan kadar air dalam keripik buah nenas dan menganalisis perbedaan pengaturan temperatur antara 95°C hingga 110°C selama proses pengeringan.	Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa pengeringan pada temperatur 95°C memberikan pengurangan kadar air yang lebih tinggi daripada pengeringan pada suhu 110°C. Proses pengeringan ini memungkinkan untuk menghasilkan buah nenas kering yang dapat digunakan dalam pembuatan keripik tanpa perlu menggunakan minyak. Selain itu, kualitas rasa dan kandungan vitamin dari buah nenas yang dikeringkan ini tetap terjaga dengan baik.
<i>Design and Modelling of Automated Hot Oven Food Dehydrator</i> (Madhankumar et al., 2021a).	Menggunakan elemen pemanas inframerah, sensor temperatur, kipas <i>inlet</i> , dan pengontrol Arduino UNO untuk mengotomatisasi proses pengeringan dalam oven panas. Temperatur dikontrol dengan sensor Temperatur untuk menjaga konsistensi antara 45°C hingga 55°C. Kelembaban produk diukur menggunakan sensor kelembaban selama proses pengeringan	Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa pengering makanan otomatis ini mampu mengeringkan produk pertanian pada temperatur 45°C hingga 55°C, dengan pemantauan dan kontrol suhu yang akurat menggunakan sensor dan kontroler PID. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem dapat mengurangi kadar air dengan efisien sambil mempertahankan kualitas produk kering

Judul, Penulis & Tahun	Metode	Hasil
<i>Solar Dryer with Electronic PID Controller for Dry Potato Production</i> (Herrera-Morales et al., 2022).	mengevaluasi ekstraksi kadar air dari stik kentang yang telah dimasak sebelumnya dan mempercepat proses pengeringan menggunakan pengering surya dengan kontrol PID.	Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa suhu terkendali rata-rata sebesar 36,36°C dan kelembapan relatif sebesar 33,115% di ruang pengering, memungkinkan ekstraksi 73,16% dari bahan kentang basah. Kentang kering dengan berat 26,84% dari massa awal diperoleh dalam waktu 8 jam pengeringan.
<i>Microcontroller Control System for a Convective Dehydrator</i> (Lukyanov et al., 2023).	Sistem kontrol menggunakan mikrokontroler IoT mengendalikan dan memantau proses dehidrasi konvektif. Sensor MEMS BME-280 memantau temperatur, kelembaban, dan tekanan udara. Bot Telegram digunakan untuk pemantauan <i>real-time</i> dan kontrol proses melalui pengukuran kelembaban udara absolut di outlet pengering.	Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol mikroprosesor memungkinkan pemantauan <i>real-time</i> proses pengeringan melalui pengukuran kelembaban udara absolut di <i>outlet</i> pengering. Informasi telemetri yang dikumpulkan di layanan <i>cloud</i> bermanfaat untuk penelitian dan pemodelan proses dehidrasi konvektif
<i>IoT Implemented Osmotic Dehydrator</i> (Flores-Mendoza et al., 2023).	Penelitian ini berfokus pada pengembangan peralatan dehidrasi osmotik otomatis menggunakan <i>Internet of Things</i> (IoT) untuk meningkatkan proses dehidrasimelon dan apel	Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sensor dan aktuator digunakan untuk mengukur dan mengontrol agitasi, temperatur, serta pemantauan jarak jauh variabel konsentrasi dan temperatur. Hasilnya menunjukkan bahwa untuk apel terjadi penurunan berat hingga 44,007% dan penurunan air sebesar 53,234%. Sedangkan untuk melon, penurunan berat mencapai 75,259% dan penurunan air sebesar 75,979%.

Judul, Penulis & Tahun	Metode	Hasil
<i>Development of Drying System by Using Internet of Things for Food Quality Monitoring and Controlling</i> (Mishra et al., 2023).	Merancang dan mengevaluasi sistem kontrol berbasis IoT untuk mengontrol, mengawasi, dan memberikan peringatan terhadap bahaya yang akan datang, serta memantau parameter mikroklimat seperti kelembaban relatif (RH), suhu, dan kecepatan udara. Sistem IoT ini diterapkan pada pengering unik untuk mengevaluasi dampaknya terhadap kualitas sayuran berdaun yang dikeringkan. Hasil menunjukkan bahwa sistem IoT ini berhasil mempertahankan lingkungan pengeringan dengan baik, menyediakan data andal tentang mikroklimat internal pengering, dan memberikan peringatan tepat dalam keadaan darurat.	Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sistem IoT-BC yang dirancang dapat memantau suhu, kelembaban relatif (RH), dan kecepatan udara secara <i>real-time</i> . Komponen yang digunakan meliputi sensor multi-tujuan, ESP32, dan Arduino.
<i>The dehydrator parameters for convective drying of food products</i> (Korotkiy et al., 2023).	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengeringan konvektif, yang melibatkan pengukuran perubahan massa dan suhu produk (pisang) pada suhu 50°C, 60°C, dan 70°C. Pengukuran dilakukan dengan termokopel untuk memantau suhu dan anemometer untuk mengukur kecepatan udara dalam ruang dehidrator. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan proses pengeringan dan meningkatkan kualitas produk.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pengeringan bervariasi tergantung pada temperatur yang digunakan. Pada suhu 50°C, pengeringan pisang memakan waktu 12 jam, sedangkan pada suhu 60 °C dan 70°C, waktu pengeringan berkurang menjadi 9 jam, Perubahan massa produk selama pengeringan menunjukkan pola berbeda pada setiap suhu, dipengaruhi signifikan oleh distribusi suhu dan kecepatan udara dalam ruang dehidrator. Penelitian ini juga mengidentifikasi fluktuasi suhu yang mempengaruhi efisiensi pengeringan.

Judul, Penulis & Tahun	Metode	Hasil
<i>Dehydrated Potatoes Drying Rate (Solanum tuberosum L.) Using Tunnel Dehydratore</i> (Ramdani & Jerico Naikisa, 2019)	Metode penelitian ini melibatkan beberapa langkah mengupas dan merendam kentang dalam larutan natrium metabisulfit 300 ppm, memotong kentang menjadi dadu berukuran 1x1x1 cm, 2x2x2 cm, dan 3x3x3 cm, serta mengeringkannya dengan Tunnel Dehydrator pada suhu 50, 60, dan 70 °C selama 4 jam. Analisis warna dilakukan sebelum dan setelah pengeringan dengan <i>Color Reader Konica Minolta CR-10</i> , sementara perubahan berat kentang diukur setiap jam untuk memantau penurunan bobot dan kadar air dengan metode oven. Metode ini bertujuan mencapai laju pengeringan optimal serta mempertahankan kualitas warna dan kadar air kentang.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pengeringan kentang terbaik dicapai pada suhu 70 °C dengan ukuran potongan 1 x 1 x 1 cm. Pada kondisi ini, kadar air yang diperoleh setelah proses pengeringan adalah 10.26%, dengan rendemen sebesar 14.1% dan nilai chroma 23.35, yang menunjukkan kualitas warna yang sangat baik. Proses pengeringan berlangsung selama 4 jam, di mana bobot kentang menjadi konstan, menandakan bahwa pelepasan air telah optimal. Selain itu, analisis menunjukkan bahwa suhu dan ketebalan potongan kentang berpengaruh signifikan terhadap kualitas warna, dengan suhu yang lebih tinggi dan ukuran yang lebih kecil menghasilkan kadar air yang lebih rendah dan warna yang lebih baik
<i>Temperature control for high-quality oil-free sweet potato CHIPS produced by microwave rotary drying under vacuum</i> (Monteiro et al., 2022b)	Membandingkan metode pengeringan kentang manis untuk membuat keripik menggunakan <i>Microwave Vacuum Drying</i> (MWVD), <i>Freeze Drying</i> (FD), <i>Air Drying</i> (AD), dan <i>Conductive Multiflash Drying</i> (KMFD).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>Microwave Vacuum Drying</i> (MWVD) dan <i>Conductive Multiflash Drying</i> (KMFD) lebih efisien dibandingkan <i>Freeze Drying</i> (FD) dan <i>Air Drying</i> (AD) dalam proses pembuatan keripik kentang manis. MWVD dan KMFD dapat menghasilkan keripik dalam waktu kurang dari 3 jam, sedangkan FD dan AD memerlukan waktu 16 jam. Dari segi porositas, keripik yang dihasilkan oleh MWVD memiliki porositas 44%, sementara FD 58%, KMFD 39%, dan AD 18%. Keripik

dari MWVD dan KMFD memiliki tekstur yang lebih renyah dengan pori-pori besar, sedangkan FD menghasilkan keripik yang spongy dan AD menghasilkan keripik yang lebih padat. Secara keseluruhan, MWVD dan KMFD menghasilkan keripik berkualitas tinggi tanpa minyak dan memiliki tekstur yang lebih disukai.

2.2 Teori Dasar

Adapun teori dasar yang digunakan dalam penyusunan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur Pada Proses Pengeringan Kentang (*Dehydator*) Tipe *Rotary Cylinder*” adalah sebagai berikut:

2.2.1 Proses Pengeringan dan Pemetongan Kentang



Gambar 2. 1 Kentang (Anis Efizudin, 2024)

Kentang telah menjadi salah satu bahan baku yang diminati oleh masyarakat dalam jumlah besar karena melimpahnya hasil pertanian dari para petani dan kemudahan dalam pengolahannya (Rezky Alfino, 2020). Kentang dapat dijadikan berbagai macam produk olahan, salah satunya adalah kentang kering (*dehydrated potatoes*) yang menjadi alternatif dalam memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap keripik kentang. Pengeringan dilakukan sebagai salah satu dari sekian banyak cara pengawetan. Pengeringan merupakan suatu metode untuk menghilangkan sebagian air dari suatu bahan menggunakan energi panas, biasanya dengan cara menguapkan air bertujuan untuk menurunkan kadar air sampai batas mikroba dan kegiatan enzimatik tidak dapat menyebabkan kerusakan (Ramdani & Jerico Naikisa, 2019).



Gambar 2. 2 Proses Pengeringan Metode Konvensional (dadang hermansyah, 2021)

Proses pengeringan konvensional keripik kentang di bawah sinar matahari yang terdapat pada **Gambar 2.2** merupakan metode yang sering digunakan terutama di daerah-daerah yang memiliki intensitas sinar matahari yang tinggi. Proses ini melibatkan pemotongan kentang menjadi irisan tipis, yang kemudian disusun rapi di atas permukaan yang bersih dan terpapar langsung oleh sinar matahari. Proses pengeringan ini mengandalkan energi panas dari matahari untuk mengurangi kadar air dalam kentang.

Selama pengeringan, kentang dibalik secara berkala untuk memastikan pengeringan merata dan menghindari pertumbuhan mikroorganisme akibat kelembaban yang terperangkap. Pengeringan di bawah sinar matahari juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti temperatur udara, kelembaban, angin, dan durasi sinar matahari yang tersedia. Kelebihan dari metode ini adalah biaya yang rendah karena tidak memerlukan peralatan khusus dan memanfaatkan sumber energi alami. Namun, metode ini memiliki beberapa kelemahan, seperti waktu pengeringan yang lama, ketergantungan pada kondisi cuaca, serta risiko kontaminasi oleh debu dan serangga, meskipun pengeringan matahari merupakan cara yang efektif dan ekonomis, perlu perhatian khusus dalam pelaksanaannya untuk memastikan kualitas dan kebersihan produk yang dihasilkan.



Gambar 2. 3 Proses Pemotongan Metode Konvensional (Eswanto et al., 2019)

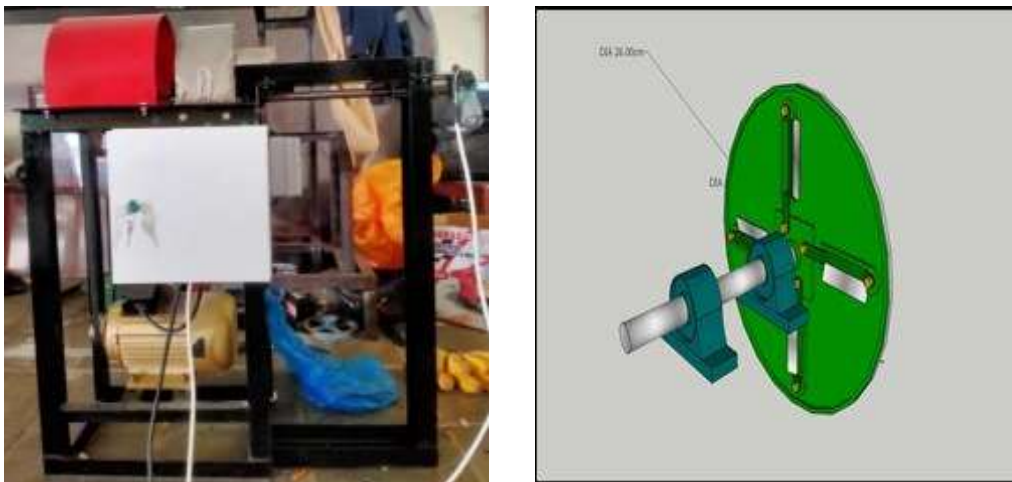
Proses pemotongan keripik kentang secara konvensional pada **Gambar 2.3** merupakan tahap awal dalam pembuatan keripik yang melibatkan teknik manual dan alat sederhana. Kentang yang telah dicuci bersih terlebih dahulu dikupas menggunakan pisau atau alat pengupas khusus untuk menghilangkan kulitnya, setelah dikupas, kentang kemudian diiris menjadi bentuk yang tipis dan seragam menggunakan pisau atau alat pemotong manual. Ketebalan irisan sangat penting karena mempengaruhi waktu pengeringan dan hasil akhir keripik, irisan yang terlalu tebal mungkin tidak kering sempurna, sementara irisan yang terlalu tipis bisa mudah patah atau gosong (Eswanto et al., 2019).

2.2.2 Alat Pemotongan (*Chipper*)

Alat pemotongan (*chipper*) adalah alat yang dirancang untuk memudahkan dan mempercepat proses pemotongan kentang menjadi irisan tipis atau bentuk lainnya yang diinginkan. *Chipper* kentang biasanya terdiri dari rangkaian pisau tajam yang terbuat dari bahan *stainless steel* untuk memastikan ketahanan terhadap karat dan kemudahan dalam pembersihan. Alat ini sering dilengkapi dengan mekanisme pengungkit atau pegangan untuk memberikan tekanan dan memudahkan pemotongan dengan sedikit usaha.

Secara umum, *chipper* kentang dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu *chipper* manual seperti pada **Gambar 2.3** dan *chipper* otomatis pada **Gambar 2.4**. *Chipper* manual dioperasikan dengan tenaga tangan dan cocok untuk penggunaan di rumah atau industri kecil. Alat ini biasanya memiliki desain sederhana dan mudah digunakan *user* hanya perlu menempatkan kentang di atas pisau pemotong, kemudian menekan pegangan untuk memotong kentang sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan.

Chipper otomatis menggunakan tenaga listrik ataupun pneumatik untuk melakukan pemotongan. Alat ini sering digunakan dalam industri makanan besar yang memerlukan produksi dalam jumlah besar dan waktu yang efisien. *Chipper* otomatis dapat diprogram untuk menghasilkan berbagai macam potongan dengan cepat dan konsisten, serta mengurangi kelelahan operator dan meningkatkan produktivitas.



Gambar 2. 4 Alat Pemotongan (*Chipper*) (Fifiningrum et al., 2022)

Alat pemotong kentang memiliki pisau pemotong dengan mata yang tajam terdapat pada **Gambar 2.4** dengan sistem penggerak. Alat ini memanfaatkan motor listrik untuk menghasilkan rotasi pada poros yang terhubung dengan cakram pisau. Alat pemotong kentang bekerja dengan prinsip mengubah energi listrik menjadi energi gerak, energi gerak dari motor listrik disalurkan melalui transmisi yang menghubungkan motor listrik pada poros piringan pemotong sehingga piringan pemotong dapat berputar dan memotong kentang. Mesin ini juga dilengkapi dengan gerbong sebagai tempat masuknya bahan, sehingga proses pemotongan menjadi lebih mudah (Fifiningrum et al., 2022).

2.2.3 Konveksi

Pada perpindahan panas konveksi yaitu perpindahan panas melalui molekul fluida yang zat perantaranya ikut berpindah dengan bergerak membawa energi panas. Molekul-molekul tersebut mengubah posisinya yang mana energi panas diangkut dari satu titik ke titik lain oleh pergerakan molekul. Perpindahan panas dalam fluida umumnya dilakukan melalui konveksi yang mana bagian fluida yang lebih panas tidak sepadat bagian yang lebih dingin (Mallick, 2022).

$$q = hA(\Delta T) \quad (2.1)$$

Keterangan:

h : koefisien perpindahan panas konveksi ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)

ΔT : perubahan atau perbedaan suhu antara suhu permukaan T_s dan suhu fluida T_∞ di lokasi yang ditentukan (biasanya jauh dari permukaan) $^\circ\text{C}$, $^\circ\text{F}$

2.2.4 Dehydrator

Dehydrator adalah alat yang digunakan untuk menghilangkan kandungan air dari produk pertanian, seperti buah dan sayuran, untuk tujuan pengawetan. Proses pengeringan ini penting karena mengurangi kadar air dalam makanan, yang dapat memperpanjang umur simpan dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merusak makanan. Pengeringan melibatkan penghilangan kelembapan dari dalam produk ke permukaan, dan kemudian dari permukaan ke lingkungan, dengan menggunakan panas untuk meningkatkan laju penguapan air (Madhankumar et al., 2021b).

2.2.4.1 Dehydrator tipe Rotary Cylinder

Dehydrator tipe *rotary cylinder* yang dilengkapi dengan lubang-lubang pada *cylinder* memanfaatkan *design* dari *Mechanical Water Displacement* (MWD) seperti pada **Gambar 2.5** untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan (Monteiro et al., 2022c). Desain *rotary cylinder* ini beroperasi dengan memutar *cylinder* yang berisi bahan potongan kentang, sehingga memastikan distribusi panas dan sirkulasi udara yang merata. Lubang-lubang pada silinder memainkan peran kunci dalam mempercepat proses pengeringan dengan memfasilitasi aliran udara panas dan penghilangan uap air dari bahan sehingga massa bobot kentang berkurang dari massa awal.



Gambar 2. 5 *Rotary Dry* dan Hasil Kerpik (Monteiro et al., 2022c)

Hal ini memastikan bahwa setiap bagian bahan terpapar pada kondisi pengeringan yang optimal, sehingga waktu pengeringan dapat dikurangi dan kualitas produk akhir meningkat. Implementasi teknologi ini juga mengarah pada pengurangan konsumsi energi, karena proses pemindahan uap air dan distribusi panas lebih efisien. Desain mekanis yang tepat dan sistem kontrol yang baik sangat penting untuk keberhasilan inovasi ini, dan pengujian prototipe akan membantu memverifikasi manfaat yang diharapkan dari desain tersebut.

2.2.4.2 Perbandingan dengan *Dehydrator* Tipe Rak



Gambar 2. 6 *Dehydrator* Tipe Rak (Korotkiy et al., 2023)

Dehydrator tipe rak pada **Gambar 2. 6** meskipun umum digunakan, sering kali menghadapi tantangan dalam hal distribusi temperatur. Dalam sistem rak, bahan makanan diletakkan di atas rak statis, yang dapat menyebabkan ketidakmerataan dalam pengeringan, terutama jika aliran udara tidak terdistribusi dengan baik. Hal ini dapat mengakibatkan beberapa bagian dari produk tetap lembab, sementara bagian lainnya terlalu kering, yang dapat mempengaruhi kualitas dan rasa produk akhir (Korotkiy et al., 2023).

Dehydrator tipe *rotary cylinder* dapat dilihat pada **Gambar 3.4** menawarkan solusi untuk masalah ini dengan memastikan bahwa semua bagian dari bahan makanan mendapatkan paparan yang sama terhadap udara panas. Produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih konsisten dan stabil.

keuntungan dari penggunaan *dehydrator* tipe *rotary cylinder* meliputi efisiensi energi yang tinggi, kualitas produk yang lebih baik, dan fleksibilitas dalam penggunaannya. Desain *rotary cylinder* memungkinkan aliran udara yang lebih baik di seluruh bahan makanan, sehingga penggunaan energi dapat diminimalkan sambil memastikan proses pengeringan yang efisien, Pengeringan yang lebih merata penting untuk menjaga kualitas produk akhir.

2.2.5 Paramater Warna (*Chroma*) pada Kentang dan Penurunan Berat Kentang

Tingkatan warna dapat diukur dengan menghitung nilai *chroma*, yaitu akar dari jumlah kuadrat nilai *a* dan *b*. *Chroma* merupakan ukuran penting untuk menentukan tingkatan warna buah dan sayuran. Pada produk kentang kering, nilai *chroma* bervariasi hal ini disebabkan oleh reaksi *browning* non-enzimatis, seperti reaksi Maillard, yang terjadi pada kentang. Perubahan warna ini sesuai dengan yang diharapkan, yaitu warna kuning kemerahan pada produk yang dipengaruhi oleh reaksi Maillard selama proses pengeringan, serta adanya pigmen β -karoten, lutein, dan zeaxanthin dalam kentang (Ramdani & Jerico Naikisa, 2019).

Tabel 2. 2 Nilai dan Kategori *Chroma* Pada Keripik Kentang

Kelas Mutu	Nilai Chroma	Kategori Warna
1	>20	Sangat baik sekali
2	17-20	Baik sekali
3	14-17	Baik
4	<14	Kurang baik

Menghitung berat kentang basah dengan menggunakan rumus yang melibatkan persentase kandungan air (SNI 01-2991-1992):. Rumus tersebut adalah :

Penurunan Massa:

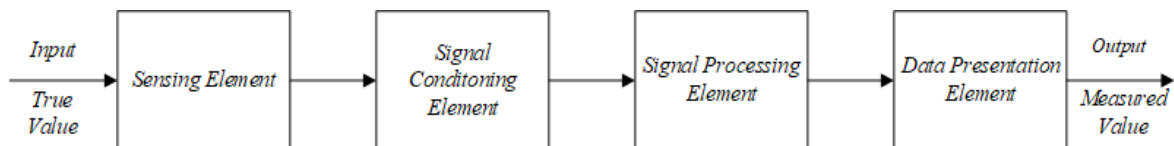
$$kadar\ air\ (\%) = \frac{Massa\ awal - Massa\ akhir}{Massa\ awal} \quad (2.2)$$

$$m\ basah = \frac{m\ basah}{100 - \%air} \quad (2.3)$$

mbasah adalah massa kentang basah (dalam gram). adalah persentase kandungan air dalam kentang secara umum. Mengukur kadar air suatu bahan, yaitu menggunakan metode berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan metode berdasarkan bobot basah. Menentukan kadar air berdasarkan bobot basah (Saputra et al., 2020). Temperatur optimum tanaman kentang adalah 17–20°C. Jika berada pada suhu optimum maka akan diperoleh produksi tanaman kentang yang terbaik.

2.2.6 Elemen Sistem Pengukuran

Elemen sistem pengukuran adalah komponen dalam sistem pengukuran yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mengirimkan informasi dalam sistem. Dalam instrumentasi, elemen sistem pengukuran didefinisikan sebagai suatu pengukuran berupa nilai numerik yang mempresentasikan kuantitas dari variabel atau besaran yang diukur. Dalam sistem pengukuran terdapat empat elemen yaitu, *Sensing Element*, *Signal Conditioning Element*, *Signal Processing Element*, *Data Presentation Element* (John P Bentley, 2005). Berikut adalah diagram blok elemen sistem pengukuran:



2.2.6.1 Sensing Element

Gambar 2. 7 Diagram Blok Pengukuran

Sensor adalah elemen pertama yang bersentuhan langsung dengan objek yang diukur. Sensor berfungsi mengubah besaran sinyal yang diukur. Sensor juga berfungsi untuk mengubah besaran pengukuran menjadi besaran sinyal yang dapat diukur (*transducer*) (John P Bentley, 2005).

Berikut pada gambar 2.7 terdapat sensor RTD digunakan sebagai sensor temperatur. RTD (*Resistance Temperature Detector*) bekerja dengan mengubah perubahan temperatur menjadi perubahan resistansi. Pada tugas akhir ini, RTD PT100 digunakan untuk mengukur temperatur dalam *dehydrator box*, dengan akurasi tinggi dan respon cepat terhadap perubahan temperatur.

2.2.6.1.1 Sensor RTD PT100



Gambar 2. 8 Sensor RTD PT100 (Maharani Purba et al., 2024)

RTD (*Resistance Temperature Detector*) merupakan jenis lain dari beberapa jenis sensor temperatur yang sering digunakan dan terbuat dari bahan kawat tahan korosi yang dililitkan pada bahan keramik isolator. RTD bekerja pada korelasi dasar antara logam dan temperatur. Ketika temperatur logam meningkat, ketahanan logam terhadap aliran listrik meningkat.

RTD dapat digunakan sebagai sensor temperatur yang mempunyai ketelitian 0,03 OC dibawah 5000°C dan 0,1 OC diatas 10000°C. Sensor temperatur PT100 adalah meter yang mengubah variabel temperatur menjadi sinyal keluaran standar yang dapat ditransmisikan (Maharani Purba et al., 2024).

Sensor RTD PT100 (*Resistance Temperature Detector*) adalah jenis sensor temperatur dimana PT adalah platinum dan memiliki nilai resistansi 100 ohm pada temperatur 0 deg Celsius. Material terbuat dari kawat yang tahan korosi, yang dililitkan pada bahan keramik atau kaca, yang kemudian ditutup dengan selubung *probe* sebagai pelindung. Selubung *probe* terbuat dari logam inconel (logam dari paduan besi, *chrom*, dan nikel). Sifat dari logam inconel tahan korosi dan cocok untuk ditempatkan dalam medium cair atau gas, selubung inconel cepat dalam mencapai *temperature* medium tersebut. Keunggulan pada RTD PT100 memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dan respon yang baik terhadap perubahan *temperature* (Mokhatab et al., 2019).

Cara kerja RTD PT100 menggunakan efek perubahan resistivitas platinum (PT) seiring dengan perubahan temperatur. Ketika temperatur naik, resistivitas platinum juga meningkat, sehingga resistansi pada RTD PT100 akan meningkat. Penggunaan sensor RTD PT100 digunakan untuk mengukur temperatur pada *dehydrator box*. Instalasi sensor RTD PT100 dengan memasang *probe dehydrator box*. *Maintenance* yang dapat dilakukan pada sensor RTD PT100 adalah menjaga dan melakukan pembersihan area, kalibrasi, dan uji fungsi sensor untuk akurasi pengukuran. Persamaan 2.4 merupakan persamaan nilai resistansi pada kenaikan *temperature*.

$$\alpha = \frac{R_{100C} - R_{0C}}{R_{0C} \times T_x} = \frac{138.51 - 100.00}{100.00 \times 100} \quad (2.4)$$

Persamaan 2. 7 merupakan perubahan nilai resistansi pada *temperature* yang ingin diukur.

$$R_x = R_0 \times (\alpha \cdot T_x) \quad (2. 5)$$

Persamaan 2.5 merupakan nilai alfa berasal dari ketika titik leleh ($\approx 0^\circ \text{C}$) dan titik didih ($\approx 100^\circ \text{C}$) air digunakan sebagai titik referensi temperatur, tetapi

masih digunakan untuk mendefinisikan *grade* platinum. Dalam mendefinisikan kemurnian kawat adalah rasio hambatan pada titik gallium (29,7646 °C) yang merupakan titik tetap yang ditentukan pada skala *temperature* ITS-90. Rasio hambatan persamaan 2.6

$$\rho = \frac{R(29,7646^{\circ}\text{C})}{R(0^{\circ}\text{C})} \quad (2.6)$$

Keterangan:

R_x = Perubahan nilai resistansi pada *temperature*

α = *Rate of Change Resistance of Temperature*

R_{100C} = Nilai resistansi pada saat *temperature* 100°C

R_{0C} = Nilai resistansi pada saat *temperature* 0°C

T_x = Nilai *temperature*

ρ = Rasio hambatan

2.2.6.2 Signal Conditioning Element

Elemen pengondisian sinyal adalah elemen yang berfungsi mengondisikan sinyal keluaran sensor menjadi sinyal yang dapat diproses untuk tahap selanjutnya. Keluaran dari pengondisian sinyal biasanya dalam dunia industri dibagi menjadi dua elektrik dan pneumatik. Sinyal elektrik dengan keluaran 4-20 mA (analog), dan untuk digital dengan keluaran 1 dan 0. Kemudian untuk keluaran sinyal pneumatik 3-15 psi atau 0,2-1 bar (John P Bentley, 2005).

2.2.6.2.1 MAX31865



Gambar 2. 9 MAX31865 (Efendi & Tando, 2024)

MAX31865 adalah konverter RTD ke digital yang dilengkapi dengan antarmuka SPI yang kompatibel, kontroler digital, dan perlindungan tegangan *input* berlebih. Perangkat ini dapat bekerja dengan RTD PT100 hingga PT1000 dan memiliki ADC sigma delta dengan filter sinc, yang menghasilkan pengukuran yang lebih akurat daripada ADC SAR. Selain itu, MAX31865 dapat digunakan dengan sensor selain RTD, dengan persyaratan bahwa resistansi referensi harus setara atau lebih besar dari resistansi maksimum sensor selama rentang temperatur yang dibutuhkan. Temperatur yang diukur oleh MAX31865 dinyatakan sebagai rasio resistansi sensor terhadap resistansi referensi, sehingga memberikan hasil pengukuran temperatur yang akurat (Anjali & Deepak, 2019).

2.2.6.3 *Signal Processing Element*

Signal Processing Element mengambil *output* dari *signal conditioning element* dan mengubahnya menjadi bentuk yang lebih cocok untuk bentuk presentasi, seperti ADC (*Analog to Digital Converter*) (John P Bentley, 2005).

2.2.6.3.1 Arduino Mega 2560



Gambar 2. 10 Arduino Mega 2560 (Anif & Nur Hayati, 2019a)

Mikrokontroler Arduino Mega 2560 adalah *platform* pengembangan yang dirancang untuk memudahkan pembuatan proyek elektronik. Prinsip dasar dari Arduino adalah untuk menyediakan lingkungan yang ramah pengguna bagi para pengembang, baik pemula maupun profesional, dalam merancang dan memprogram perangkat elektronik. Dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sederhana, pengguna dapat mengontrol berbagai komponen elektronik, seperti sensor dan aktuator, untuk menciptakan sistem yang interaktif. Arduino juga mendukung konektivitas dengan berbagai modul tambahan, memungkinkan integrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk aplikasi yang lebih kompleks. Dengan fleksibilitas dan kemudahan penggunaannya, Arduino Mega 2560 menjadi pilihan populer dalam pengembangan sistem *embedded* dan aplikasi otomasi (Anif & Nur Hayati, 2019b).

2.2.6.4 *Data Presentation Element*

Data Presentation Element menyajikan nilai terukur dalam bentuk yang mudah dikenali oleh pengamat, seperti indikator skala, grafik, dan lain-lainnya (John P Bentley, 2005).

2.2.6.4.1 Nextion HMI



Gambar 2. 11 Nextion HMI (Thierry, 2024)

Nextion HMI (*Human-Machine Interface*) adalah perangkat tampilan yang banyak digunakan dalam sistem tertanam dan proyek IoT karena kemudahan penggunaannya dan kemampuannya yang serbaguna. *Nextion* memungkinkan pengembang untuk membuat antarmuka yang menarik secara visual dengan berbagai elemen seperti kotak *teks*, tombol, dan *slider*, yang dapat disesuaikan untuk aplikasi tertentu. Perangkat lunak *Nextion Editor* menyediakan lingkungan yang ramah pengguna untuk merancang dan *debug* antarmuka, memastikan bahwa proyek dapat diuji dan diterapkan secara efisien dengan sedikit perbaikan (Bento, 2020).

2.2.7 Karakteristik Statik Sistem Pengukuran pada Sensor

Bagian ini berfokus pada sifat statis, yang menggambarkan hubungan antara keluaran suatu elemen (O) dan masukan (I) ketika I tetap konstan atau berubah secara bertahap (John P Bentley, 2005). Untuk menentukan sensor yang tepat dan kebutuhan pada perangkat ini, diperlukan analisis karakteristik statis. Karakteristik statis menggambarkan sifat instrumen yang tidak bervariasi seiring waktu (John P Bentley, 2005). Tujuan dari menganalisis karakteristik statis adalah untuk memeriksa *datasheet* dari setiap sensor agar dapat memahami spesifikasi sensor yang diperlukan untuk setiap pengukuran. Beberapa karakteristik statis yang umum digunakan dalam instrumentasi meliputi:

2.2.7.1 *Range*

Range mencakup nilai minimum dan maksimum dari masukan (I), yaitu dari hingga. Rentang keluaran (*output*) ditentukan oleh nilai minimum dan maksimum dari O, yaitu dari O_{MIN} hingga O_{MAX} . Sehingga, sebuah *transduser* tekanan dapat memiliki rentang masukan dari 0 hingga $104Pa$ dan rentang keluaran dari 4 hingga 20 mA, sebuah termokopel dapat memiliki rentang masukan dari 100 hingga $250^{\circ}C$ dan rentang keluaran dari 4 hingga 10 mV (John P Bentley, 2005).

2.2.7.2 *Error*

Error merupakan nilai selisih antara pembacaan yang diperoleh dari suatu alat ukur dengan nilai yang telah divalidasi oleh alat tersebut. *Error* sebuah alat ukur dapat diuraikan dalam persamaan berikut ini:

$$e = C_n - P_n \quad (2.7)$$

Keterangan :

e : Nilai minimum pembacaan alat ukur uji

C_n : Nilai pembacaan alat ukur

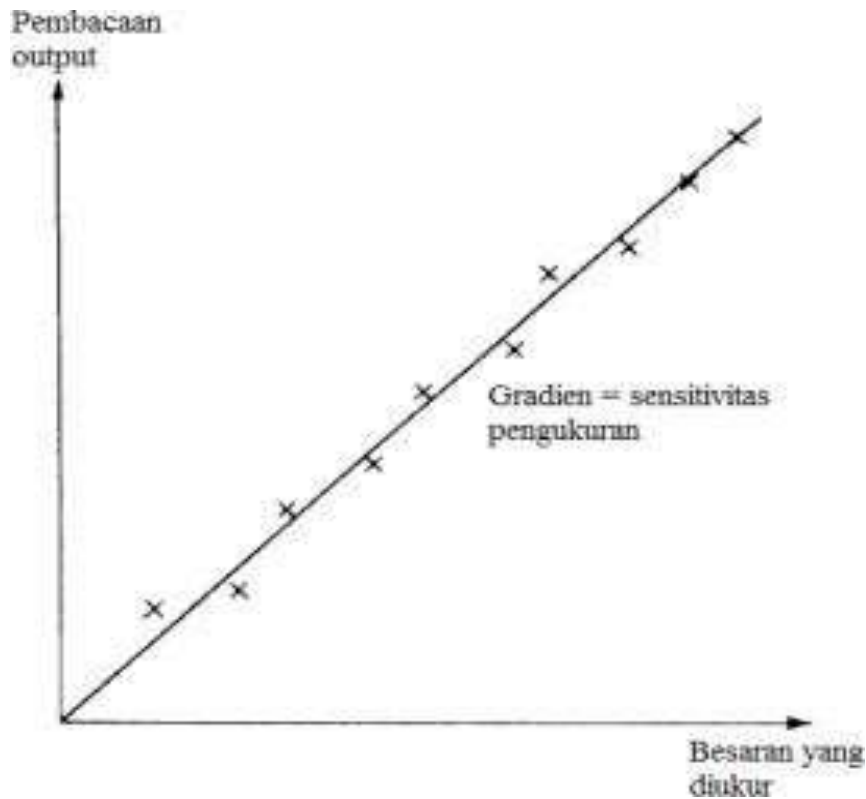
P_n : Nilai pembacaan alat ukur pengujian

2.2.7.3 *Span*

Span adalah variasi maksimum dalam masukan atau keluaran, yaitu *span* masukan adalah $I_{MAX} - I_{MIN}$, dan *span* keluaran adalah $O_{MAX} - O_{MIN}$. Transduser tekanan memiliki *span* masukan sebesar 10^4Pa dan *span* keluaran sebesar 16 mA; termokopel memiliki *span* masukan sebesar $150^{\circ}C$ dan *span* keluaran sebesar 6 mV (John P Bentley, 2005).

2.2.7.4 *Linearitas*

Pengukuran yang ideal adalah ketika hubungan antara masukan pengukuran (nilai aktual) dan keluaran pengukuran (nilai yang ditampilkan oleh alat pengukur) adalah linear, dan dapat diungkapkan dalam bentuk persamaan garis. (John P Bentley, 2005). Berikut ini merupakan grafik dari karakteristik linear:



Gambar 2. 12 Grafik karakteristik Linear

2.2.7.5 Akurasi

Akurasi dari sebuah alat adalah ukuran seberapa dekat pembacaan keluaran alat dengan nilai yang benar. Dalam praktiknya, lebih umum untuk mengutip angka ketidakakuratan daripada angka akurasi untuk sebuah alat (Morris & Alan S, 2001). Umumnya, akurasi alat ukur ditetapkan melalui proses kalibrasi pada kondisi operasional tertentu dan dapat dijelaskan dalam bentuk ketidakakuratan. Secara matematis, ketidakakuratan diukur menggunakan kesalahan pengukuran, di mana (John P Bentley, 2005):

$$E = \text{nilai terukur} - \text{nilai benar} = \text{output sistem} - \text{input sistem} \quad (2.8)$$

Nilai *mean* dari *error* sistem secara sederhana merupakan perbedaan antara nilai *mean output* sistem dengan nilai *mean input* sistem, atau dituliskan:

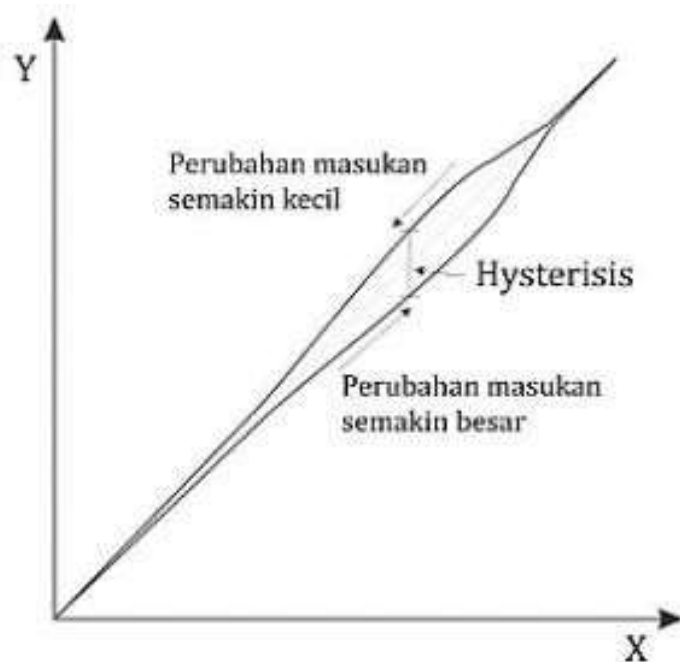
$$E = O - I (\text{Output} - \text{Input}) \quad (2.6)$$

Sehingga, rumus dari akurasi dalam bentuk presentase didapatkan sebagai berikut :

$$\text{Akurasi}(\%) = \frac{\text{Nilai terukur} - \text{Nilai sebenarnya}}{\text{Nilai sebenarnya}} \times 100\% \quad (2.9)$$

2.2.7.6 Hysteresis

Hysteresis merupakan sifat bawaan suatu alat ukur karena adanya suatu sifat kelembaman (*inertia*) dari sebuah benda akibat adanya suatu perubahan. Histerisis pada sensor terjadi karena *output* sensor tidak mampu mengikuti perubahan masukan pada perubahan yang berbeda (besar ke kecil, kecil ke besar) yang terdapat pada Gambar 2. 13.



Gambar 2. 13 *Hysteresis* pada keluaran sensor

Hysteresis suatu alat ukur dapat diuraikan dalam persamaan berikut ini:

$$H(I) = O(I) \downarrow - O(I) \uparrow \quad (2.10)$$

Keterangan :

H : *Hysteresis*

I : Nilai *input*

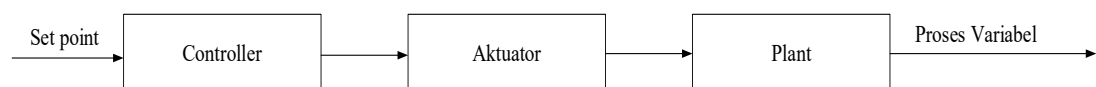
O : Nilai *Output*

2.2.8 Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah sebuah proses yang digunakan untuk mengatur satu atau lebih variabel sehingga mencapai nilai atau batasan yang diinginkan (Putranto et al., 2023). Sistem kontrol dapat dibagi menjadi dua jenis utama:

2.2.8.1 Kontrol *Open Loop*

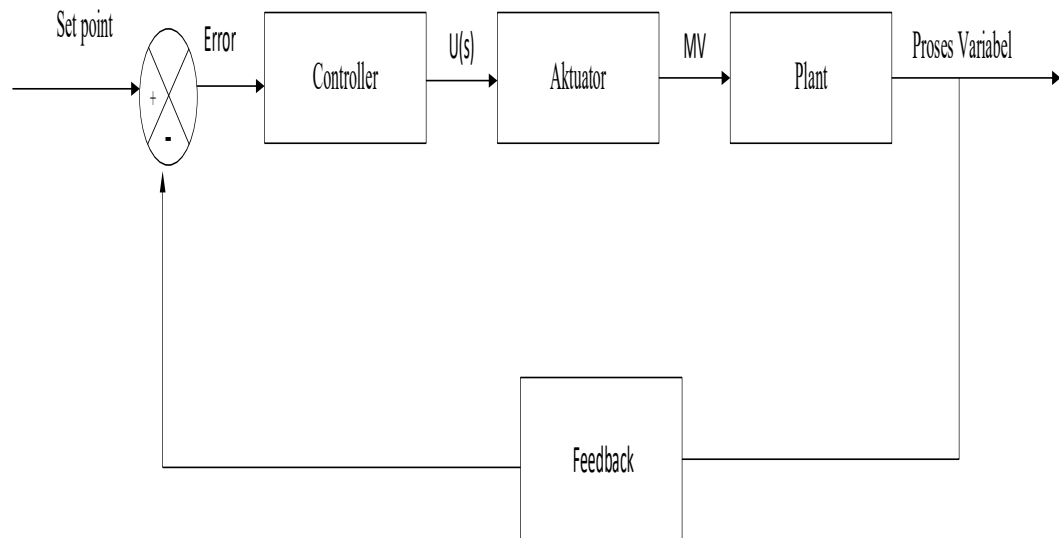
Kontrol *Open Loop* adalah jenis sistem kontrol di mana keluaran sistem tidak mempengaruhi *input* atau pengaturan sistem.



Gambar 2. 14 Kontrol *Open Loop*

2.2.8.2 Kontrol *Close Loop*

Sistem kontrol *close loop* adalah sistem proses yang digunakan dalam perancangan, sistem *close loop* memiliki *feedback* dimana *output* memberikan pengaruh terhadap aksi kontrol yang sudah diberi *set point* (John P Bentley, 2005). Kontrol *Close loop* terdapat sensor atau transduser yang kemudian memberikan umpan balik ke pada *controller* untuk mengatur *actuator*. Berikut adalah diagram blok sistem pengendalian *closed loop control*. Di bawah ini adalah blok diagram sistem kontrol



Gambar 2. 15 Kontrol *Close Loop*

1. **Input**

Input adalah nilai besaran yang masuk dari luar untuk memperoleh tanggapan tertentu dari sistem kontrol. Input juga sering disebut juga respon keluaran yang diharapkan dalam sistem kontrol.

2. **Error Signal $e(s)$**

Error signal $e(s)$ merupakan nilai error atau nilai selisih yang didapatkan antara *set point* dan *process variabel*.

3. **Controller**

Controller adalah alat yang berfungsi untuk meminimalisir atau mereduksi nilai Error. Nilai Error yaitu perbedaan antara nilai input dan nilai aktual.

4. **Control Signal**

Control signal $u(s)$ merupakan fungsi transfer dari *manipulated variable* ke *process variable*

5. **Aktuator**

Aktuator adalah alat mekanik untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem.

6. **Manipulated Variabel**

Manipulated Variabel merupakan nilai variabel yang ingin dimanipulasi

7. **Plant**

Plant adalah alat yang di mana berlangsungnya pengendalian suatu variabel proses, misalnya proses kimiawi, biologi, fisika, dll.

8. **Process Variabel (PV)**

Process Variabel (PV) merupakan variabel yang nilainya ingin dikendalikan.

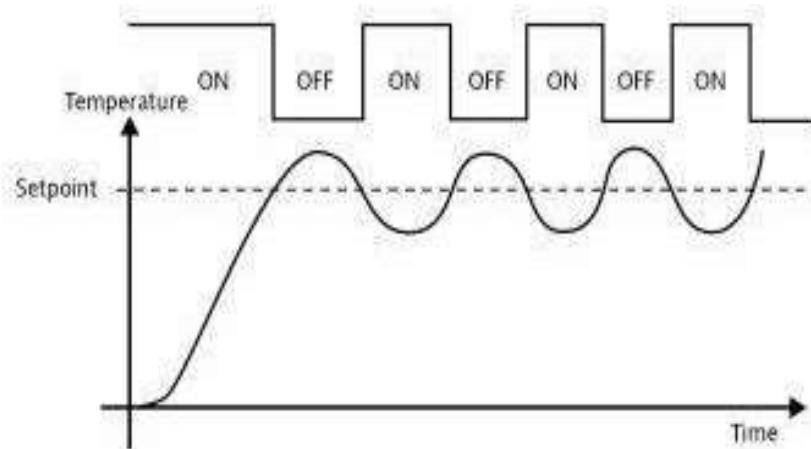
9. **Sensor**

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mengukur besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, temperatur, dll. sensor mengukur nilai *input* yang terdeteksi dan akan dikonversi menjadi Output berupa tegangan listrik yang bisa dibaca oleh mikrokontroler.

10. **Output**

Output adalah nilai yang sebenarnya yang didapatkan dari proses suatu sistem kontrol.

2.2.9.2.1 ON-OFF Control



Gambar 2. 16 Grafik On Of Control

On-Off control adalah kontrol yang hanya memiliki dua nilai variabel kontrol, U_{max} dan U_{min} , tergantung pada tanda kesalahan kontrol. Secara formal, hukum kontrol didefinisikan sebagai kontrol variabel diatur menjadi nilai maksimumnya ketika kesalahan kontrol positif dan menjadi nilai minimumnya ketika kesalahan kontrol negatif. Umumnya, $U_{min} = 0$ (*Off*) dipilih dan kontrol umumnya diimplementasikan dengan menggunakan *relay* (Visioli, 2006).

2.2.9 Sistem Pengendalian Proses

Sistem pengendalian proses terdiri dari beberapa kerja alat yang digunakan untuk mengendalikan variabel proses terukur pada suatu nilai *set point* tertentu. Sistem pengendalian proses terdiri dari dua macam, yaitu pengendalian manual dan otomatis. Variabel- variabel proses yang dikendalikan terdiri dari *pressure*, *flow*, *temperature* dan *level*. Beberapa istilah dalam *system* pengendalian proses antara lain berikut.

2.2.10.1 Controller

Controller merupakan elemen dalam *system* pengendalian yang melakukan pengukuran, perbandingan, perhitungan, dan koreksi. Salah satu metode *controller* dalam *system* pengendalian proses *On-off control*.

2.2.10.2 Transmitter

Transmitter merupakan peralatan yang berfungsi membaca sinyal *sensing element* dari sensor dan mengubahnya ke sinyal standar sebelum diteruskan ke *controller*.

2.2.10.3 Actuator

Actuator merupakan *instrument* dalam *system* pengendalian proses yang berfungsi merubah variabel pengukuran (*measurement variable*) menjadi variabel termanipulasi (*manipulated variable*) berdasarkan perintah *controller* yang terpasang.

2.2.10 Motor AC



Gambar 2. 17 Motor AC (*Zondra & Yuvendius, 2020*)

Motor listrik yang menggunakan arus bolak-balik (AC) untuk menghasilkan putaran bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, medan magnetik bolak-balik yang dihasilkan oleh kumparan stator menyebabkan arus induksi mengalir dalam kumparan rotor. Arus ini menciptakan medan magnet yang berputar di dalam rotor, menyebabkan rotor berputar dan menghasilkan tenaga mekanik (Stephen L. Herman, 2013).

2.2.11 Heater Plate Element



Gambar 2. 18 Air Heater Fan Element (*masa.aero*)

Heater Plate Emenet komponen yang berfungsi untuk menghasilkan panas ketika arus listrik mengalir melalui elemen ini, sehingga hambatan dari bahan tersebut menghasilkan panas. Jumlah panas yang dihasilkan sebanding dengan arus yang mengalir melalui elemen dan hambatan dari bahan tersebut.

Heater Plate Element menggunakan jenis perpindahan panas secara konduksi dan konveksi. Perpindahan panas secara konduksi adalah proses perpindahan energi panas tanpa adanya perpindahan masa. Sedangkan konveksi adalah proses perpindahan panas di mana energi panas ditransfer antara suatu permukaan dan fluida (cairan atau gas) yang bergerak di atas permukaan tersebut. Proses ini terjadi karena gerakan acak molekul atau pergerakan fluida dalam skala mikroskopik, yang menyebabkan transfer energi panas.

2.2.12 Blower Fan



Gambar 2. 19 Blower Fan

Blower fan berfungsi untuk menghasilkan aliran udara untuk mengedarkan panas secara merata dalam sistem, termasuk aktuator karena memanipulasi aliran udara. *Blower fan* memiliki fungsi utama untuk mendistribusikan udara secara merata dalam sistem, yang penting dalam aplikasi seperti pengeringan untuk memastikan aliran udara yang konsisten dan efisien. Selain itu, *blower fan* membantu mengurangi konsumsi energi dengan mengoptimalkan aliran udara, yang berkontribusi pada efisiensi energi keseluruhan sistem dan mengurangi biaya operasional. *Blower fan* juga berperan dalam mengontrol kelembaban dengan mengeluarkan udara lembab dari ruang pengering, menjaga kondisi optimal selama proses pengeringan (Amjad et al., 2021).

2.2.13 Fotek SSR-25-SDA



Gambar 2. 20 Solid State Relay (SSR) (Source: bing.com)

Solid state relay (SSR) berfungsi sebagai aktuator yang merupakan *relay* yang akan digunakan untuk mengatur arus secara *On-Off* menuju elemen pemanas. SSR bekerja dengan menggunakan sinyal kontrol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aliran arus tanpa menggunakan komponen mekanis, sehingga lebih tahan lama dan responsif. Ketika diaktifkan, SSR memungkinkan arus mengalir ke elemen pemanas, dan ketika dinonaktifkan, arus terputus, mengatur suhu secara efisien. SSR dipilih karena menggunakan komponen semikonduktor untuk mengontrol aliran listrik tanpa komponen mekanis bergerak, sehingga menghasilkan operasi yang lebih andal dan umur pakai yang lebih panjang (Rayya Bramanta & Santosa, n.d.).

2.2.14 Power Supply



Gambar 2. 21 Power Supply (Maharani Purba et al., 2024)

Power supply berfungsi menyediakan listrik yang diperlukan oleh berbagai komponen dalam sistem. Sebagai perangkat yang menyalurkan daya listrik ke beban setelah memprosesnya, *power supply* melakukan perubahan besar arus dan tegangan, pengaturan frekuensi, pengelolaan aliran daya, pengurangan gangguan harmonik total, perbaikan faktor daya, dan isolasi antara sumber dan beban. Berdasarkan tipe tegangan *output*, *power supply* dapat dikategorikan menjadi DC dan AC, di mana *power supply* DC mengubah *output* dari sumber listrik AC menjadi *output* DC yang stabil dengan memperbaiki dan menapis tegangan AC menjadi tegangan yang halus (Lubis et al., 2022).

Power supply terdiri dari beberapa bagian utama yaitu transformator untuk mengubah tegangan listrik AC menjadi lebih tinggi atau lebih rendah, dioda untuk mengubah tegangan AC menjadi DC, regulator tegangan untuk menjaga agar tegangan *output* tetap stabil, dan kapasitor untuk mengurangi atau menghilangkan gangguan pada output power supply (Maharani Purba et al., 2024).

2.2.15 Saklar On Off



Gambar 2. 22 Saklar *On Off* (Toreh et al., 2023)

Saklar *on-off* digunakan sebagai bagian dari sistem pengontrolan yang memanfaatkan perintah untuk mengaktifkan atau mematikan perangkat tertentu (Toreh et al., 2023). Saklar *on off* saklar mekanik yang dirancang khusus untuk digunakan dalam kondisi lingkungan yang menuntut ketahanan terhadap air dan debu.

2.2.16 Pilot Lamp



Gambar 2. 23 *Pilot Lamp* (Yosua et al., 2021)

Pilot lamp untuk menunjukkan status operasi perangkat atau sistem yang dibuat dalam *plant*. *Pilot lamp*, yang juga dikenal sebagai lampu indikator, berguna untuk memantau proses koneksi yang terjadi. Lampu ini digunakan sebagai indikator dalam rangkaian sebuah alat atau mesin. Lampu indikator digunakan untuk menunjukkan dan memprediksi kecelakaan dalam pekerjaan, status peralatan, serta sinyal lainnya di berbagai bidang seperti tenaga listrik, telekomunikasi, mesin, kapal, tekstil, percetakan, dan mesin pertambangan dan sebagainya (Yosua et al., 2021).

2.2.17 Miniature Circuit Breaker (MCB)



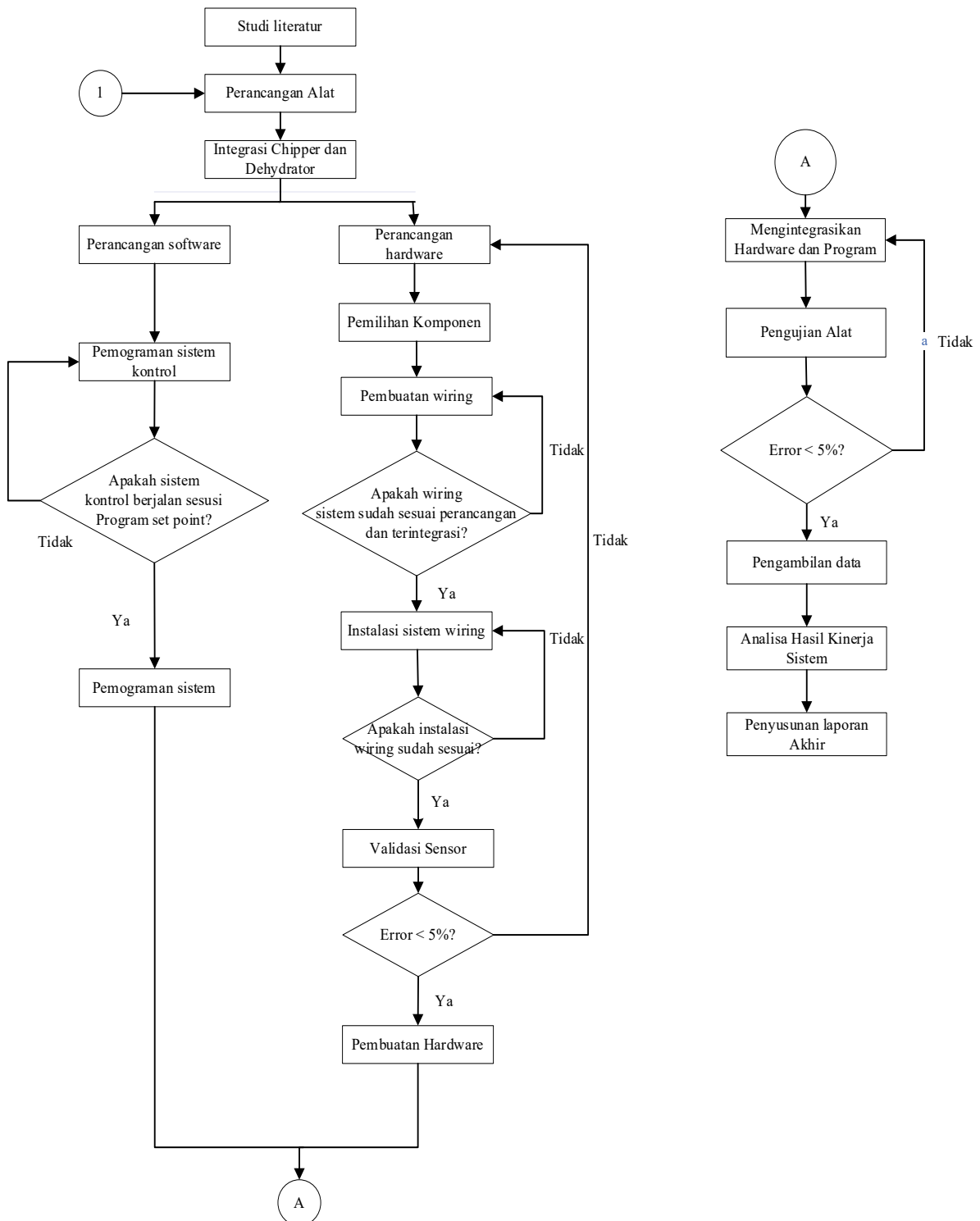
Gambar 2. 24 *Miniature Circuit Breaker (MCB)* (Feriyanto & Pd, 2022)

Miniature Circuit Breaker (MCB) adalah perangkat listrik yang berfungsi untuk melindungi sirkuit dari arus lebih yang dapat disebabkan oleh beban berlebih atau hubung singkat. MCB bekerja dengan mendeteksi arus yang melebihi batas nominal melalui dua metode, yaitu termal menggunakan elemen bimetal dan magnetik menggunakan solenoida, yang secara otomatis memutuskan aliran listrik untuk mencegah kerusakan. Selain itu, MCB dapat direset secara manual setelah masalah teratasi, menjadikannya lebih praktis dan efisien dibandingkan dengan sekring tradisional yang harus diganti setelah putus (Feriyanto & Pd, 2022).

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Metode

Metodologi penelitian pada penelitian ini tentang “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur Pada Proses Pengeringan (*dehydrator*) Kentang Tipe *Rotary Cylinder*” dapat dilihat pada **Gambar 3. 1** berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Gambar 3. 1 merupakan diagram alir metodologi penelitian yang menggambarkan tahapan mulai dari Studi literatur, perancangan alat, pembuatan *software* dan *hardware*, pengujian, pengambilan data, analisis hasil, dan penyusunan laporan.

3.1.1 Sumber Data

Data merupakan sekumpulan rekaman informasi, fakta, simbol yang digunakan dalam mendukung sebuah penelitian. Sumber data dibagi menjadi dua diantaranya :

3.1.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung oleh TA-wan melalui sumber pertama dengan melakukan uji coba alat.

3.1.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang didapatkan melalui sumber-sumber yang ada dari laboratorium dan *report*.

3.1.2.3 Lokasi Tugas Akhir

Pada penelitian tugas akhir ini berlokasi di *Measurement Instrumentation* Laboratorium Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

3.1.2 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian laporan tugas akhir, peneliti melakukan beberapa prosedur metode pengumpulan data sebagai berikut:

3.1.2.4 Studi Literatur

Dilakukannya pencarian informasi melalui studi pada buku-buku yang berkaitan dengan sistem pengendalian temperatur dan kelembaban pada proses pengeringan (*dehydrator*) kentang tipe *rotary cylinder*.

Bahan dan Peralatan

Dalam konteks tema tugas akhir ini, ada sejumlah *item* yang menjadi fokus, terutama terkait dengan penggunaan bahan habis pakai dan peralatan dalam proses pengerjaan. Bahan dan peralatan habis pakai yang dimanfaatkan untuk mendukung integrasi antara pemotong (*chipper*) dan *dehydrator* otomatis dalam pengolahan kentang meliputi hal-hal berikut:

Tabel 3. 2 Bahan dan Peralatan

Nama Item	Spesifikasi	Fungsi
<i>Solid State Relay</i> 	Nama Produk : FOTEK Tipe : SSR-25 DA Tegangan Beban : 24-380 VAC Tegangan Input : 3-32 VDC	Memanipulasi besaran listrik berupa <i>voltage</i> dengan cara memutus dan menyambungkan sirkuit (<i>cutting off-switching on</i>) melalui fototransistor yang menerima sinyal kontrol dari inframerah.

Nama Item	Spesifikasi	Fungsi
MAX31865 	<i>Compatible with 2-, 3-, and 4-Wire Sensor Connections</i>	Digunakan untuk mengukur suhu dengan sensor RTD PT100 yang memiliki akurasi tinggi.
Arduino Mega 2560 	<i>Operating Voltage : 5V</i> <i>Average Current : 7-12V</i> <i>Measurement Range : 54 Pin</i> <i>Accuracy : 16 pin</i> <i>Preheating time : 256 KB</i> <i>Response Time : 8 KB</i> <i>Operating Temperature : 4 KB</i> <i>Operature Humidity : 16 MHZ</i>	Berfungsi sebagai mikrokontroler utama untuk mengendalikan berbagai komponen dan proses dalam sistem, termasuk <i>relay</i> dan <i>sensor</i>.
RTD PT100 	<i>Temperature Range: - 200 - 500 °C</i> <i>Probe Material: Stainless Steel</i> <i>Diameter Stick: 8 mm</i> <i>Wiring: 3 Wires</i>	Digunakan untuk mengukur temperatur dengan akurasi tinggi dalam <i>dehydrator box</i>.
Motor AC 	<i>Voltage: 220 V / 50 Hz</i> <i>Current: 1.1 A</i> <i>Output Power: 125 W</i> <i>Shaft Diameter: 12 mm</i> <i>Speed: 2800 RPM</i>	Digunakan untuk menggerakkan <i>rotary cylinder</i> dalam <i>dehydrator box</i> , membantu dalam proses pengeringan kentang.

Air Heater Element



Voltage: 220 VAC
Power: 500 W
Dimension: 138 x 50 x 25 mm

Digunakan sebagai elemen pemanas utama dalam *dehydrator box* untuk mencapai dan mempertahankan temperatur yang diinginkan.

Blower Fan



Type: WGFJ-G006
Input Voltage: 220 VAC, 50 Hz
Current Consumption: 0.12 A
Rated Power: 25 W
Rotation Speed: 2700 rpm
Blowing Speed: 4 m/s
Insulation Grade: E

Digunakan untuk sirkulasi udara dalam *dehydrator box*, memastikan udara panas tersebar merata di seluruh kotak.

MCB(Miniature Circuit Breaker)



Merek: Chint
Model: NXB-63 1P
Voltage (V): 220 VAC
Current (A): 63 A
Breaking capacity: 6kA
Mechanical lifetime: 20,000 times
Electrical lifetime: 10,000 times
C curve (Electro Magnetic 5 In~10 In)

Digunakan untuk melindungi rangkaian listrik dari arus lebih dan korsleting dengan memutuskan aliran listrik secara otomatis saat terjadi masalah.

Nextion HMI NX3224K028



Ukuran: 2,8 inch
Resolusi: 320 x 240 pixels
Pin: 4 (VCC +5V, TX, RX, GND)

Berfungsi sebagai antarmuka *user* (HMI) untuk memantau dan mengendalikan sistem *dehydrator* melalui tampilan layar sentuh.

*Saklar on off
tablesaw Push button
switch self locking
waterproof*



*Material : Plastik
Type : Self Locking
untuk tombol on dan
automatic ketika tombol
off di tekan
Voltage: 220V
Current: 10A
Ukuran: 9x5.5x5 cm
Waterproof
1 x tombol on off table
saw
1 cover /box Penutup*

Digunakan sebagai saklar manual untuk menghidupkan dan mematikan komponen yang terhubung dalam sistem.

Pilot lamp

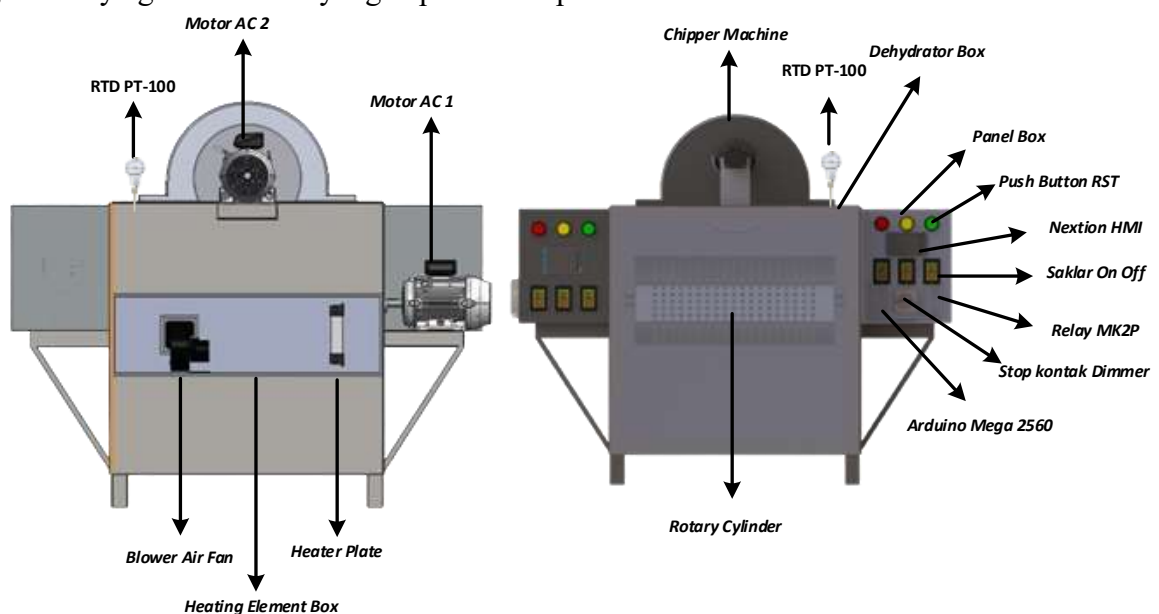


*Diameter : 22mm
Volt : AC 220V
Warna: Merah, Kuning,
Hijau.*

Berfungsi sebagai indikator visual untuk menunjukkan status operasional sistem (on/off)

3.3 Perancangan Alat

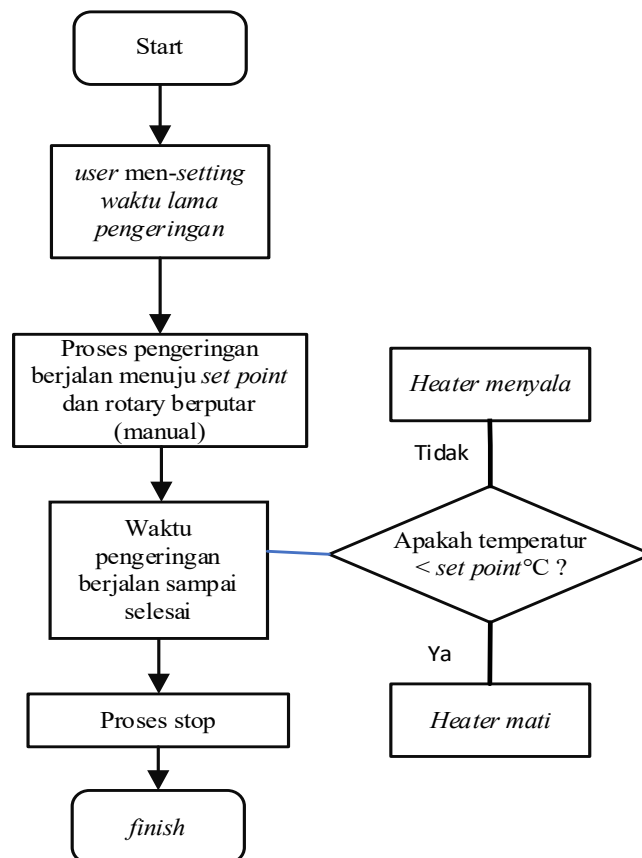
Perancangan teknologi "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur pada Proses Pengeringan Kentang (*Dehydrator*) Tipe *Rotary Cylinder* berguna untuk mengetahui mekanisme alat yang akan dirancang pada penelitian ini. Perancangan alat yang dilakukan meliputi perancangan sistem *software* dan sistem *hardware*. Perancangan alat dilakukan dengan membuat desain alat untuk mempermudah dalam merealisasikan pembuatan alat dengan adanya gambaran 3D yang dapat dilihat pada **Gambar 3. 2** berikut.



Gambar 3. 2 *Design Alat*

Gambar 3. 3 Proses pengeringan dimulai ketika sistem diaktifkan dan pemanas bekerja

untuk menaikkan suhu ruang pengering hingga mencapai suhu target (*set point*) yang telah ditentukan, yaitu 50°C, 60°C, atau 70°C sesuai kebutuhan pengeringan. Setelah suhu *set point* tercapai, pengguna akan mengatur lama waktu pengeringan yang diinginkan. Selama proses berlangsung, sistem secara otomatis memantau suhu. Jika suhu turun di bawah nilai *set point*, heater akan menyala kembali untuk menjaga kestabilan temperatur. Sebaliknya, jika suhu tetap berada di atas atau pada *set point*, heater akan mati untuk menghindari *overheating*. Proses ini berlangsung hingga waktu pengeringan yang telah disetel selesai. Setelah waktu habis, sistem akan berhenti secara otomatis dan proses pengeringan pun berakhir. Sistem ini menunjukkan mekanisme kontrol suhu otomatis berbasis logika sederhana yang menjamin kestabilan temperatur selama proses pengeringan berlangsung.



Gambar 3. 3 Alur Kerja Pengering Tipe *Rotary Cylinder* temperatur 50°C

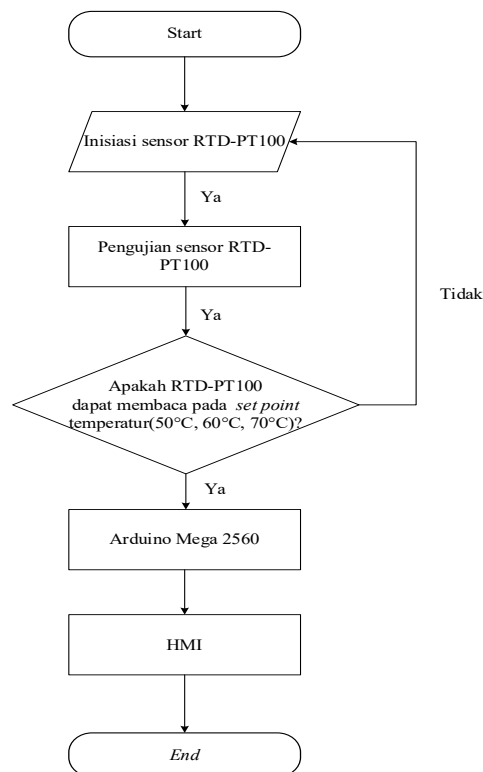
3.4 Perancangan *Software*

Pembuatan *software* diawali dengan penyusunan *flowchart* sebagai dasar logika program. *Flowchart* ini berfungsi sebagai panduan untuk merancang struktur program dengan jelas. *Flowchart* menjadi pedoman dalam merancang dan mengimplementasikan program sesuai set point yang diinginkan. Proses dimulai dengan inisiasi sensor RTD-PT100. Setelah inisiasi berhasil, langkah selanjutnya adalah pengujian sensor RTD-PT100. Jika pengujian menunjukkan hasil yang memuaskan, langkah berikutnya adalah memastikan apakah RTD-PT100 dapat membaca suhu pada *set point* yang telah ditentukan, yaitu 50°C, 60°C, dan 70°C.

Jika sensor dapat membaca temperatur pada set point tersebut, maka proses dilanjutkan ke Arduino Mega 2560 yang akan mengirimkan data ke *Human-Machine Interface* (HMI) untuk ditampilkan. Jika pada tahap pengujian atau verifikasi *set point* sensor tidak berhasil, proses akan kembali ke tahap inisiasi sensor RTD-PT100 untuk memulai ulang. Proses berakhir setelah data berhasil dikirimkan dan ditampilkan pada HMI.

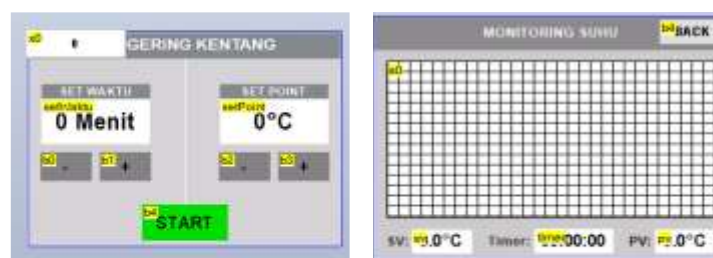
Sistem kontrol dan *monitoring* pada alat *dehydrator* tipe *rotary cylinder* digunakan untuk

mengetahui proses yang sedang berjalan yang dapat dilihat pada tampilan LCD Nextion dengan kontrol dan *monitoring* nilai temperatur dan waktu. Pembuatan sistem kontrol dan *monitoring* dilakukan pada *software Nextion Editor* yang dipadukan dengan program pada *Arduino Ide*



Gambar 3. 4 Flowchart Pemrograman pada RTD PT100.

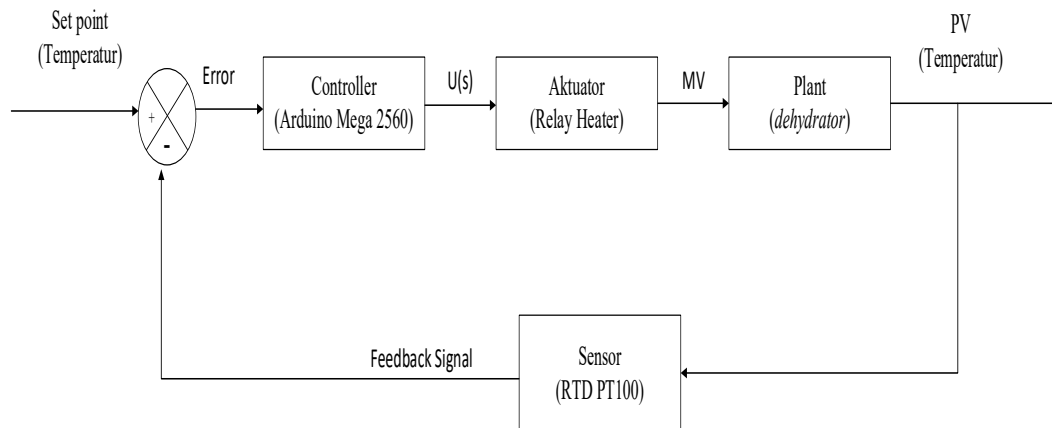
Tampilan pada LCD nextion terbagi atas tiga *slide* yang dapat berubah dengan menekan tombol yang sudah dibuat. Tampilan pertama merupakan tampilan awal dari LCD yang menunjukkan nama alat dari sistem yang dibuat. Selanjutnya, tampilan atau *slide* kedua menampilkan pembacaan kontrol sensor dengan menampilkan nilai parameter dari temperatur dan lama pengeringan. Tampilan ketiga menampilkan pembacaan hasil akhir kontrol sensor dengan menampilkan nilai parameter dari temperatur dan lama pengeringan.



Gambar 3. 5 Design Human Machine Interface (HMI)

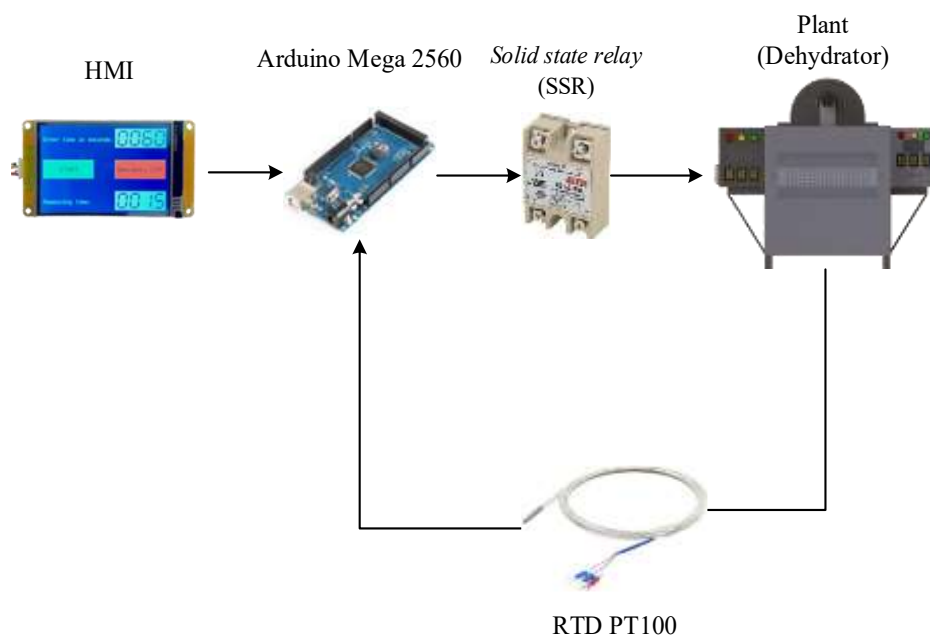
3.4.1 Sistem Kontrol

Perancangan *hardware* diawali dengan menyusun diagram blok untuk membantu dalam memahami bagaimana komponen berinteraksi satu sama lain. Diagram blok sistem kontrol temperatur pada plant *dehydrator rotary cylinder* dapat dilihat pada Gambar 3.6 sebagai berikut:



Gambar 3. 6 Diagram Blok Sensor RTD PT100

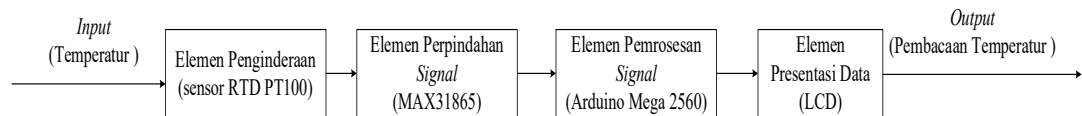
Berdasarkan diagram blok diatas, Arduino Mega 2560 digunakan sebagai kontroler kemudian *solid state relay* digunakan sebagai aktuator untuk mengubah sinyal kontrol (u) menjadi *Manipulated Variable* (MV). *Manipulated Variable* pada proyek akhir ini adalah tegangan (*voltage*). Sementara itu, *feedback* pada sistem ini menggunakan sensor temperatur berjenis RTD PT100 yang berfungsi untuk *monitoring* temperatur kentang di dalam *dehydrator*. Perancangan sistem kontrol temperatur pada proyek akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.7 yang memberikan visualisasi lebih jelas dari diagram blok yang telah dibahas sebelumnya. Visualisasi tiap komponen sistem kontrol temperatur pada *plant dehydrator rotary cylinder* dapat dilihat pada Gambar 3.9 sebagai berikut:



Gambar 3. 7 Skema Kontrol Otomatis Temperatur

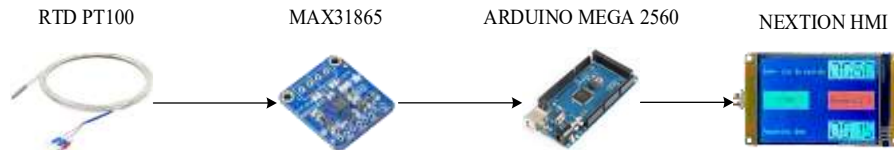
3.4.2 Sistem *Monitoring*

Sistem *monitoring* digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran sistem *dehydrator* tipe *rotary cylinder*. Hasil pengukuran ini meliputi pembacaan dari sensor RTD PT100 (temperatur)



Gambar 3. 8 Sistem *Monitoring* Temperatur

Sistem *monitoring* temperatur dilakukan dengan melakukan pembacaan dengan sensor RTD PT100 yang dihubungkan dengan MAX31865 sebagai modul *converter* resistansi menjadi tegangan 3-5 volt DC.

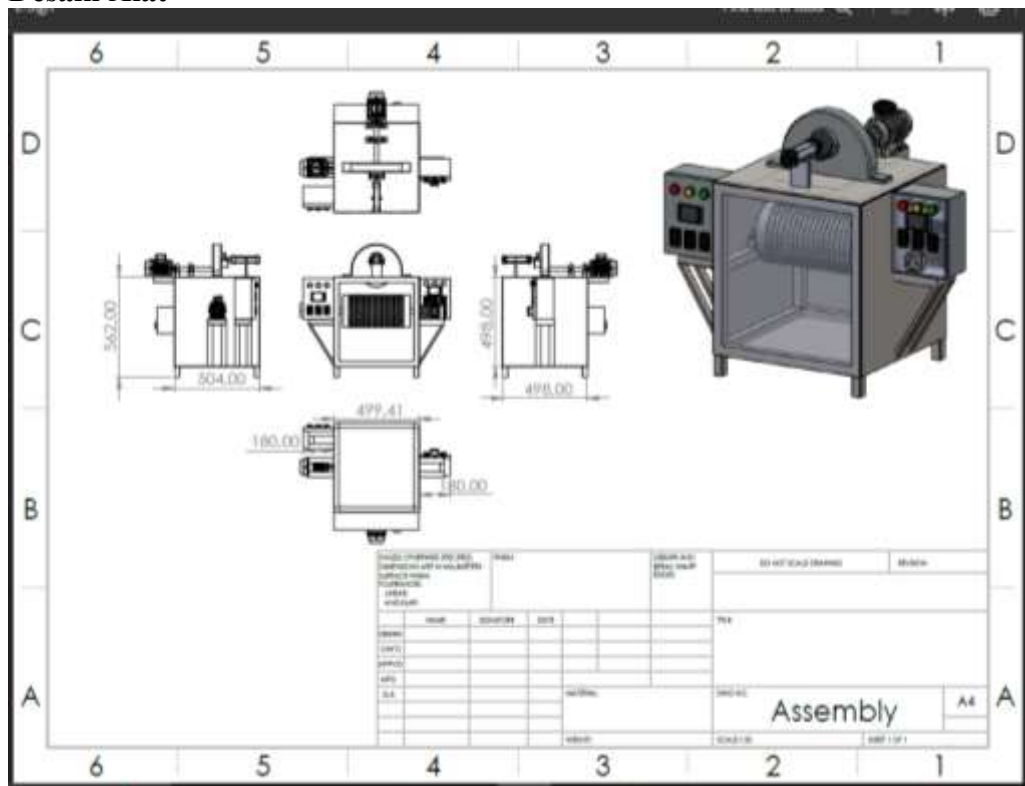


Gambar 3. 9 Skema *Pengukuran* Temperatur

3.5 Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* dilakukan untuk membuat sistem pemotong dan pengering kentang secara mekanik yang meliputi elemen atau alat pemotong (*chipper*) dan alat pengering (*dehydrator*) seperti bentuk, dimensi, serta *wiring* yang digunakan pada sistem ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Desain Alat



Gambar 3. 10 Dimensi Alat

Alat yang dibuat menggunakan sistem pemotongan dan pengeringan yang berada pada *dehydrator* tipe *rotary cylinder*. Pemotongan diintegrasikan di atas *dehydrator box* dengan piringan potongan yang dilengkapi dengan 2 mata pisau, piringan potongan di gerakkan dengan motor listrik. *Dehydrator* dengan bentuk *box* dilengkapi dengan *rotary cylinder* sebagai alat bantu mempercepat pengeringan dan wadah kentang setelah di potong, kentang dalam satu proses bahan dasar *dehydrator* terbuat dari bahan aluminium dan *plat* besi yang di bentuk seperti *box*, bahan *rotary*

cylinder nya terbuat dari aluminium yang dapat menahan panas. Dimensi *box dehydrator* tipe *rotary cylinder* yang dibuat dapat dilihat pada **Gambar 3. 11**

Tabel 3. 1 Volume *Dehydrator Box* dan *Rotary Cylinder*

Komponen	Rumus Perhitungan	Nilai	Volume (mm ³)
<i>Dehydrator Box</i>	$V = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$	$499,41 \times 498,00 \times 562,00$	140.086.665,96 mm³
<i>Rotary Cylinder</i>	$V = \pi \times r^2 \times h$	$\pi \times (90,00)^2 \times 498,00$	12.683.401,89 mm³

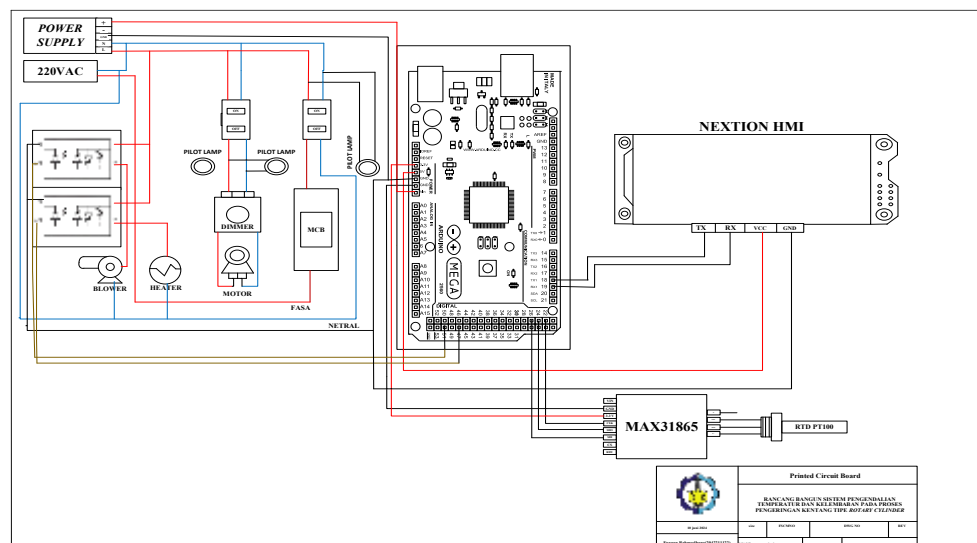
Pada Tabel 3.2 ini menunjukkan dimensi utama dari sebuah mesin dengan panjang keseluruhan 499,41 mm, lebar 498,00 mm, dan tinggi 562,00 mm. Lebar bagian samping mesin adalah 180,00 mm, sementara tinggi bagian sampingnya adalah 498,00 mm. Dimensi-dimensi ini mencakup seluruh bagian mesin, termasuk panel kontrol dan motor yang terletak di bagian atas untuk memastikan pemasangan dan fungsi yang sesuai. Untuk menghitung volume *dehydrator box* dan *rotary cylinder*, Volume V dari sebuah kotak dihitung dengan rumus:

Berdasarkan perhitungan volume *dehydrator Box*: 139.772.873,16 mm³ (atau sekitar 139,77 liter), volume *rotary cylinder*: 12.672.556,45 mm³ (atau sekitar 12,67 liter) *box dehydrator* dilengkapi dengan *rotary cylinder* yang terdapat didalamnya digunakan untuk memutar kentang di dalam komponen ini. Berikut merupakan tampilan dalam yang terdapat pada *box dehydrator*.



Gambar 3. 11 Tampilan Integrasi *Chipper* dan *Dehydrator* Tipe *Rotary Cylinder*

3.5.2 Wiring Diagram



Gambar 3. 12 Wiring Electrical System

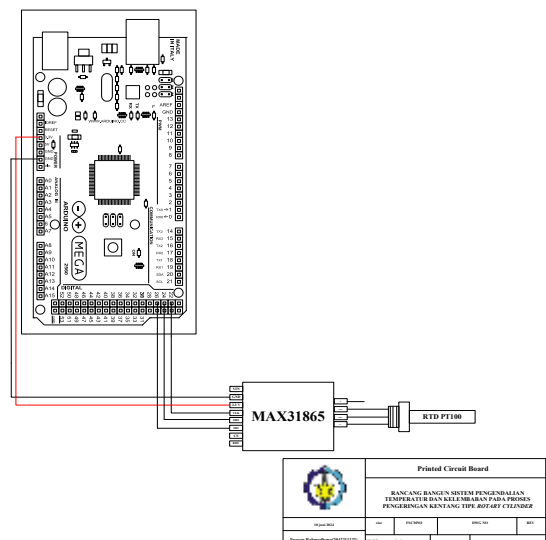
Berdasarkan Gambar 3.12 di atas merupakan desain yang merupakan tampilan dari *wiring* antar komponen yang digunakan pada sistem *dehydrator* tipe *rotary cylinder* mulai dari sistem *wiring system monitoring* dan kontrol seperti sensor, aktuator, dan *input*. *Wiring* ini dibuat untuk memudahkan instalasi sistem elektrikal pada alat yang akan dibuat.

3.6 Rencana Uji Kerja komponen

Tahap ini dilakukan untuk melakukan *testing* kinerja komponen agar berjalan sesuai dengan pembacaan *input* dan kerja *output*. Uji coba bertujuan untuk memastikan bahwa komponen yang digunakan dalam kondisi baik tanpa adanya *error* atau kerusakan. Adapun pengujian yang dilakukan diantaranya sebagai berikut.

3.6.1 Rencana pengujian Karakteristik Statik

Pengujian komponen dilakukan untuk memastikan bahwa komponen dalam keadaan baik dan tidak rusak. Validasi sensor akan dilakukan dengan menggunakan validator thermometer constant 20T. Tabel 3.3 adalah tabel pengujian validasi sensor RTD PT100



Gambar 3. 13 Desain Wiring Pengujian Sensor RTD PT100

Tabel 3. 2 Validasi Sensor RTD PT100

Uji Ke-					
Jumlah Data Pengukuran	Waktu (S)	Rtd Pt100 (°C)	Validator (°C)	Difference	Error%
1					
2					
3					
4					
Rata Rata					
Akurasi					

3.7 Pengujian Alat

. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang tengah dikembangkan. Proses pengujian ini terbagi menjadi dua tahapan utama, yaitu pengujian aktuator serta pengamatan terhadap respon dinamik dari sistem kontrol. Pengujian aktuator dilakukan dengan mengamati bagaimana aktuator merespon perubahan temperatur sebelum dan sesudah mencapai nilai *set-point*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menilai apakah respon aktuator telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dan layak digunakan dalam sistem.

Setelah tahap pengujian aktuator selesai, dilanjutkan dengan analisis terhadap respon dinamik sistem kontrol. Respon dinamik ini menggambarkan perubahan variabel proses, dalam hal ini temperatur, terhadap waktu. Hasil pengamatan ini kemudian dipetakan dalam bentuk grafik hubungan antara *input* dan *output* sistem. Grafik tersebut digunakan untuk mengidentifikasi sejumlah parameter penting, seperti maximum *overshoot* (nilai puncak tertinggi), *peak time* (waktu pencapaian puncak pertama), *delay time* (waktu mencapai separuh dari *steady state*), *rise time* (waktu pertama kali mencapai *set-point*), serta *settling time* (waktu sistem mencapai kondisi stabil). Grafik respon dinamik inilah yang menjadi dasar dalam menganalisis performa sistem kontrol temperatur secara menyeluruh.

3.8 Analisis Kinerja Sistem

Analisis kinerja sistem dilakukan setelah sistem sudah diintegrasikan satu sama lain dan berhasil menghasilkan produk. Analisis kinerja sistem berisikan hasil uji laboratorium *chroma* pada kentang dengan alat pemanasan berupa *dehydrator* tipe *rotary cylinder*. Analisis ini bertujuan untuk mengukur kinerja sistem agar menghasilkan saran untuk keberlanjutan penelitian.

3.9 Penyusunan Laporan Proyek Akhir

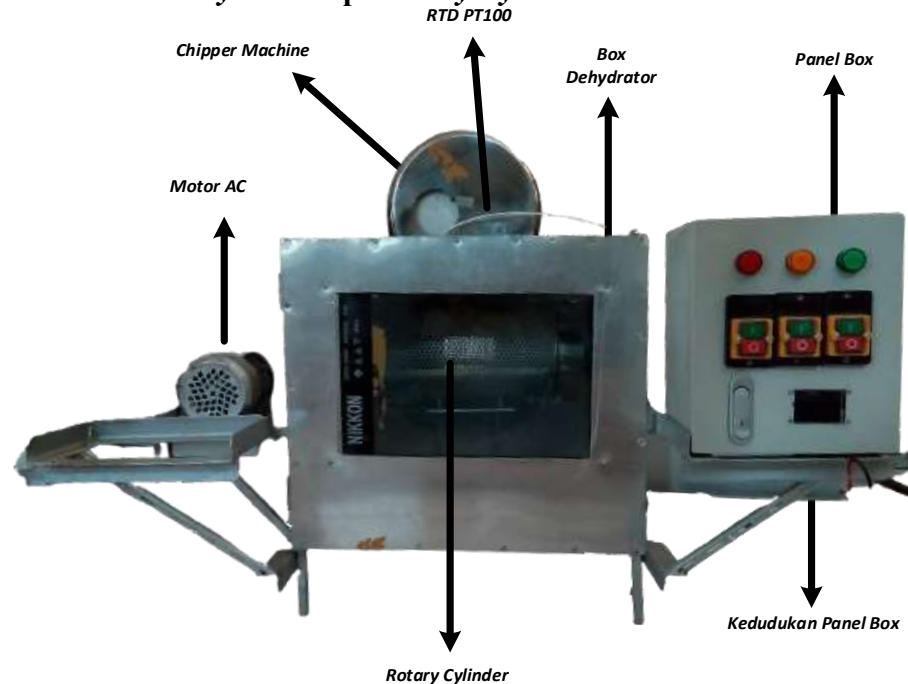
Kegiatan ini dilakukan ketika seluruh perancangan dan pembuatan sistem sudah dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Penyusunan laporan bertujuan sebagai bukti tertulis bahwa penelitian sudah dilakukan. Laporan ini berisi hasil dan pembahasan berupa analisis tentang sistem yang sudah dibuat sehingga mampu menghasilkan kesimpulan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Alat

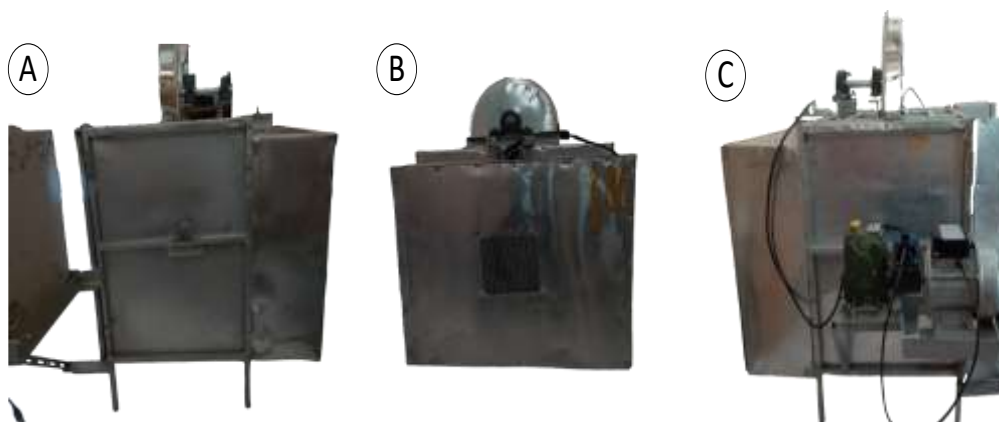
Hasil perancangan alat dalam penelitian ini menggambarkan hasil konkret dari proses perancangan alat yang dilakukan. Alat yang dibuat berdasarkan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil perancangan alat meliputi hasil pembuatan dari alat pengeringan kentang (*dehydrator*) tipe *rotary cylinder*. Hasil dari teknologi pengeringan kentang (*dehydrator*) tipe *rotary cylinder* adalah sebagai berikut.

4.1.1 Hasil Alat *Dehydrator* tipe *Rotary Cylinder*



Gambar 4. 1 Hasil Alat *Dehydrator* tipe *Rotary Cylinder*

Pada Gambar 4.1 hasil dari perancangan alat pengering kentang meliputi pembuatan beberapa komponen utama seperti bagian *heating element*, sistem *rotary cylinder*, elemen pemanas, dan sistem kontrol pada alat yang dibuat. Alat ini merupakan realisasi dari konsep dan rancangan yang telah dijabarkan sebelumnya. Visualisasi hasil perancangan teknologi pengering kentang tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.

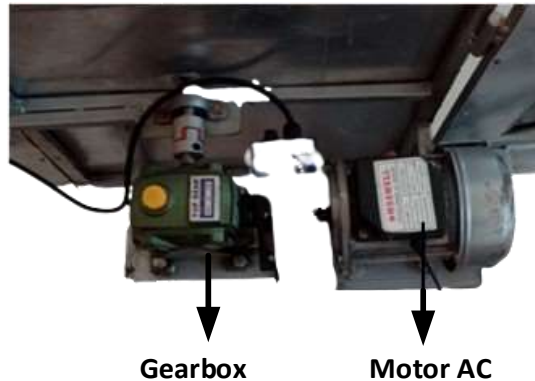


Gambar 4. 2 A. *Dehydrator* tampak samping kanan, B. *Dehydrator* tampak belakang, C. *Dehydrator* tampak kiri



Gambar 4. 3 Bagian dalam *Dehydrator Box (Rotaty Cylinder)*

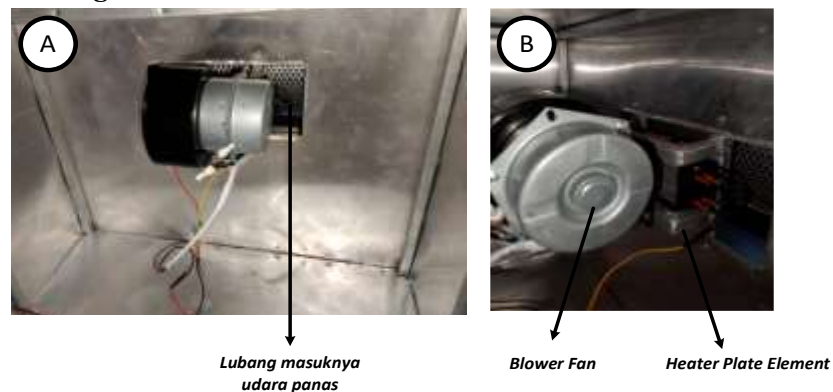
Gambar 4. 3 diatas merupakan tampilan dari bagian dalam *dehydrator (Rotary Cylinder)* yang dibuat dengan volume 12.672.556,45 mm³ (atau sekitar 12,67 liter) yang sudah di tentukan pada penelitian ini pengujian dilakukan dengan memasukan kentang. Pada bagian dalam *rotary cylinder* berfungsi untuk meratakan kentang yang digerakkan oleh motor AC yang terdapat pada Gambar 4.4. Sistem *rotary cylinder* bekerja dengan memutar bagian dalam berputar pada porosnya.



Gambar 4. 4 Tampilan dari Penggerak Sistem Pemutaran *Rotary Cylinder Dehydrator*

Gambar 4.4 *cylinder* yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu motor AC dan *gearbox*. Motor AC berfungsi sebagai penggerak utama untuk memutar silinder pengering, sementara *gearbox* digunakan untuk menurunkan kecepatan putaran motor dan meningkatkan torsi, sehingga silinder dapat berputar secara stabil dan merata selama proses pengeringan berlangsung.

4.1.2 Hasil *Heating Element*



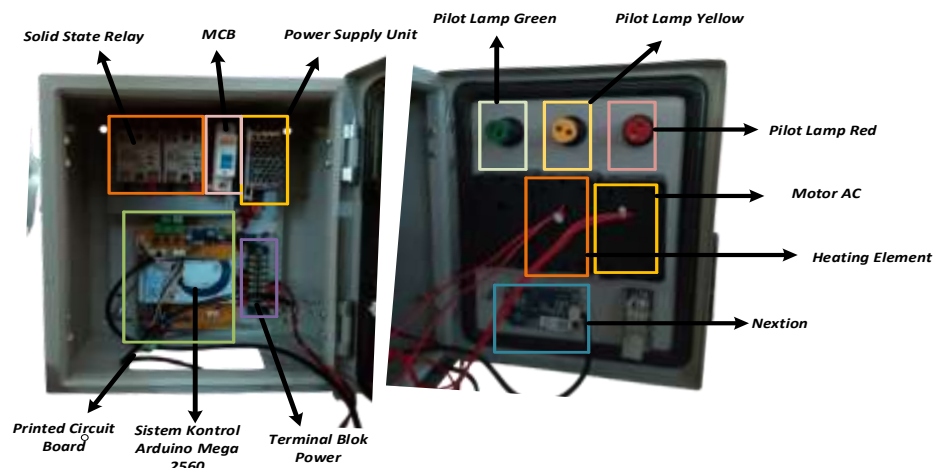
Gambar 4. 5 A. Lubang Masuk Udara Panas, B. *Blower Fan* dan *Heater Plate element*

Sistem pemanas pada Gambar 4.5 terdiri dari dua komponen utama berupa *heating*

element dan *blower fan*. *Blower fan* mendorong udara melalui *heating element* untuk menghasilkan udara panas yang kemudian dialirkan ke ruang pengering melalui saluran udara (bagian A). Udara panas ini disirkulasikan secara terus-menerus ke ruang pengering guna menjaga temperatur sesuai *set point* dan mempercepat proses pengeringan kentang (bagian B).

4.1.3 Hasil Perancangan Sistem Kontrol dalam *Panel Box*

Hasil Perancangan *wiring* sistem kontrol pengering kentang pada Gambar 4.6 menunjukkan dua bagian utama dalam *panel box*, yaitu bagian internal dan bagian panel depan. Pada bagian internal terdiri dari *Solid State Relay* (SSR), *Miniature Circuit Breaker* (MCB), *Power Supply Unit*, *Printed Circuit Board* (PCB), *Arduino Mega 2560*, dan terminal blok *power*. Sementara itu, pada bagian panel depan terdiri dari lampu indikator (*pilot lamp green, yellow, red*), motor AC, *heating element*, dan layar antarmuka pengguna (*Nextion HMI*). Seluruh komponen dalam panel ini telah diuji *wiring*-nya dan dinyatakan terpasang dengan baik, memastikan konektivitas antar bagian sistem berjalan optimal sesuai rancangan.



Gambar 4. 6 *Wiring* di dalam *Panel Box*

4.1.4 Hasil Perancangan Sistem *Monitoring*

Sistem *monitoring* pada alat *dehydrator* tipe *rotary cylinder* digunakan untuk mengetahui proses yang sedang berjalan yang dapat dilihat pada tampilan LCD. *Nextion* dengan *monitoring* nilai temperatur. Pembuatan sistem *monitoring* dilakukan pada *software Nextion Editor* yang dipadukan dengan program pada *Arduino Ide*. Berikut merupakan tampilan dari sistem *monitoring* pada LCD yang dapat dilihat pada Gambar 4. 7.



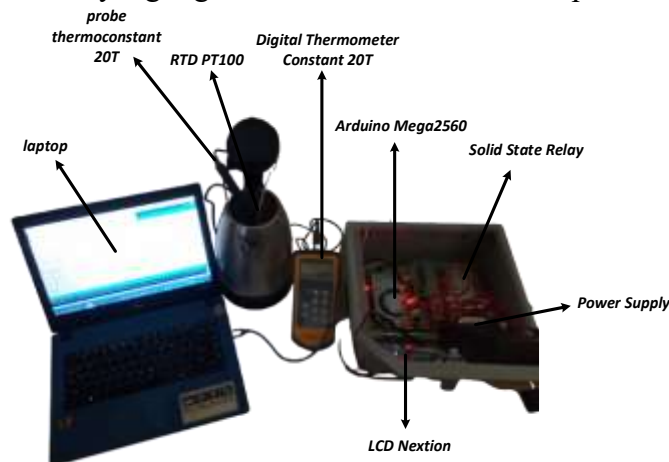
Gambar 4. 7 Tampilan *Monitoring* LCD

4.2 Hasil Pengujian Kinerja Komponen

Hasil pengujian kinerja komponen dilakukan untuk memastikan bahwa masing-masing komponen dapat bekerja dengan normal. Hasil pengujian kinerja perkomponen ini meliputi hasil validasi dari sensor RTD PT100. Validasi dilakukan dengan melakukan perbandingan pembacaan dari sensor yang digunakan dengan pembanding yaitu validator temperatur. Hasil dari pengujian kinerja komponen adalah sebagai berikut.

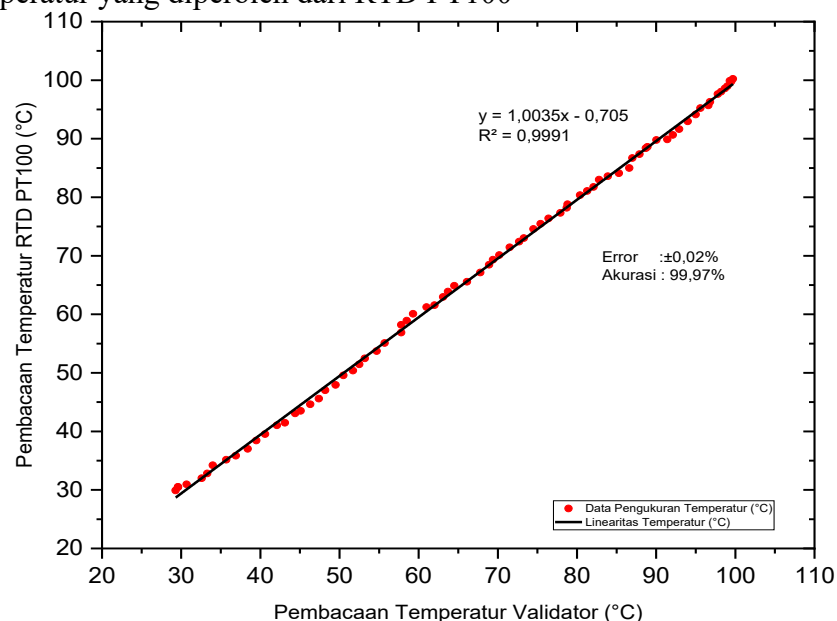
4.2.1 Hasil Validasi Sensor RTD PT100

Pada Gambar 4.8 Hasil Validasi dilakukan dengan pengujian pembacaan temperatur dengan fluida dilakukan dengan memasukkan sensor RTD PT100 pada air yang dipanaskan. Validator yang digunakan adalah validator temperatur *Constan* 20T.



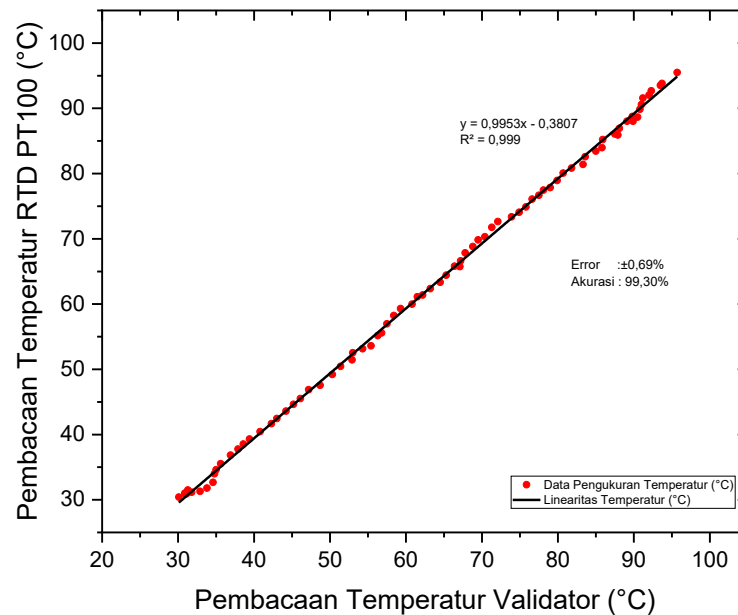
Gambar 4. 8 Validasi Sensor RTD PT100 Temperatur Air yang Dipanaskan.

Dalam pengujian ini, sensor RTD PT100 digunakan untuk mengukur temperatur yang diletakkan di dalam teko listrik sehingga menghasilkan variasi temperatur yang bisa diukur oleh sensor RTD PT100. Sensor ini kemudian dihubungkan ke sebuah modul konverter yang berfungsi untuk membaca secara *digital* dan memproses sinyal temperatur yang diperoleh dari RTD PT100



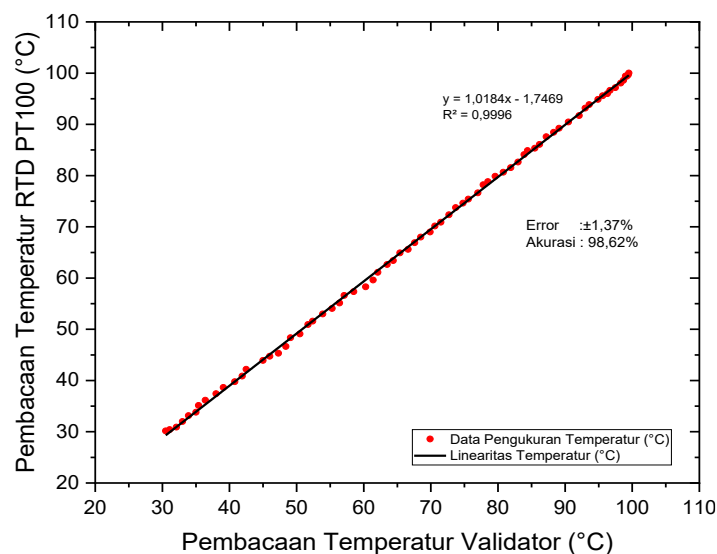
Gambar 4. 9 Hasil Validasi Sensor Uji Pertama

Gambar 4. 9 pada uji pertama validasi sensor RTD PT100 uji pertama, sensor menunjukkan akurasi sebesar 99,98%, dengan rata-rata selisih pembacaan antara sensor dan validator sebesar 0,02°C dan persentase kesalahan rata-rata 0,02%. Selisih terbesar tercatat pada suhu 85,3°C oleh sensor dan 84,1°C oleh validator, dengan selisih 1,61°C.



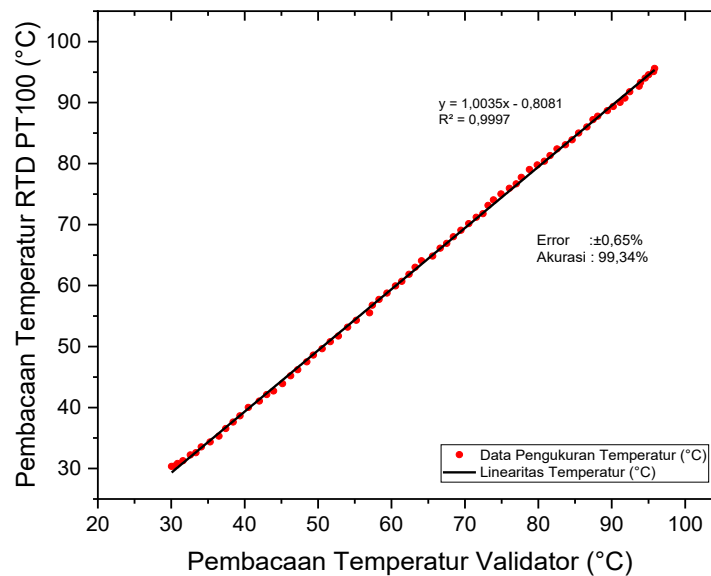
Gambar 4. 10 Hasil Validasi Sensor Uji Kedua

Gambar 4.10 pada uji kedua validasi sensor RTD PT100, sensor menunjukkan akurasi sebesar 99,30%, dengan rata-rata selisih pembacaan antara sensor dan validator sebesar 0,70°C dan persentase kesalahan rata-rata 0,70%. Selisih terbesar tercatat pada suhu 33,8°C oleh validator dan 31,8°C oleh sensor, dengan selisih 2,0°C.



Gambar 4. 11 Hasil Validasi Sensor Uji Ketiga

Gambar 4.11 pada uji ketiga validasi sensor, sistem menunjukkan akurasi sebesar 98,63%, dengan rata-rata selisih pembacaan antara sensor dan validator sebesar 1,37°C dan persentase kesalahan rata-rata 1,37%. Selisih terbesar tercatat pada suhu 47,3°C oleh validator dan 45,31°C oleh sensor, dengan selisih 1,99°C.



Gambar 4. 12 Validasi Sensor Temperatur Sensor RTD PT100

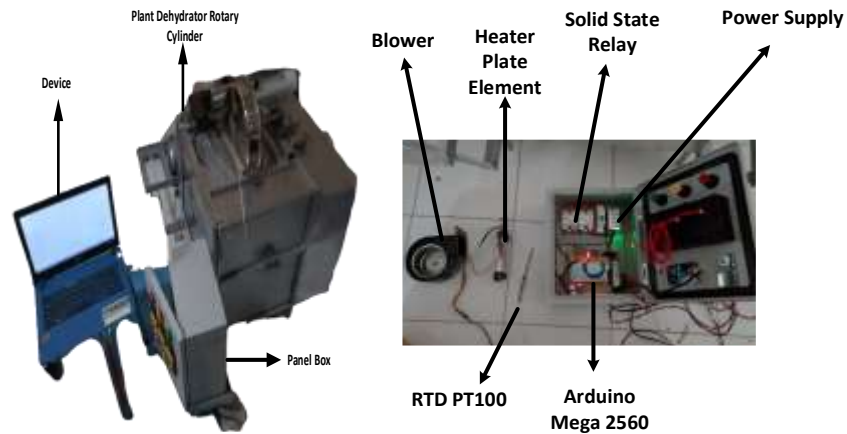
Pengujian sensor RTD PT100 dilakukan untuk memvalidasi akurasi temperatur dengan membandingkan hasil pengukuran dari sensor dan validator. Pada uji rata rata dari pengujian pertama, kedua dan ketiga, sensor menunjukkan akurasi sebesar 99,34%, dengan rata-rata selisih pembacaan antara sensor dan validator sebesar 0,66°C dan persentase kesalahan rata-rata 0,66%. Selisih terbesar tercatat pada suhu 90,03°C oleh validator dan 91,13°C oleh sensor, dengan selisih 1,10°C.

4.3 Pengujian Aktuator dan Hubungan Variasi *Set Point* pada *Dehydrator* terhadap Waktu Pemanasan

Pengujian aktuator pada Gambar 4.13 dan Tabel 4.1 bertujuan untuk memastikan bahwa aktuator *relay* (SSR) dapat berfungsi dengan baik dalam menjaga temperatur berada di dalam rentang yang optimal sesuai dengan set point masing-masing. *Heater* dan *blower* akan menyala dan mati secara otomatis untuk menjaga kestabilan temperatur.

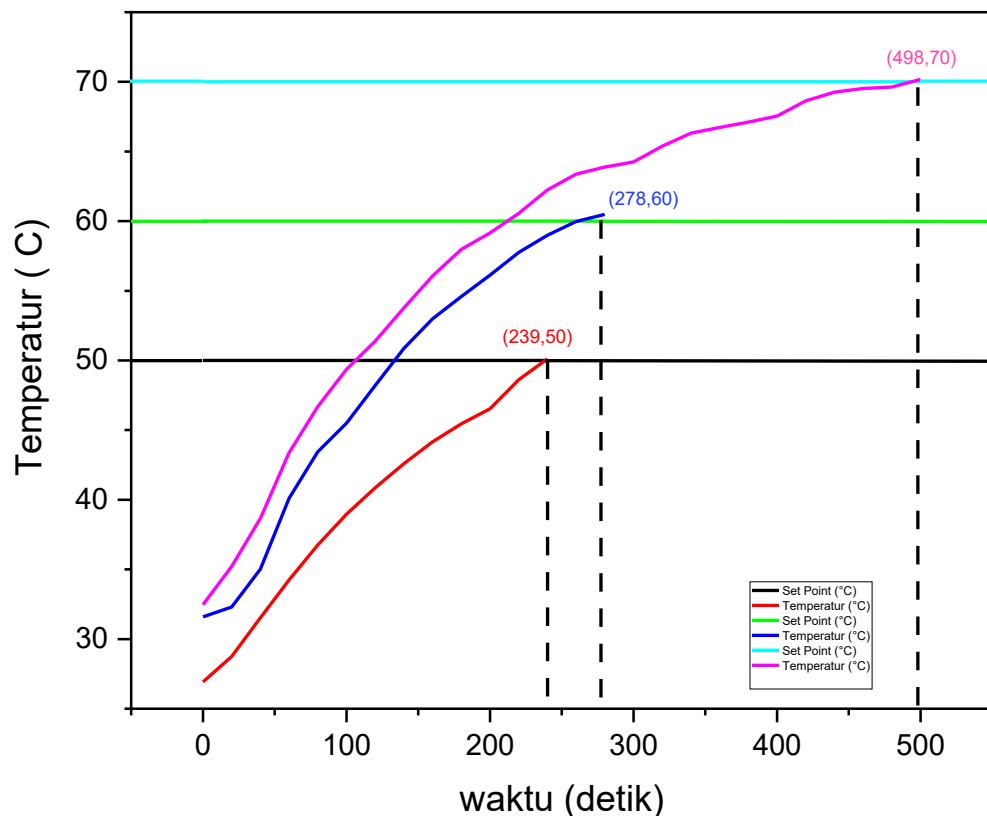
Tabel 4. 1 Rentang Batas Aktuator Temperatur Berdasarkan *Set Point*

<i>Set Point</i> (°C)	<i>Lower Limit</i> (°C)	<i>Upper Limit</i> (°C)	Kondisi ON (<i>Heater</i> & <i>Blower</i> Aktif)	Kondisi OFF (<i>Heater</i> & <i>Blower</i> Mati)
50°C	49,5	50,5	Saat temperatur < 49,5°C	Saat temperatur > 50,5°C
60°C	59,5	60,5	Saat temperatur < 59,5°C	Saat temperatur > 60,5°C
70°C	69,5	70,5	Saat temperatur < 69,5°C	Saat temperatur > 70,5°C



Gambar 4. 13 Pengujian Aktuator Temperatur Pada *Plant Dehydrator Tipe Rotary Cylinder*

Hubungan variasi *set point* temperatur terhadap waktu pada *rotary cylinder* terhadap waktu pemanasan digunakan untuk mengetahui perbandingan laju perubahan temperatur dan mengetahui kemampuan tiap variasi mencapai *set-point* yang sudah ditentukan bahwa laju perubahan temperatur $\frac{dT}{dt}$ sangat dipengaruhi oleh besar energi panas yang diberikan ke sistem per satuan waktu $\frac{dQ}{dt}$, bergantung pada karakteristik termal bahan berupa massa (m) dan kalor jenisnya (c). Variasi *set point* 50°C, 60°C, 70°C. Hasil dari percobaan hubungan variasi *set point* temperatur terhadap waktu pada *rotary cylinder* terhadap waktu pemanasan dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 hubungan variasi *set point* terhadap waktu pemanasan

Tabel 4. 2 Laju Perubahan Temperatur *Set Point* 50°C

Jenis <i>Set Point</i> (°C)	Waktu pemanasan hingga <i>set-point</i>	Laju perubahan temperatur (°C/menit)
<i>set point</i> 50 °C	239 detik (3,98 menit)	5.82

Berdasarkan data yang ditunjukkan Tabel 4.2 di atas, variasi *set point* temperatur terhadap waktu mampu memanaskan ruangan *dehydrator* hingga *set-point* selama 239 detik (3,98 menit) dengan laju perubahan temperatur sebesar 5.82 (°C/menit).

Tabel 4. 3 Perhitungan laju perubahan Temperatur *Set Point* 50°C

<i>set point</i> 50 °C	Laju Perubahan Temperatur	$\frac{\Delta T}{\Delta t}$
	Laju Perubahan Temperatur	$\frac{50,12-26,92}{3,98-0}$
	Laju Perubahan Temperatur	$\frac{23,2}{3,98}$
	Laju Perubahan Temperatur	=5,82 (°C/menit)

Tabel 4. 4 Laju Perubahan Temperatur *Set Point* 60°C

Jenis <i>Set Point</i> (°C)	Waktu pemanasan hingga <i>set-point</i>	Laju perubahan temperatur (°C/menit)
<i>set point</i> 60 °C	278 detik (4,63 menit)	6,23

Berdasarkan data yang ditunjukkan Tabel 4.5 di atas, variasi *set point* temperatur terhadap waktu 940 (15.66 menit) *set point* 60 °C mampu memanaskan susu hingga *set-point* selama 278 detik (4,63 menit) dengan laju perubahan temperatur sebesar 6,23 (°C/menit)

Tabel 4. 5 Perhitungan laju perubahan Temperatur *Set Point* 60°C

<i>set point</i> 60 °C	Laju Perubahan Temperatur	$\frac{\Delta T}{\Delta t}$
	Laju Perubahan Temperatur	$\frac{60,48-31,6}{4,63-0}$
	Laju Perubahan Temperatur	$\frac{28,88}{4,63}$
	Laju Perubahan Temperatur	=6,23 (°C/menit)

Tabel 4. 6 Laju Perubahan Temperatur *Set Point* 70°C

Jenis <i>Set Point</i> (°C)	Waktu pemanasan hingga <i>set-point</i>	Laju perubahan temperatur (°C/menit)
<i>set point</i> 70 °C	498 detik (8,3 menit)	4,54

Berdasarkan data yang ditunjukkan di atas, variasi *set point* temperatur terhadap waktu mampu memanaskan susu hingga Tabel 4.7 *set-point* selama 498 detik (8,3 menit) dengan laju perubahan temperatur sebesar 4,54 (°C/menit)

Tabel 4. 7 Perhitungan laju perubahan Temperatur *Set Point* 70°C

<i>set point</i> 70 °C	Laju Perubahan Temperatur	$\frac{\Delta T}{\Delta t}$
	Laju Perubahan Temperatur	$\frac{70,18-32,47}{8,3-0}$
	Laju Perubahan Temperatur	$\frac{37,71}{8,3}$
	Laju Perubahan Temperatur	=4,54 (°C/menit)

Berdasarkan analisis *set point* tercepat dan laju perubahan temperatur dari masing-masing *set point*, dapat disimpulkan bahwa *set point* 50°C cepat mencapai *set point* dan menghasilkan laju pemanasan sebesar 5,82°C/menit. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa dalam konteks efisiensi pemanasan awal, *set point* 50°C adalah yang paling optimal karena dapat mencapai temperatur target dalam waktu lebih singkat dibandingkan dengan *set point* lainnya berikut pada **Tabel 4.8**

Tabel 4. 8 Kesimpulan dari semua laju perubahan

Jenis <i>Set Point</i> (°C)	Waktu Pemanasan Hingga <i>Set-Point</i>	Laju Perubahan Temperatur (°C/Menit)
<i>Set Point</i> 50 °C	238 Detik (3,96 Menit)	5.82
<i>Set Point</i> 60 °C	571 Detik (9,516 Menit)	6,23
<i>Set Point</i> 70 °C	257 Detik (4,28 Menit)	4,54

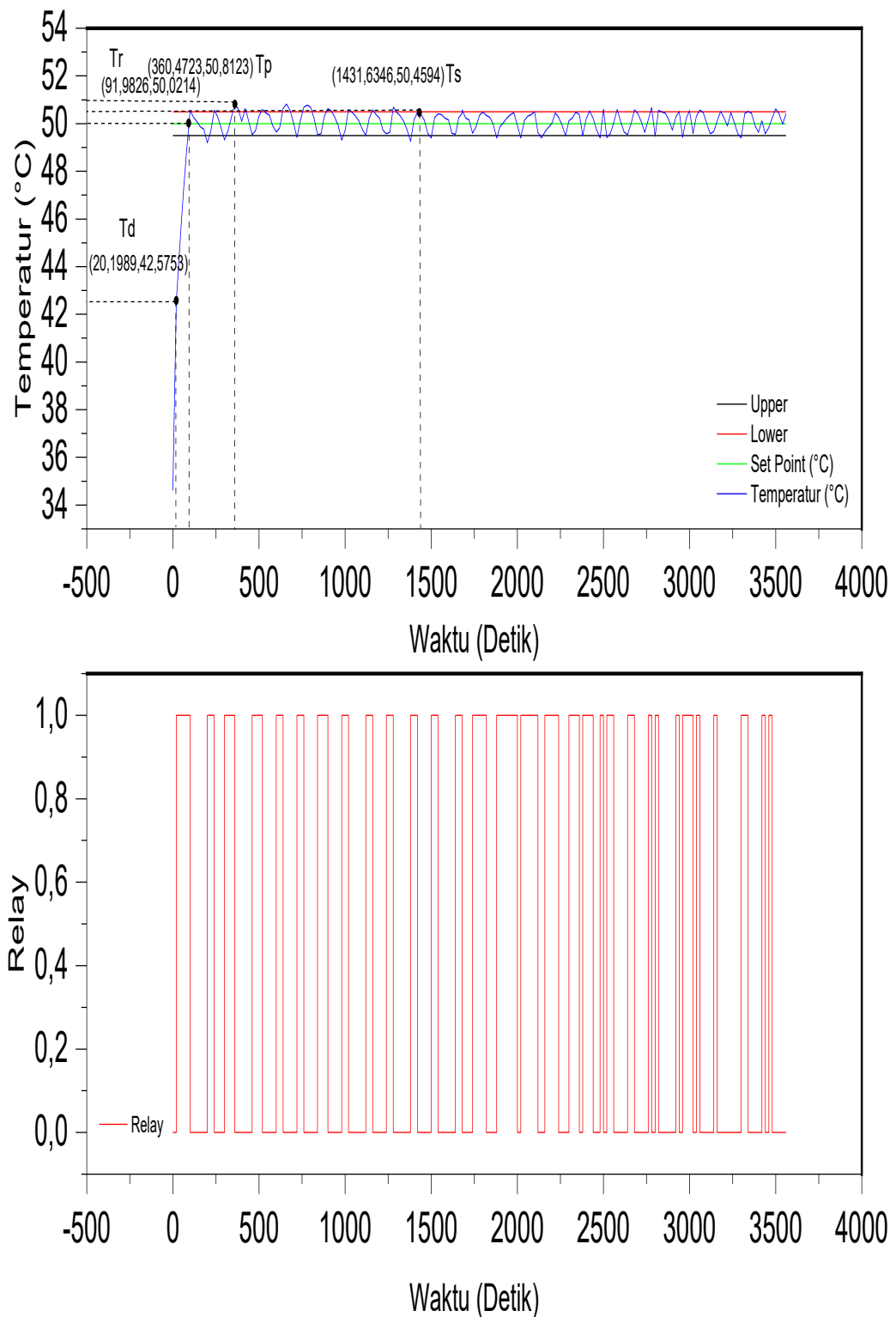
4.4 Hasil Pengujian Respon Dinamik Sistem Kontrol (*Rotary Cylinder* dengan Kentang)

Tabel 4. 9 Tabel Data Pengukuran dan Respon Waktu Sistem pada berbagai *Set Point* Temperatur Pengeringan

<i>Set Point</i>	Jumlah Data Pengukuran (Kelipatan 20 Detik)	Total <i>Maximal</i> Waktu keseluruhan / detik (s), (menit)	Waktu (s) mencapai <i>Set Point</i> (°C)
50°C	188	3720 s, (62 menit)	91,98 detik (1,53 menit), 50,0 °C
	191	3760 s, (62,66 menit)	140 detik (2,33 menit) 50,0 °C
	194	3820 s, (63,66 menit)	181 detik (3.01menit) ,50,0 °C
	193	3800 s, (63,33 menit)	112 detik (1,86 menit) ,50,0 °C
60°C	194	3820 s, (63,66 menit)	261 detik (4,35 menit) ,60,0 °C
	195	3840 s, (64 menit)	263 detik (4,38 menit) ,60,0 °C
	195	3840 s, (64 menit)	259 detik (4,31 menit) ,60,0 °C
	194	3820 s, (63,66 menit)	159 detik (2,65 menit) ,60,0 °C
70°C	210	4160 s, (69,33 menit)	495 detik (8,25 menit) ,70,0 °C
	208	4120 s, (68,66 menit)	531 detik (8,85 menit) ,70,0 °C
	198	3920 s, (65,33 menit)	320 detik (5,33 menit) ,70,0 °C
	195	3860 s, (64,33 menit)	259 detik (4,31 menit) ,70,0 °C

Respon dinamik dari sistem kontrol pada *plant* pengeringan kentang *rotay cylinder* yang sudah dibuat menggunakan perbandingan dengan 3 variasi *set point* untuk melakukan pengujian respon dinamik kontrol yaitu 50°C, 60°C 70°C. Masing-masing *set point* memiliki waktu 4 jam, dikarenakan setiap jam nya harus mengitung pengurangan massa kentang jadi validator yang digunakan hanya timbangan *digital*, dan harus memiliki rentang waktu untuk pengambilan data massa kentang tiap jam nya menjadi 4 bagian yang terdapat pada Tabel 4.9

4.4.1 Hasil Pengujian Respon Dinamik Sistem Kontrol (*Set Point* 50 °C)



Gambar 4. 15 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 50°C (1 jam pertama) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

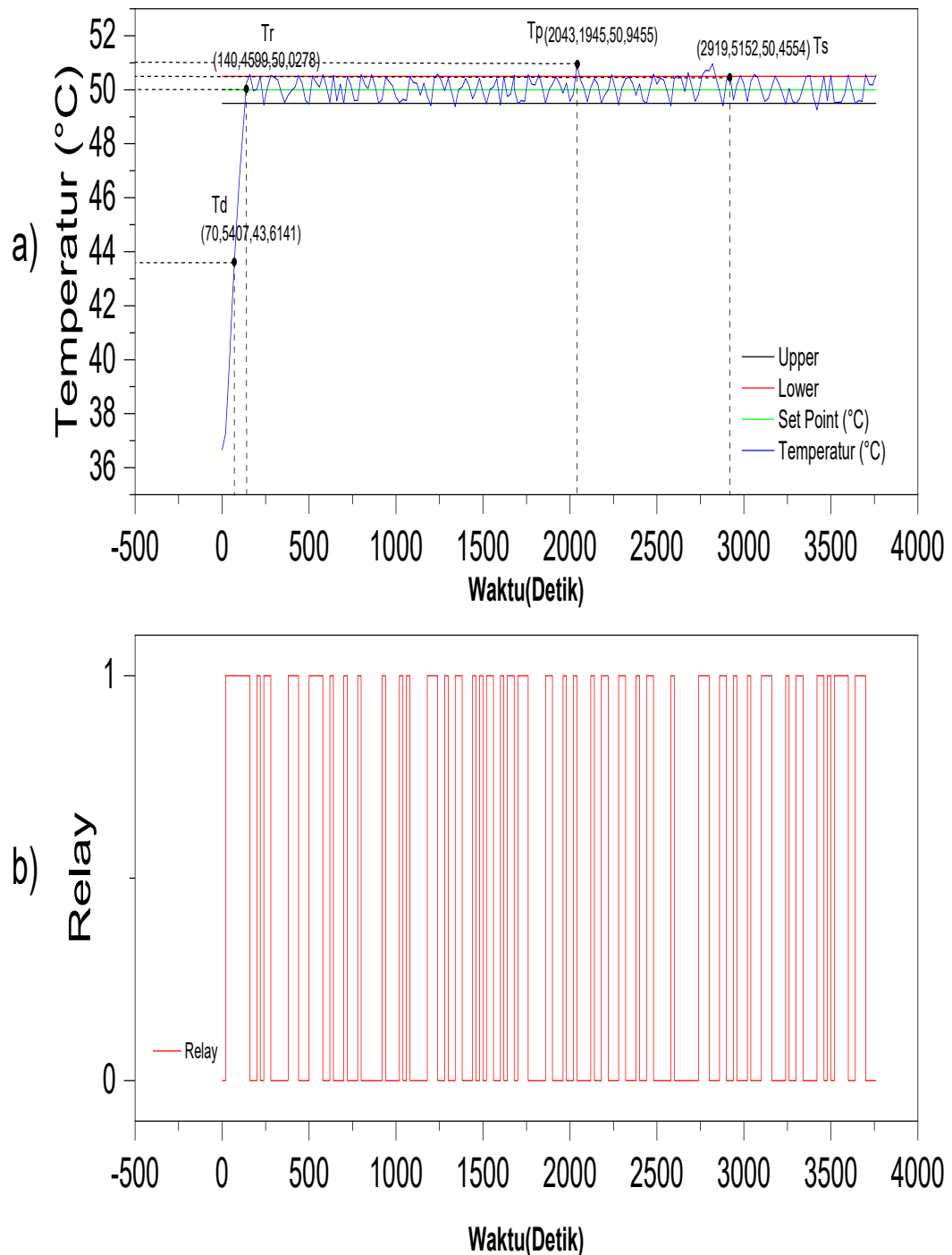
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.15 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 34,61 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (50 °C) didapatkan selama 91,98 detik (1,53 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable*

(temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 50 (1 jam pertama) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4. 10 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 50 °C (1 jam pertama)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	20,2 detik (0.34 menit) ,42,58 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	91,98 detik (1,53 menit), 50,02 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	360 detik (6 menit), 50,81 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{50,81 - 50}{50} \times 100\%$ $\frac{0,81}{50} \times 100\% = 0,0162 / \left(\frac{81}{5000} \right)$
<i>Setling time (ts)</i>	1431 detik (23,85 menit), 50,46 °C

Berdasarkan **Tabel 4.10** di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 50°C (1 jam pertama) dapat mencapai *set-point* (50 °C) selama 91,98 detik (1,53 menit) dan membutuhkan waktu selama 1431 detik (23,85 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0162 %. Kemudian, adapun respon dinamik 50°C (1 jam kedua) dapat dilihat pada **Gambar 4.16** di bawah ini.



Gambar 4. 16 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 50°C (1 jam kedua) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

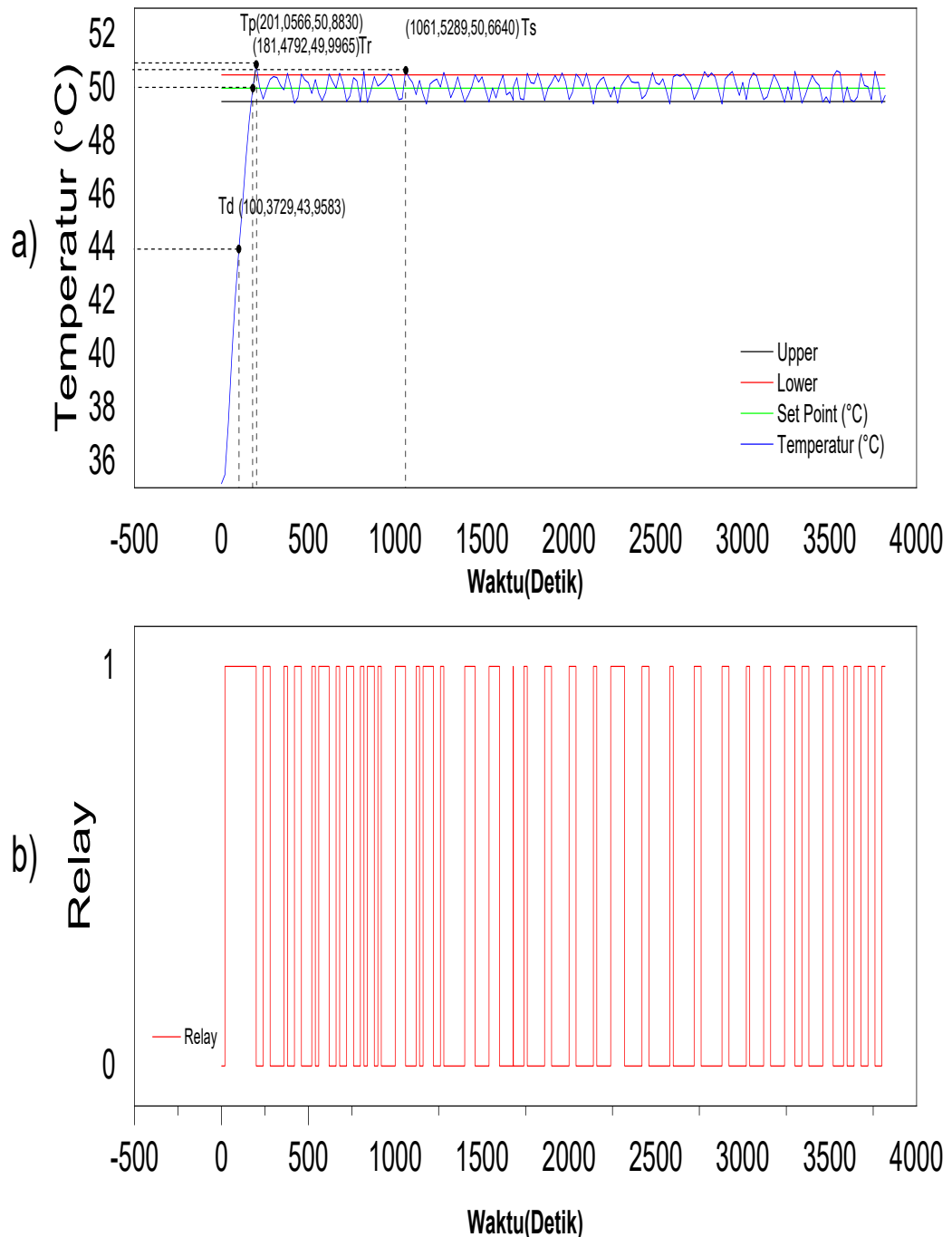
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.16 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 36,65 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (50 °C) didapatkan selama 140 detik (2,33 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang

rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 50 (1 jam kedua) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4. 11 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 50 °C (1 jam kedua)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	70,54 detik (1.17menit) ,43,61 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	140 detik (2,33 menit) 50,00 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	2043 detik (34.05menit), 50,94 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{50,94 - 50}{50} \times 100\%$ $\frac{0,94}{50} \times 100\% = 0,0188 / \left(\frac{47}{2500} \right)$
<i>Setling time (ts)</i>	2919 detik (48.65menit), 50,45 °C

Berdasarkan Tabel 4.11 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 50°C (1 jam kedua) dapat mencapai *set-point* (50 °C) selama 140 detik (2,33 menit) dan membutuhkan waktu selama 2919 detik (48,65 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0188 %. Kemudian, adapun respon dinamik 50°C (1 ketiga) dapat dilihat pada **Gambar 4.17** di bawah ini



Gambar 4. 17 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 50°C (1 jam ketiga) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

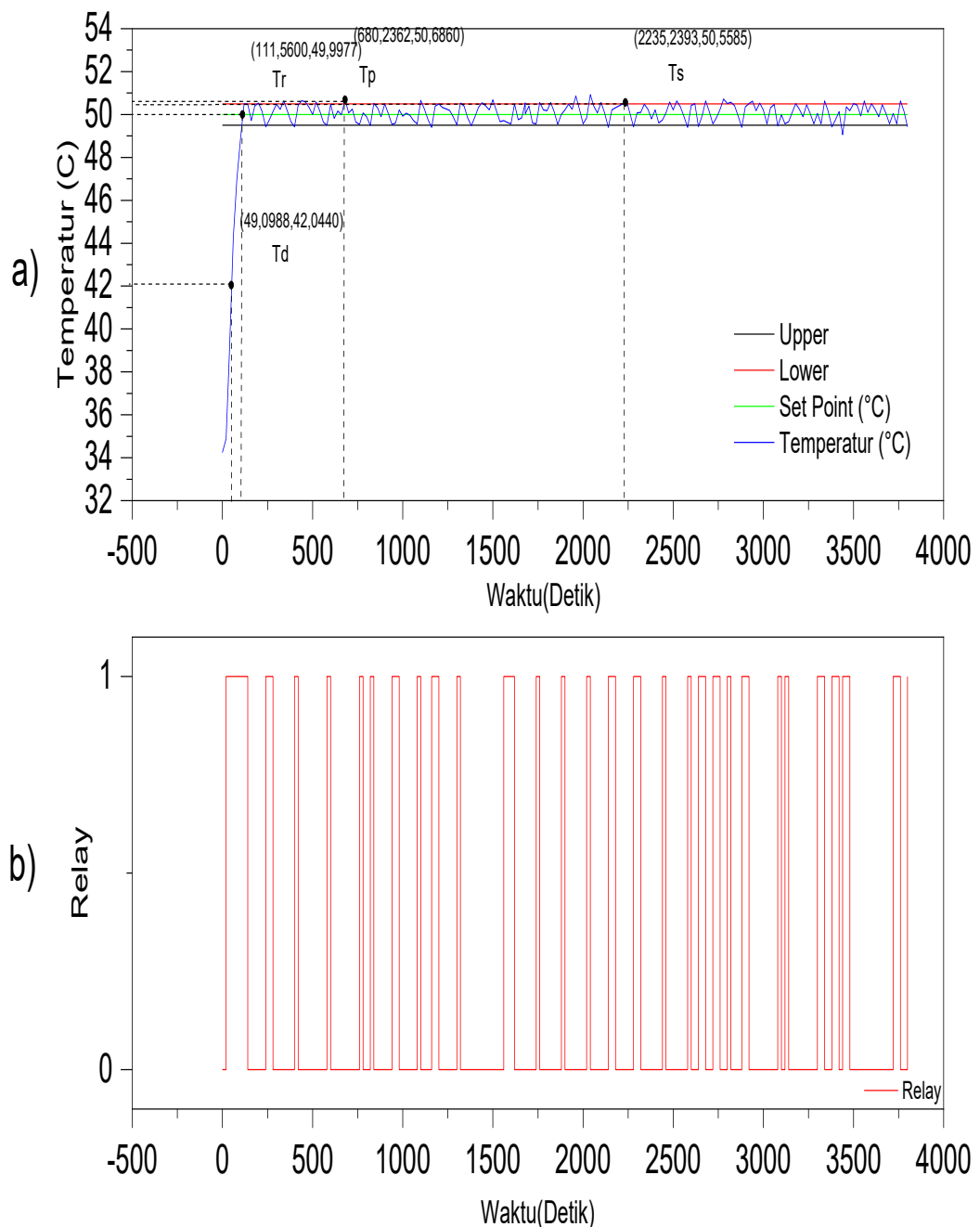
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.17 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 36,15 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (50 °C) didapatkan selama 181 detik (3,01 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang

rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 50 (1 jam ketiga) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.12 di bawah ini.

Tabel 4. 12 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 50 °C (1 jam ketiga)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	100 detik (1.66 menit) ,43,95 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	181 detik (3.01menit) ,50,0 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	201 detik (3.35 menit), 50,88 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$M_p = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{50,88 - 50}{50} \times 100\%$ $\frac{0,88}{50} \times 100\% = 0,0176 / \left(\frac{11}{625} \right)$
<i>Setling time (ts)</i>	1061 detik (17,6 menit), 50,65 °C

Berdasarkan Tabel 4.12 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 50°C (1 jam ketiga) dapat mencapai *set-point* (50 °C) selama 140 detik (2,33 menit) dan membutuhkan waktu selama 1061 detik (17,6 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0176 %. Kemudian, adapun respon dinamik 50°C (1 keempat) dapat dilihat pada **Gambar 4.18** di bawah ini



Gambar 4. 18 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 50°C (1 jam keempat)) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.18 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 34,24 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (50 °C) didapatkan selama 112 detik (1,86 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang

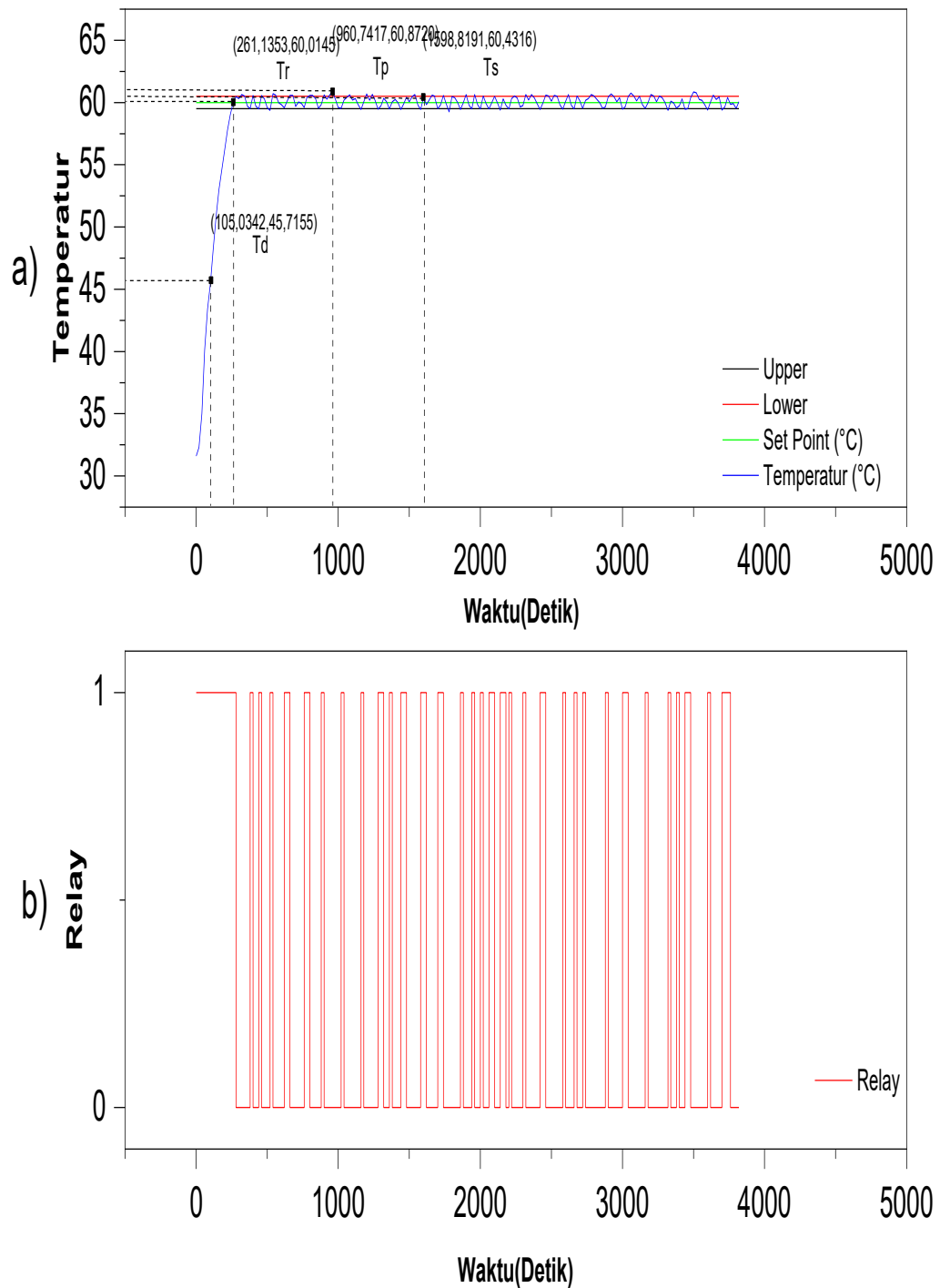
rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 50 (1 jam keempat) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.13 di bawah ini.

Tabel 4. 13 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 50 °C (1 jam keempat)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	49,09 detik (0,82menit) ,42,04 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	112 detik (1,86 menit) ,50,0 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	680 detik (11,33 menit), 50,69 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{50,69 - 50}{50} \times 100\%$ $\frac{0,69}{50} \times 100\% = 0,0138 / \left(\frac{69}{5000} \right)$
<i>Setling time (ts)</i>	2235 detik (37,25 menit), 50,55 °C

Berdasarkan **Tabel 4.13** di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 50°C (1 jam keempat) dapat mencapai *set-point* (50 °C) selama 112 detik (1,86 menit) dan membutuhkan waktu selama 2235 detik (37,25 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0138 %.

4.4.2 Hasil Pengujian Respon Dinamik Sistem Kontrol (*Set Point* 60 °C)



Gambar 4. 19 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 60°C (1 jam pertama) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

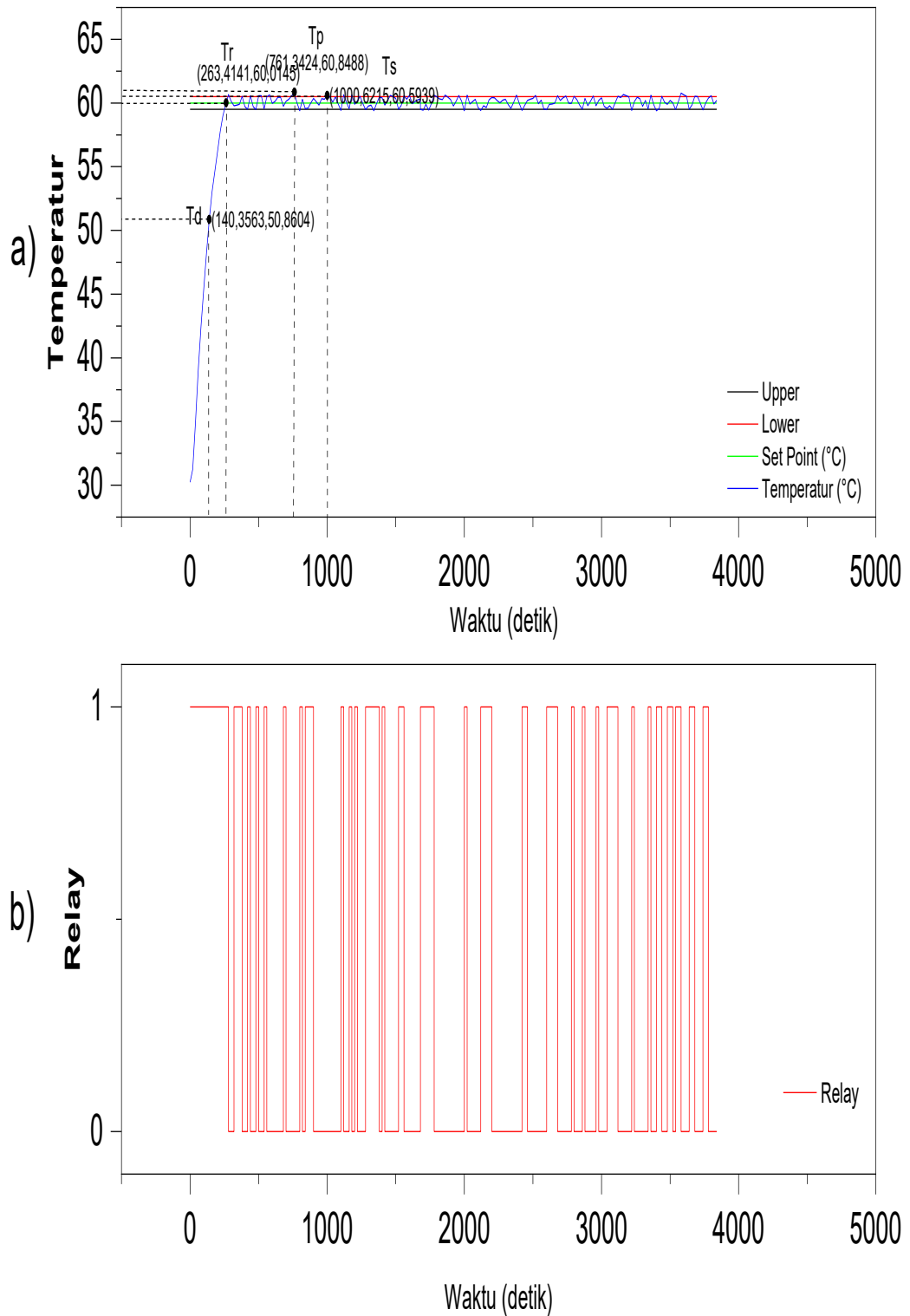
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.19 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 31,60 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (60 °C) didapatkan selama 280 detik (4,66 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator

menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 60 (1 jam pertama) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.14 di bawah ini.

Tabel 4. 14 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 60 °C (1 jam pertama)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime</i> (<i>td</i>)	105 detik (1,75 menit) ,45,71 °C
<i>Rise Time</i> (<i>tr</i>)	261 detik (4,35 menit) ,60,0 °C
<i>Peak Time</i> (<i>tp</i>)	960 detik (16 menit), 60,87 °C
<i>Max. overshoot</i> (<i>Mp</i>)	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{60,87 - 60}{60} \times 100\%$ $\frac{0,87}{50} \times 100\% = 0,0174 / \left(\frac{87}{5000} \right)$
<i>Setling time</i> (<i>ts</i>)	1598 detik (26,63 menit), 60,43 °C

Berdasarkan Tabel 4.14 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 60°C (1 jam pertama) dapat mencapai *set-point* (60 °C) selama 261 detik (4,835 menit) dan membutuhkan waktu selama 1598 detik (26,23 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0174 %. dapun respon dinamik 60°C (1 jam kedua) dapat dilihat pada Gambar 4.19 di bawah ini.



Gambar 4. 20 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 60°C (1 jam kedua) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

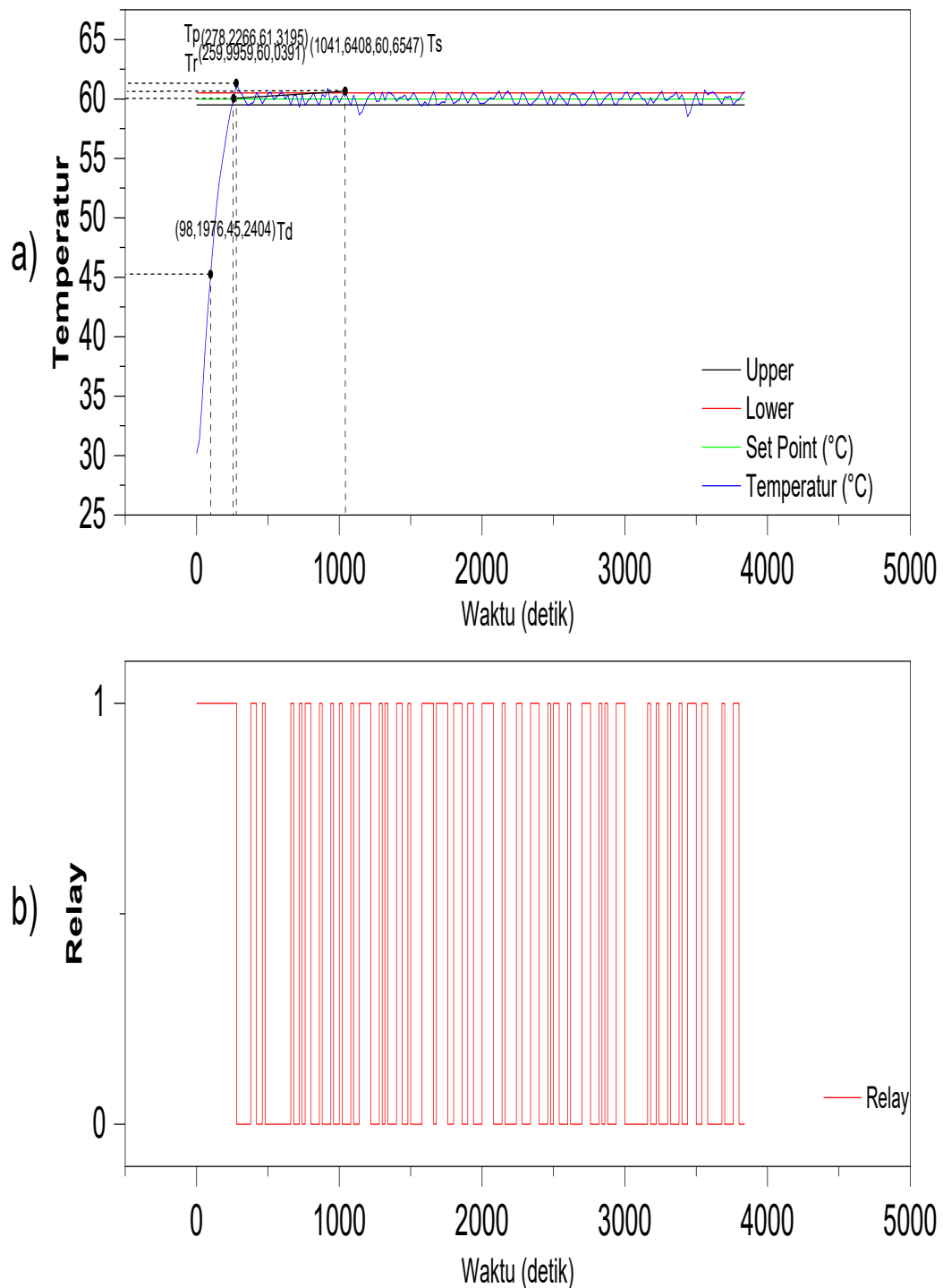
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.20 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 30,24 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (60 °C) didapatkan selama 280 detik (4,66 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable*

(temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 60 (1 jam kedua) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.15 di bawah ini.

Tabel 4. 15 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 60 °C (1 jam kedua)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime</i> (<i>td</i>)	140 detik (2,3 menit) ,50,86 °C
<i>Rise Time</i> (<i>tr</i>)	263 detik (4,38 menit) ,60,0 °C
<i>Peak Time</i> (<i>tp</i>)	761 detik (12,51 menit), 60,84 °C
<i>Max. overshoot</i> (<i>Mp</i>)	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{60,84 - 60}{60} \times 100\%$ $\frac{0,84}{60} \times 100\% = 0,014 / \left(\frac{14}{1000} \right)$
<i>Setling time</i> (<i>ts</i>)	1000 detik (16,66 menit), 60,59 °C

Berdasarkan Tabel 4.15 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 60°C (1 jam kedua) dapat mencapai *set-point* (60 °C) selama 263 detik (4,38 menit) dan membutuhkan waktu selama 1000 detik (16,66 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,014 %. adapun respon dinamik 60°C (1 jam ketiga) dapat dilihat pada Gambar 4.21 di bawah ini.



Gambar 4. 21 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 60°C (1 jam ketiga) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

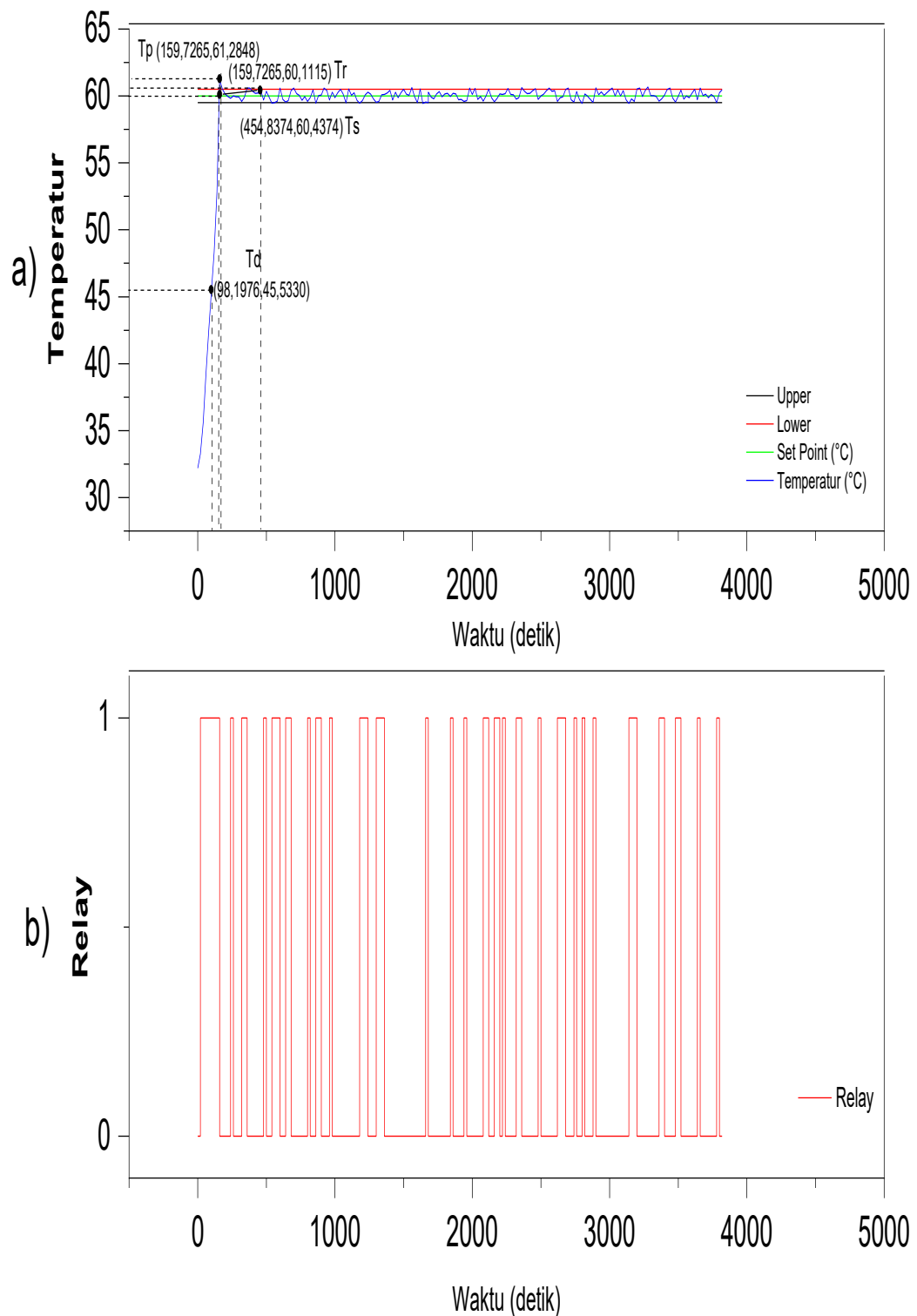
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.21 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 30,17 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (60 °C) didapatkan selama 280 detik (4,66 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit

osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 60 (1 jam kedua) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.16** di bawah ini.

Tabel 4. 16 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 60 °C (1 jam ketiga)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime</i> (<i>td</i>)	98 detik (1,63 menit) ,48,24 °C
<i>Rise Time</i> (<i>tr</i>)	259 detik (4,31 menit) ,60,0 °C
<i>Peak Time</i> (<i>tp</i>)	278 detik (4,63 menit), 61,31 °C
<i>Max. overshoot</i> (<i>Mp</i>)	$M_p = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{61,31 - 60}{60} \times 100\%$ $\frac{1,31}{60} \times 100\% = 0,021 / \left(\frac{131}{6000} \right)$
<i>Setling time</i> (<i>ts</i>)	1041 detik (17,35menit), 60,65 °C

Berdasarkan Tabel 4.16 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 60°C (1 jam ketiga) dapat mencapai *set-point* (60 °C) selama 259 detik (4,31 menit) dan membutuhkan waktu selama 1041 detik (17,35 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,014 %. adapun respon dinamik 60°C (1 jam keempat) dapat dilihat pada Gambar 4.22 di bawah ini.



Gambar 4. 22 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 60°C (1 jam keempat) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.22 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 30,17 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (60 °C) didapatkan selama 160 detik (2,66 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator

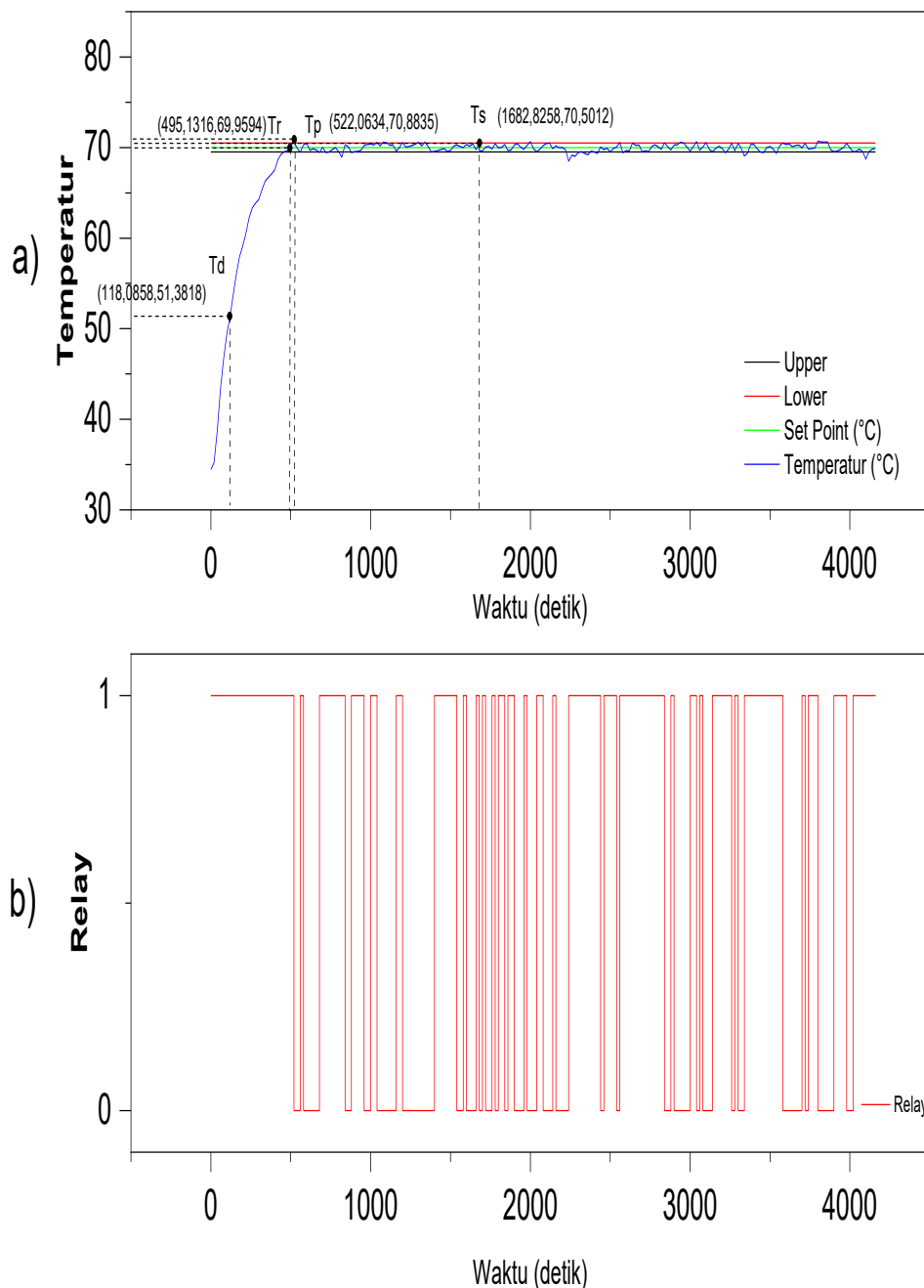
menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 60 (1 jam kedua) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.17 di bawah ini.

Tabel 4. 17 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 60 °C (1 jam keempat)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime</i> (<i>td</i>)	98 detik (1,63 menit) ,45,53 °C
<i>Rise Time</i> (<i>tr</i>)	159 detik (2,65 menit) ,60,0 °C
<i>Peak Time</i> (<i>tp</i>)	159 detik (2,65 menit), 61,28 °C
<i>Max. overshoot</i> (<i>Mp</i>)	$M_p = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{61,28 - 60}{60} \times 100\%$ $\frac{1,28}{60} \times 100\% = 0,0213 / \left(\frac{131}{6000} \right)$
<i>Setling time</i> (<i>ts</i>)	454 detik (7,56menit), 60,43 °C

Berdasarkan Tabel 4.17 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 60°C (1 jam keempat) dapat mencapai *set-point* (60 °C) selama 159 detik (2,65 menit) dan membutuhkan waktu selama 454 detik (7,56 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,213 %.

4.4.3 Hasil Pengujian Respon Dinamik Sistem Kontrol (*Set Point* 70 °C)



Gambar 4. 23 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 70°C (1 jam pertama) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

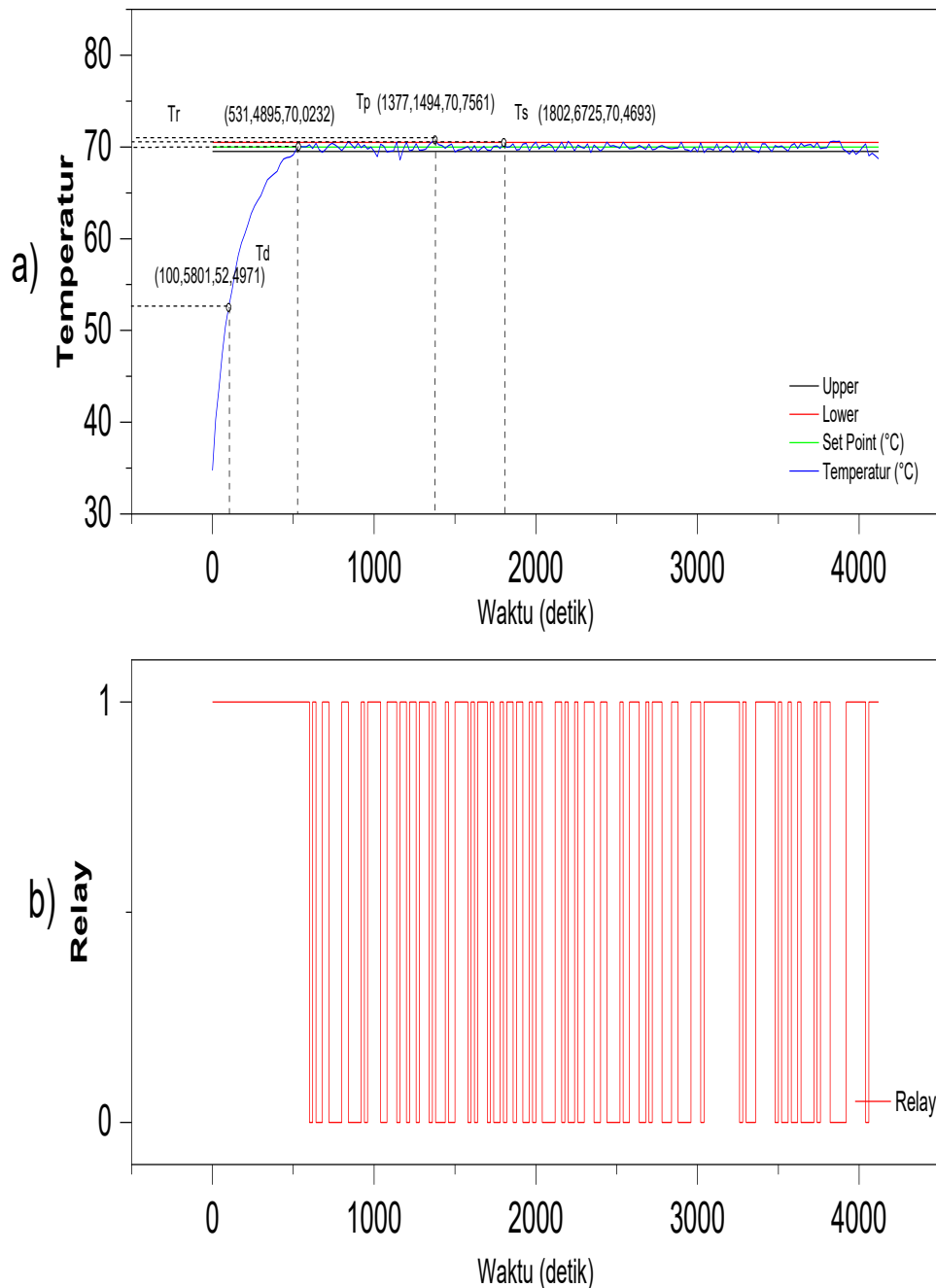
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.23 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 34,47 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (70 °C) didapatkan selama 500 detik (8,33 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap

proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 70 (1 jam pertama) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.18 di bawah ini.

Tabel 4. 18 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 70 °C (1 jam pertama)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	118 detik (1,63 menit) , 51,38 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	495 detik (8,25 menit) ,70,0 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	522 detik (8,7 menit), 70,78 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{70,78 - 70}{70} \times 100\%$ $\frac{0,78}{70} \times 100\% = 0,0111 / \left(\frac{39}{3500} \right)$
<i>Setling time (ts)</i>	1682 detik (28,03 menit), 70,50 °C

Berdasarkan Tabel 4.18 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 70°C (1 jam pertama) dapat mencapai *set-point* (70 °C) selama 495 detik (8,25 menit) dan membutuhkan waktu selama 1682 detik (28,03 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0111 %. Adapun respon dinamik 70°C (1 jam kedua) dapat dilihat pada **Gambar 4.24** di bawah ini.



Gambar 4. 24 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 70°C (1 jam kedua) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

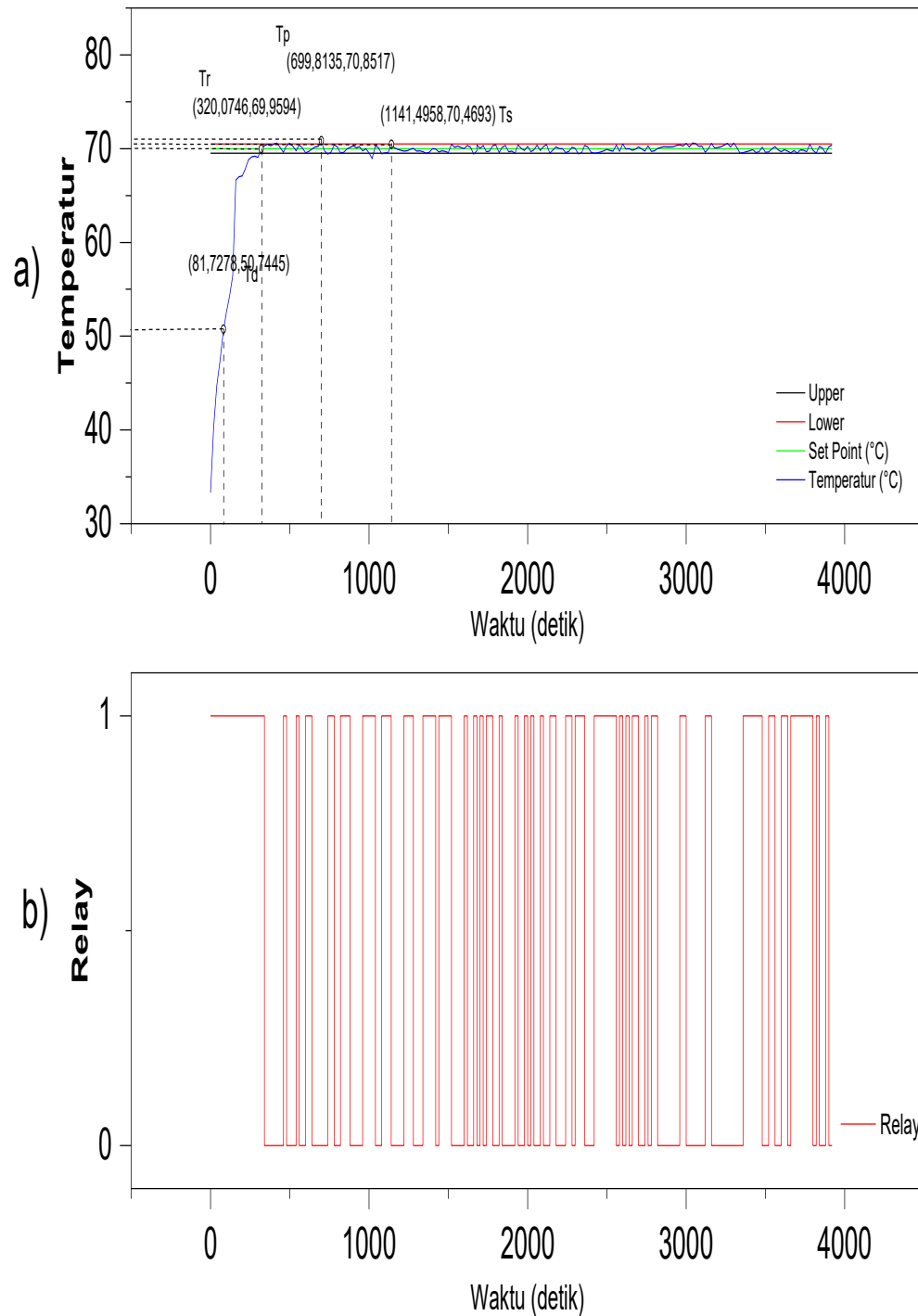
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.24 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 34,74 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (70 °C) didapatkan selama 540 detik (9 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 70 (1 jam kedua) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay*

time (td), *rise time (tr)*, *peak time (tp)*, *maximum overshoot (Mp)*, dan *settling time (ts)*. Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.19 di bawah ini.

Tabel 4. 19 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 70 °C (1 jam kedua)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	100 detik (1,66 menit) ,52,49 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	531 detik (8,85 menit) ,70,0 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	1377 detik (22,95 menit), 70,75 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{70,75 - 70}{70} \times 100\%$ $\frac{0,75}{70} \times 100\% = 0,0107 / \left(\frac{3}{280} \right)$
<i>Setling time (ts)</i>	1802 detik (30,03 menit), 70,46 °C

Berdasarkan Tabel 4.18 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 70°C (1 jam kedua) dapat mencapai *set-point* (70 °C) selama 531 detik (8,85 menit) dan membutuhkan waktu selama 1802 detik (30,03 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot (Mp)* pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0107 %. Adapun respon dinamik 70°C (1 jam ketiga) dapat dilihat pada **Gambar 4.25** di bawah ini.



Gambar 4. 25 Pengujian Sistem Kontrol On-Off Temperatur 70°C (1 jam ketiga) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

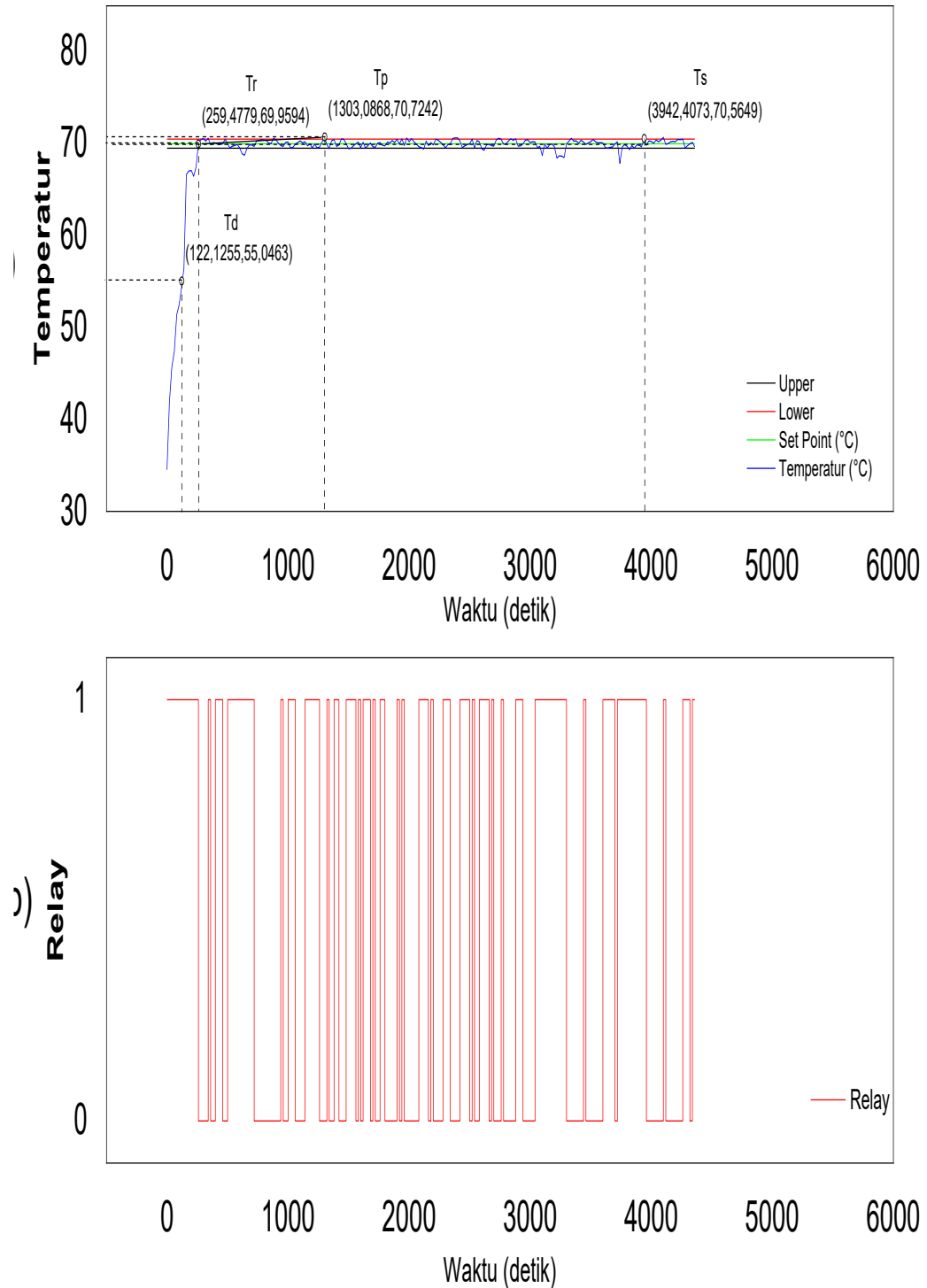
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.25 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 33,30 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (70 °C) didapatkan selama 320 detik (5,33 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang

rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 70 (1 jam ketiga) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.20 di bawah ini.

Tabel 4. 20 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 70 °C (1 jam ketiga)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	81,72 detik (1,36 menit) ,50,74 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	320 detik (5,33 menit) ,70,0 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	699 detik (11,65 menit), 70,85 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{70,85 - 70}{70} \times 100\%$ $\frac{0,85}{70} \times 100\% = 0,0121 / \left(\frac{17}{1400} \right)$
<i>Setling time (ts)</i>	1141 detik (19,01 menit), 70,46 °C

Berdasarkan Tabel 4.20 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 70°C (1 jam ketiga) dapat mencapai *set-point* (70 °C) selama 531 detik (8,85 menit) dan membutuhkan waktu selama 1802 detik (30,03 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0107 %. Adapun respon dinamik 70°C (1 jam keempat) dapat dilihat pada Gambar 4.26 di bawah ini.



Gambar 4. 26 Pengujian Sistem Kontrol *On-Off* Temperatur 70°C (1 jam keempat) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.26 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 34,52 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (70 °C) didapatkan selama 280 detik (4,66 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator

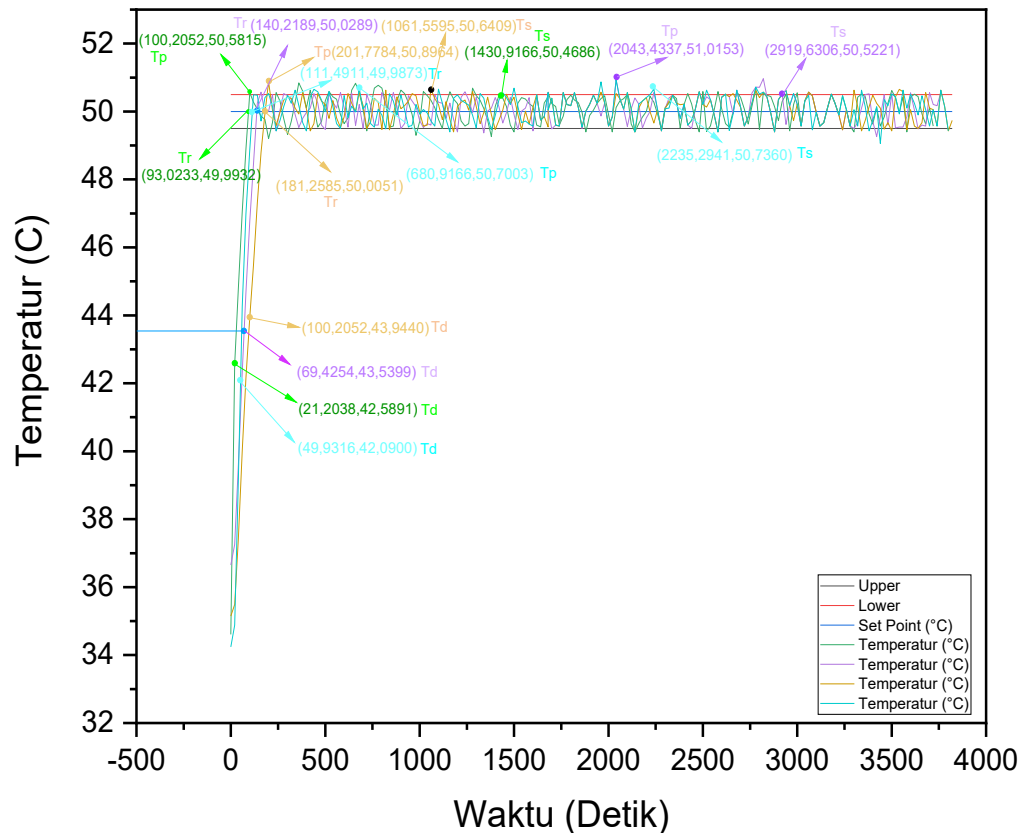
menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 70 (1 jam keempat) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.21 di bawah ini.

Tabel 4. 21 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 70 °C (1 jam keempat)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	122 detik (2,03 menit) ,55,04 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	259 detik (4,31 menit) ,70,0 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	1303 detik (21,71 menit), 70,72 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{70,72 - 70}{70} \times 100\%$ $\frac{0,72}{70} \times 100\% = 0,0102 / \left(\frac{9}{875} \right)$
<i>Setling time (ts)</i>	3942 detik (65.7 menit), 70,56 °C

Berdasarkan Tabel 4.21 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 70°C (1 jam keempat) dapat mencapai *set-point* (70 °C) selama 259 detik (4,31 menit) dan membutuhkan waktu selama 3942 detik (65.7 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0102 %.

4.4.4 Hasil Perbandingan Rata-Rata Respon Dinamik tiap Variasi *Set Point* Temperatur



Gambar 4. 27 Perbandingan Respon Dinamik tiap Variasi Waktu dengan *Set Point* 50°C

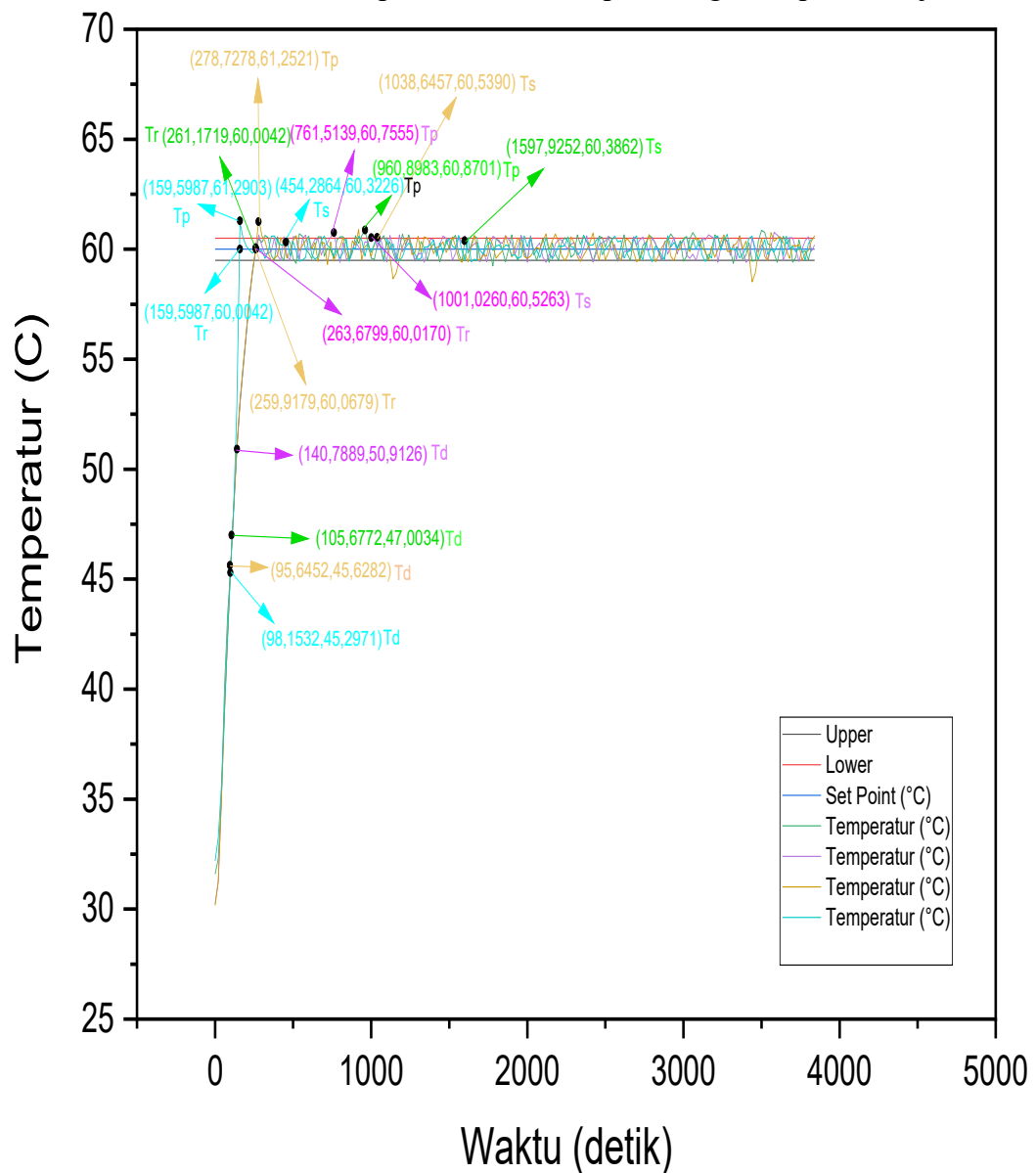
Pada Gambar 4.27 dan Tabel 4.22 berdasarkan set *point* 50 °C nilai rata-rata respon dinamik sistem diperoleh dari hasil perhitungan empat jam. Waktu *delay* (td) sebesar 59,95 detik, waktu naik (tr) sebesar 131,245 detik, waktu puncak (tp) sebesar 681 detik, *overshoot* maksimum (Mp) sebesar 0,0166, dan *settling time* (ts) sebesar 1911,5 detik. Seluruh parameter ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja dinamis sistem secara keseluruhan.

Tabel 4. 22 Nilai Rata- Rata Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 50 °C

Parameter	Nilai Rata-Rata Respon Dinamik
td (s)	$\left(\frac{20.2 + 70.5 + 100 + 49,09}{4}\right) = 59.95 \text{ s}$
tr (s)	$\left(\frac{91.98 + 140 + 181 + 112}{4}\right) = 131.245 \text{ s}$
tp (s)	$\left(\frac{360 + 2043 + 201 + 680}{4}\right) = 681 \text{ s}$

Mp	$\left(\frac{0.0162 + 0.0188 + 0.0176 + 0.0138}{4} \right) = 0.0166 \text{ s}$
ts (s)	$\left(\frac{1431 + 2919 + 1061 + 2235}{4} \right) = 1911,5 \text{ s}$

Pada Gambar 4.28 dan Tabel 4.23 berdasarkan set *point* 60 °C Nilai rata-rata respon dinamik sistem pada pengujian berikut diperoleh sebagai berikut. Waktu *delay* (td) sebesar 110,25 detik, waktu naik (tr) sebesar 235,5 detik, waktu puncak (tp) sebesar 539,5 detik, *overshoot* maksimum (Mp) sebesar 0,0184, dan *setling time* (ts) sebesar 1023,25 detik. Nilai-nilai ini diperoleh dari hasil perhitungan empat data uji.

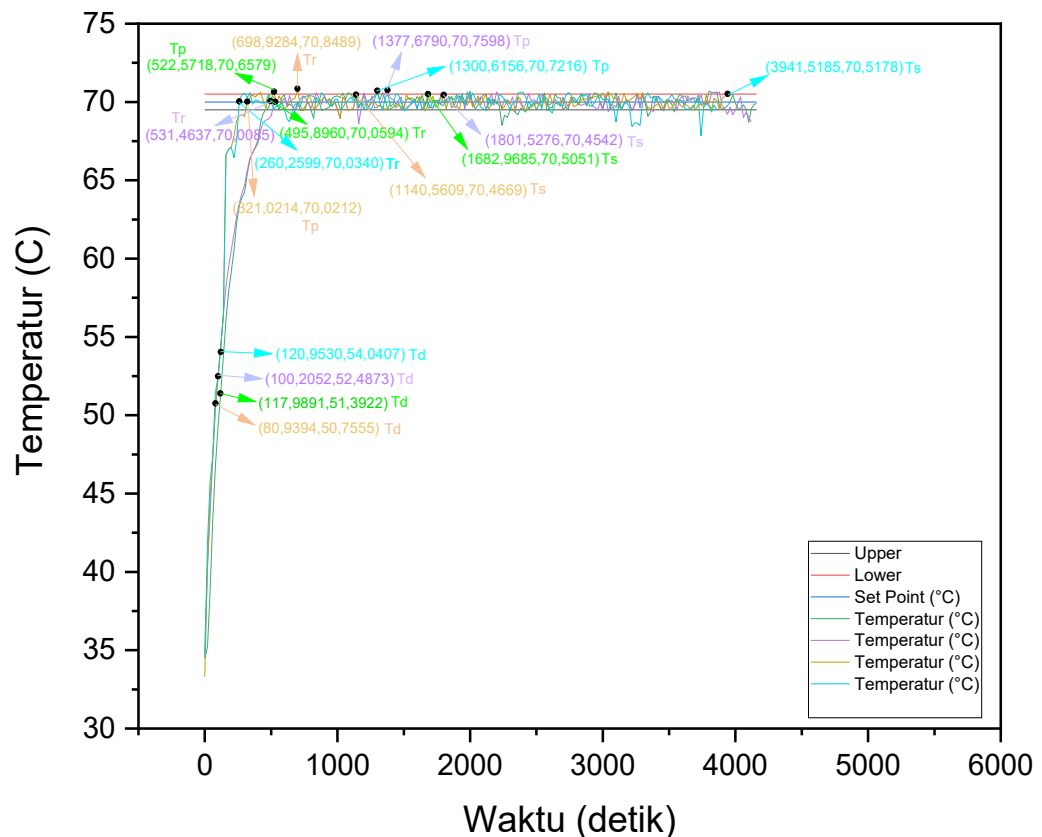


Gambar 4. 28 Perbandingan Respon Dinamik tiap Variasi Waktu *Set Point* 60°C

Tabel 4. 23 Nilai Rata- Rata Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 60 °C

Parameter	Nilai Rata-rata
td (s)	$\left(\frac{105 + 140 + 98 + 98}{4}\right) = 110.25 \text{ s}$
tr (s)	$\left(\frac{261 + 263 + 259 + 159}{4}\right) = 235,5 \text{ s}$
tp (s)	$\left(\frac{960 + 761 + 278 + 159}{4}\right) = 539.5 \text{ s}$
Mp	$\left(\frac{0,0174 + 0.014 + 0.021 + 0,0213}{4}\right) = 0.0184 \text{ s}$
ts (s)	$\left(\frac{1598 + 1000 + 1041 + 454}{4}\right) = 1023.25 \text{ s}$

Pada **Gambar 4.29** dan **Tabel 4.24** berdasarkan set *point* 70 °C Nilai rata-rata respon dinamik sistem diperoleh dari hasil perhitungan empat data pengujian. Waktu *delay* (td) sebesar 110,25 detik, waktu naik (tr) sebesar 235,5 detik, waktu puncak (tp) sebesar 539,5 detik, *overshoot* maksimum (Mp) sebesar 0,0184, dan *settling time* (ts) sebesar 1023,25 detik. Seluruh nilai ini menggambarkan karakteristik dinamik dari sistem yang diuji.



Gambar 4. 29 Perbandingan Respon Dinamik tiap Variasi Waktu *Set Point* 70

Tabel 4. 24 Nilai Rata- Rata Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 70 °C

Parameter	Nilai Rata-rata
td (s)	$\left(\frac{118 + 100 + 81,72 + 122}{4}\right) = 105,43 \text{ s}$
tr (s)	$\left(\frac{495 + 531 + 320 + 259}{4}\right) = 401.25 \text{ s}$
tp (s)	$\left(\frac{522 + 1377 + 699 + 1303}{4}\right) = 965.25 \text{ s}$
Mp	$\left(\frac{0,0111 + 0.0107 + 0.0121 + 0.0102}{4}\right) = 0.03335\text{s}$
ts (s)	$\left(\frac{1682 + 1802 + 1141 + 3942}{4}\right) = 2141.75 \text{ s}$

Hasil pengujian pada *set point* 50°C pada Tabel 4.25 menunjukkan perubahan temperatur (Δt) dari temperatur awal ke temperatur akhir selama empat kali percobaan. Pada percobaan ke-1 perubahan temperatur sebesar 17,97°C, percobaan ke-2 sebesar 20,32°C, percobaan ke-3 sebesar 19,57°C, dan percobaan ke-4 sebesar 17,23°C. Rata-rata perubahan temperatur dari keempat percobaan tersebut adalah sebesar 18,77°C.

Tabel 4. 25 Perubahan Temperatur (Δt) *Set Point* 50°C

<i>Set Point</i>	Percobaan (jam)	Awal (°C)	Akhir (°C)	Δt
50°C	1	31,6	49,57	17,97
	2	30,24	50,56	20,32
	3	30,17	49,74	19,57
	4	32,2	49,43	17,23
	Rata-Rata			18,77 °C

Hasil pengujian pada *set point* 60°C pada **Tabel 4.26** menunjukkan perubahan temperatur (Δt) dari temperatur awal ke temperatur akhir selama empat kali percobaan. Pada percobaan ke-1 perubahan temperatur sebesar 28,47°C, percobaan ke-2 sebesar 29,92°C, percobaan ke-3 sebesar 31,19°C, dan percobaan ke-4 sebesar 28,26°C. Rata-rata perubahan temperatur dari keempat percobaan tersebut adalah sebesar 29,46°C.

Tabel 4. 26 Perubahan Temperatur (Δt) *Set Point* 60°C

<i>Set Point</i>	Percobaan (jam)	Awal (°C)	Akhir (°C)	Δt
60°C	1	31,6	60,07	28,47 °C
	2	30,24	60,2	29,92 °C
	3	30,17	60,62	31,19 °C
	4	32,2	60,46	28,26 °C
	Rata-Rata			29,46 °C

Hasil pengujian pada *set point* 70°C pada Tabel 4.27 menunjukkan perubahan suhu (Δt) dari temperatur awal ke temperatur akhir selama empat kali percobaan. Pada percobaan ke-1 perubahan temperatur sebesar 35,44°C, percobaan ke-2 sebesar 33,97°C, percobaan ke-3 sebesar 37,08°C, dan percobaan ke-4 sebesar 34,98°C. Rata-rata perubahan temperatur dari keempat percobaan tersebut adalah sebesar 35,37°C.

Tabel 4. 27 Perubahan Temperatur (Δt) *Set Point* 70°C

<i>Set Point</i>	Percobaan (jam)	Awal (°C)	Akhir (°C)	Δt
70°C	1	34,47	69,91	35,44
	2	34,74	68,71	33,97
	3	33,3	70,38	37,08
	4	34,52	69,5	34,98
	Rata-Rata			35,37 °C

Berdasarkan hasil perhitungan rasio terhadap perubahan temperatur (ΔT) pada masing-masing *set point*, diperoleh data pada **Tabel 4.28** sebagai berikut.

Tabel 4. 28 hasil perhitungan rasio terhadap perubahan temperatur (ΔT)

Set Point	ΔT (°C)	td/ΔT	tr/ΔT	ts/ΔT	tp/ΔT
50°C	18.77	3.19	6.99	36.27	101.83
60°C	29,46	3,74	7,99	34,73	18,31
70°C	35.37	2.98	11.34	27.28	68.27

Berdasarkan analisis terhadap parameter performa kontrol dinamik yang dinormalisasi terhadap perubahan temperatur (ΔT), yaitu *delay time* (td), *rise time* (tr), *settling time* (ts), dan *peak time* (tp), diperoleh bahwa *set point* 70°C menunjukkan performa paling unggul secara keseluruhan. Dari keempat parameter yang dianalisis, *set point* 70°C memiliki nilai rasio terendah pada tiga parameter, yaitu td/ ΔT sebesar 2,98, ts/ ΔT sebesar 27,28.

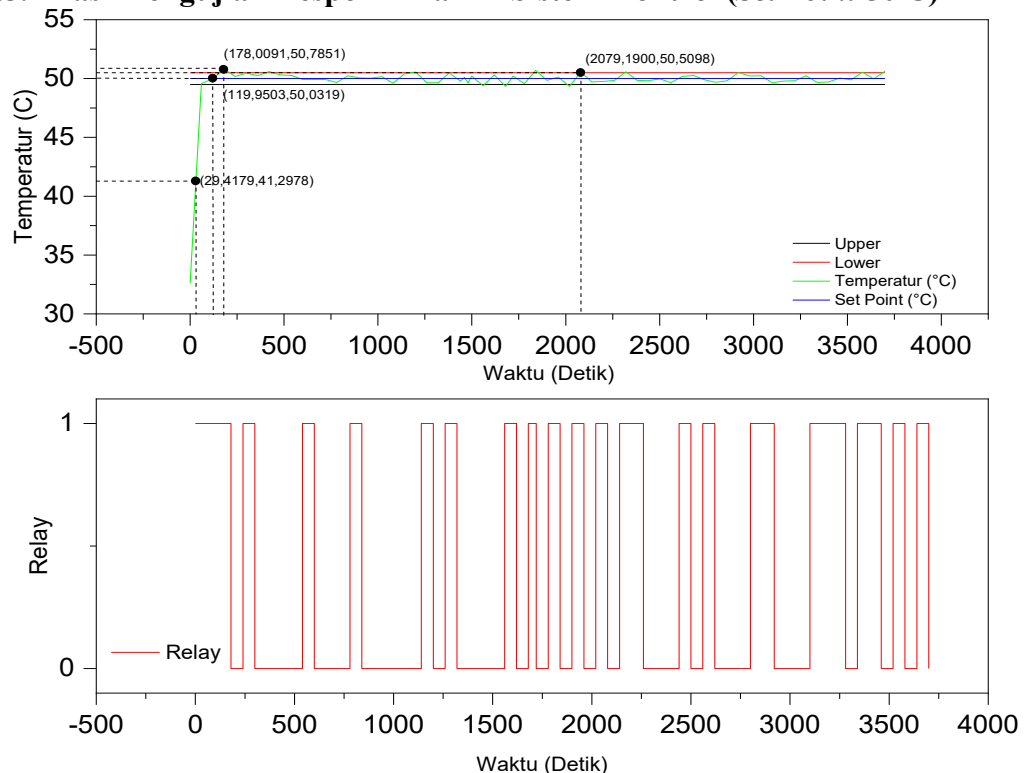
4.5 Hasil Pengujian Respon Dinamik Sistem Kontrol (Tanpa *Rotary Cylinder* dengan Kentang)

Pada Tabel 4.29 menyajikan data pengukuran dan respon waktu sistem pada berbagai *set point* temperatur pengeringan. Pada *set point* 50°C, jumlah data pengukuran sebanyak 65 dengan total maksimal waktu keseluruhan selama 3700 detik (61,66 menit) dan waktu pencapaian *set point* selama 119 detik (1,98 menit). Pada *set point* 60°C, jumlah data pengukuran adalah 73 dengan total waktu 4180 detik (69,6 menit) dan waktu mencapai *set point* selama 286 detik (4,76 menit). Sedangkan pada *set point* 70°C, jumlah data pengukuran sebanyak 92 dengan total waktu 5320 detik (88,6 menit) dan waktu pencapaian *set point* selama 1486 detik (24,7 menit).

Tabel 4. 29 Tabel Data Pengukuran dan Respon Waktu Sistem pada berbagai *Set Point* Temperatur Pengeringan

<i>Set Point</i>	Jumlah Data Pengukuran (Kelipatan 60 Detik)	Total <i>Maximal</i> Waktu keseluruhan / detik (s), (menit)	Waktu (s)
50 °C	65	3700 (61,66 menit)	119 (1,98 menit)
60 °C	73	4180 (69,6 menit)	286 (4,76 menit)
70 °C	92	5320 (88,6 menit)	1486 (24,7 menit)

4.5.1 Hasil Pengujian Respon Dinamik Sistem Kontrol (*Set Point* 50 C)



Gambar 4. 30 Pengujian Sistem Kontrol On-Off Temperatur 50°C (1 jam) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

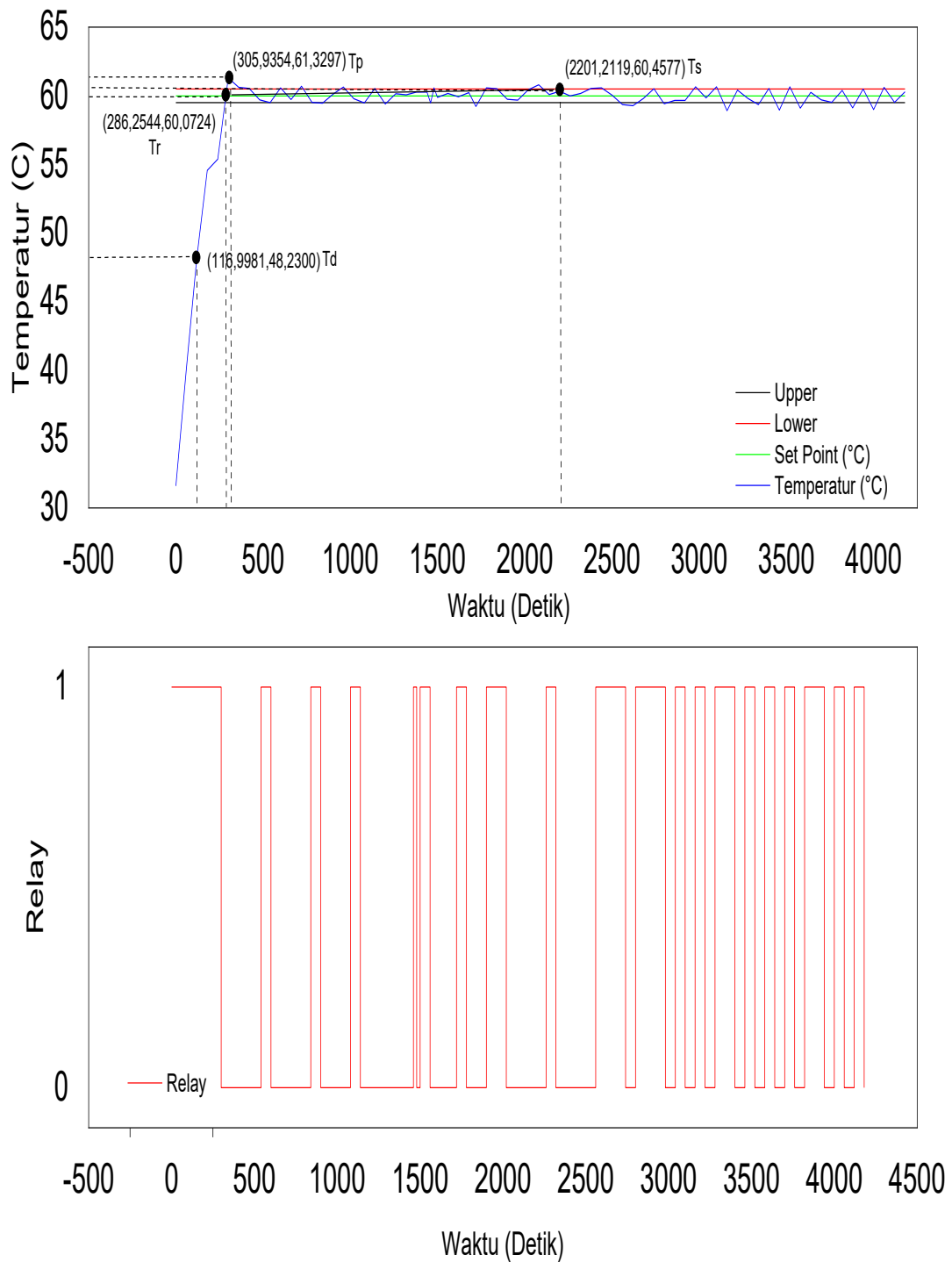
Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.30 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 32,61 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (50 °C) didapatkan selama 119 detik (1,98 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 50 (1 jam) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.30 di bawah ini.

Tabel 4. 30 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 50 °C (1 jam)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime</i> (<i>td</i>)	29,42 detik (0,49menit) ,41,3 °C
<i>Rise Time</i> (<i>tr</i>)	119 detik (1,98 menit) ,50,0 °C
<i>Peak Time</i> (<i>tp</i>)	178 detik (2,96 menit), 50,78 °C
<i>Max. overshoot</i> (<i>Mp</i>)	$M_p = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{50,78 - 50}{50} \times 100\%$ $\frac{0,78}{50} \times 100\% = 0,0156 / \left(\frac{39}{2500} \right)$
<i>Setling time</i> (<i>ts</i>)	2079 detik (34,65 menit), 50,5 °C

Berdasarkan **Tabel 4.30** di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan temperatur 50°C (1 jam) dapat mencapai *set-point* (50 °C) selama 119 detik (1,98 menit) dan membutuhkan waktu selama 2079 detik (34,65 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0156 %.

4.5.2 Hasil Pengujian Respon Dinamik Sistem Kontrol (*Set Point* 60 °C)



Gambar 4. 31 Pengujian Sistem Kontrol On-Off Temperatur 60°C (1 jam) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.31 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 31,6 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (60 °C) didapatkan selama 116 detik (1,93 menit). Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on*

kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output* berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 60 (1 jam) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.31 di bawah ini.

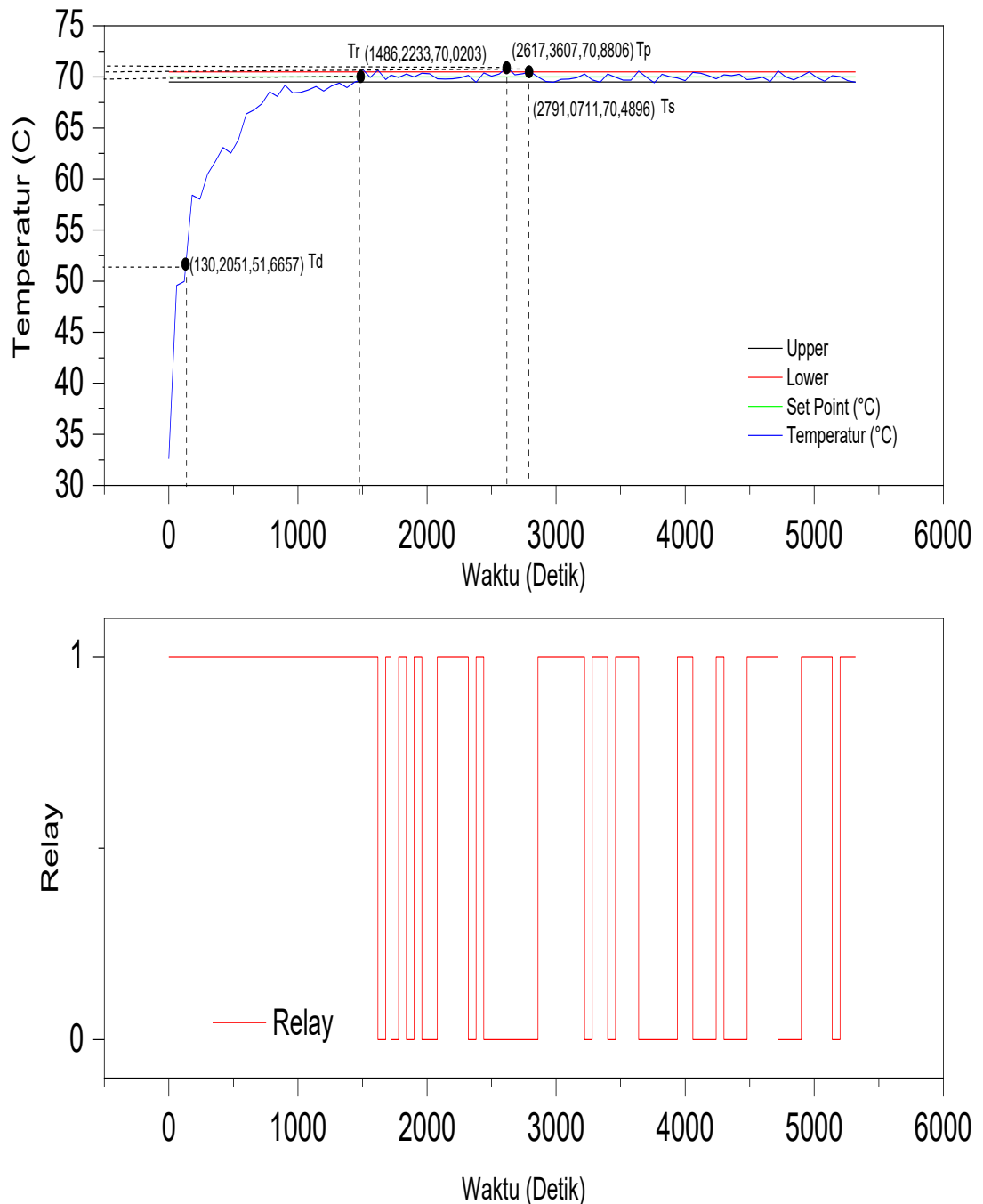
Tabel 4. 31 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 60 °C (1 jam)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	116 detik (1,93 menit) ,48,23 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	286 detik (4,76 menit) ,60,0 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	306 detik (5,1 menit), 61,32 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{61,32 - 60}{60} \times 100\%$ $\frac{0,69}{60} \times 100\% = 0,022$
<i>Setling time (ts)</i>	2201 detik (36,68 menit), 60,45 °C

Berdasarkan Tabel 4.31 di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 50°C (1 jam keempat) dapat mencapai *set-point* (60 °C) selama 116 detik (1,93 menit) dan membutuhkan waktu selama 2201 detik (36,68 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,022 %.

4.5.3 Hasil Pengujian Respon Dinamik Sistem Kontrol (*Set Point* 70 °C)

Berdasarkan respon dinamik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.32 di atas, temperatur ruangan (PV) pada kondisi awal memiliki temperatur 32,61 °C. Kemudian *heater* akan memanaskan ruangan hingga mencapai *set-point* (70 °C) didapatkan selama 1486 detik (24,76 menit)



Gambar 4. 32 Pengujian Sistem Kontrol On-Off Temperatur 60°C (1 jam keempat) a) Respon Dinamik b) Respon Aktuator

. Saat pertama kali mencapai *set-point*, respon aktuator menunjukkan posisi *off*, kemudian pada saat *process variable* (temperatur) menunjukkan nilai kurang dari nilai *set-point*, respon aktuator menunjukkan *on* kembali. Pada kondisi awal hingga akhir grafik menunjukkan sedikit osilasi dikarenakan sifat dari sensor yang memiliki *output*

berupa tegangan yang rentan terkena *disturbance*. Namun, hal tersebut tidak berdampak signifikan terhadap proses pengeringan kentang. Performa sistem kontrol temperatur pada *plant* pengeringan kentang dengan *set point* 70 (1 jam) dapat dilihat berdasarkan parameter *delay time* (*td*), *rise time* (*tr*), *peak time* (*tp*), *maximum overshoot* (*Mp*), dan *settling time* (*ts*). Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.32 di bawah ini.

Tabel 4. 32 Performa Sistem Kontrol Temperatur *Set Point* 70 °C (1 jam)

Paramater	Nilai
<i>DelayTime (td)</i>	130 detik (2,16menit) ,42,04 °C
<i>Rise Time (tr)</i>	1486 detik (24,76 menit) ,70,0 °C
<i>Peak Time (tp)</i>	2817 detik (11,33 menit), 70,88 °C
<i>Max. overshoot (Mp)</i>	$Mp = \frac{PV_{tp} - PV_{setpoint}}{PV_{setpoint}} \times 100 \%$ $\frac{70,88 - 70}{70} \times 100\%$ $\frac{0,88}{70} \times 100\% = 0,0125$
<i>Setling time (ts)</i>	2791 detik (46,51 menit), 70,48 °C

Berdasarkan **Tabel 4.32** di atas, respon dinamik sistem kontrol temperatur dengan variasi temperatur 70°C (1 jam) dapat mencapai *set-point* (70 °C) selama 112 detik (1,86 menit) dan membutuhkan waktu selama 2235 detik (37,25 menit) dari kondisi awal untuk mencapai kondisi *steady state*. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) pada variasi ini tergolong kecil yaitu sebesar 0,0138 %.

Tabel 4. 33 Perubahan Temperatur (Δt) *Set Point*

<i>Set Point</i>	Percobaan (jam)	Awal (°C)	Akhir (°C)	Δt
50	1	32,61	50,63	18,02
60	1	31,6	60,29	28,69
70	1	32,61	69,46	36,85

Tabel 4.33 pertama menyajikan data temperatur awal dan akhir proses pemanasan pada masing-masing *set point* (50°C, 60°C, dan 70°C) selama percobaan berdurasi 1 jam dengan beban kentang. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada *set point* 50°C, suhu awal sebesar 32,61°C meningkat menjadi 50,63°C, menghasilkan selisih ΔT sebesar 18,02°C. Pada *set point* 60°C, terjadi kenaikan suhu dari 31,6°C ke 60,29°C, dengan ΔT sebesar 28,69°C. Sementara itu, pada *set point* 70°C, suhu awal 32,61°C meningkat hingga 69,46°C, menghasilkan ΔT sebesar 36,85°C.

Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan Rasio Terhadap Perubahan Temperatur (ΔT)

<i>Set Point</i>	ΔT (°C)	td/ ΔT	tr/ ΔT	ts/ ΔT	tp/ ΔT
50°C	18,02	3.19	6.99	36.27	101.83
60°C	28,69	3,74	7,99	34,73	18,31
70°C	36,85	2.98	11.34	27.28	68.27

Set point 70°C mencatat nilai td/ ΔT sebesar 2,98 dan ts/ ΔT sebesar 27,28, keduanya merupakan yang paling rendah di antara ketiga *set point*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pada *set point* ini mampu merespon dan menstabilkan temperatur secara lebih cepat per satuan perubahan temperatur. Artinya, meskipun temperatur targetnya lebih tinggi, sistem mampu mengelola perubahan tersebut dengan lebih efisien dan stabil.

Tabel 4. 35 Tabel Perbandingan Sistem: *Rotary* vs Tanpa *Rotary*

set Point	Kondisi	ΔT (°C)	td/ ΔT	ts/ ΔT	tp/ ΔT	Kesimpulan
50°C	Tanpa <i>Rotary</i>	18,02	1,63	115,39	9,88	Waktu cepat, tapi kestabilan sangat lama
50°C	Dengan <i>Rotary</i>	18,77	3,19	36,27	101,83	Lebih stabil dibanding tanpa <i>rotary</i>
60°C	Tanpa <i>Rotary</i>	28,69	4,04	76,75	10,66	Stabil kurang cepat, efisiensi sedang
60°C	Dengan <i>Rotary</i>	29,46	3,74	34,73	18,31	Lebih responsif dan lebih stabil
70°C	Tanpa <i>Rotary</i>	36,85	3,53	75,77	76,45	ΔT besar tapi respon lambat
70°C	Dengan <i>Rotary</i>	35,37	2,98	27,28	68,27	Paling efisien dan stabil

4.6 Tabel Energi dan Daya Proses Pengeringan Kentang

Tabel 4. 36 Energi Listrik Sistem Pengering (4 Jam)

Komponen	Daya (Watt)	Waktu Operasi (detik)	Energi (kWh)
<i>Heater 1</i>	1000	14.400 s	4,0 kWh
<i>Heater 2</i>	500	14.400 s	2,0 kWh
<i>Blower Fan</i>	25	14.400 s	0,1 kWh
Motor AC	125	14.400 s	0,5 kWh
Total	1650 W	14.400 s	6,6 kWh

Tabel 4.36 menunjukkan total energi listrik yang digunakan oleh sistem pengering kentang selama proses pengeringan selama 4 jam (setara dengan 14.400 detik). Terdapat empat komponen utama yang dikonsumsi energi: *Heater 1* dengan daya 1000 Watt, *Heater 2* sebesar 500 Watt, *Blower Fan* 25 Watt, dan Motor AC 125 Watt. Perhitungan energi masing-masing komponen dilakukan dengan mengalikan daya dengan waktu operasi dalam detik, sehingga diperoleh total energi dengan 6,6 kWh. Energi ini merupakan total energi listrik yang dibutuhkan oleh sistem untuk menjaga kestabilan suhu dan mengoperasikan elemen-elemen aktuator utama dalam proses pengeringan.

4.7 RPM (*Revolutions Per Minute*) dan Jumlah Putaran *Rotary Cylinder*

Perhitungan RPM pada sistem *rotary cylinder* diawali dari kecepatan motor AC tanpa beban sebesar 2800 RPM sesuai spesifikasi motor sebelum melalui *gearbox*. *Gearbox* dengan rasio 1:60 digunakan untuk menurunkan kecepatan motor menjadi 46,67 RPM. Selanjutnya, akibat adanya beban 500 gram kentang, diasumsikan terjadi penurunan kecepatan sebesar 5%, sehingga RPM aktual *rotary cylinder* menjadi 44,33 RPM. Nilai tersebut kemudian dikonversi ke satuan rotasi per detik, yaitu sebesar 0,778 rotasi/detik tanpa beban dan 0,739 rotasi/detik dengan beban. Dengan lama operasi selama 4 jam atau 14.400 detik, maka total jumlah putaran *rotary cylinder* tanpa beban mencapai 11.203 putaran, sedangkan dengan beban menghasilkan 10.641 putaran.

Tabel 4. 37 Tabel Perhitungan RPM dan Jumlah Putaran *Rotary Cylinder*

No	Parameter	Nilai	Satuan	Perhitungan / Penjelasan
1	Kecepatan Motor AC Tanpa Beban	2800	RPM	Spesifikasi motor sebelum <i>gearbox</i>
2	Rasio <i>Gearbox</i>	1 : 60	-	<i>Gearbox</i> menurunkan kecepatan motor ke <i>rotary cylinder</i>

3	RPM <i>Rotary Cylinder</i> (Tanpa Beban)	$2800 \div 60 = 46,67$	RPM	RPM keluaran setelah reduksi <i>gearbox</i>
4	RPM <i>Rotary Cylinder</i> (Dengan Beban)	$46,67 \times 0,95 = 44,33$	RPM	penurunan 5% akibat beban 500 gram kentang
5	Putaran per Detik (Tanpa Beban)	$46,67 \div 60 = 0,778$	rotasi/detik	Konversi dari RPM ke rotasi per detik
6	Putaran per Detik (Dengan Beban)	$44,33 \div 60 = 0,739$	rotasi/detik	Konversi dari RPM ke rotasi per detik dengan beban
7	Lama Operasi	4 jam = 14.400	detik	Total waktu pengeringan per <i>set point</i>
8	Total Putaran (Tanpa Beban)	$0,778 \times 14.400 = 11.203$	rotasi	Perputaran total rotary selama 4 jam tanpa beban
9	Total Putaran (Dengan Beban)	$0,739 \times 14.400 = 10.641$	rotasi	Perputaran total <i>rotary</i> selama 4 jam dengan beban 500 gram

4.8 Efisiensi Massa Kentang dan Kadar air (*dehydrator rotary cylinder*)

Pengujian dilakukan dengan melakukan variasi percobaan terhadap sistem kerja dari alat *dehydrator rotary cylinder* sebagai berikut:

Tabel 4. 38 Hasil Pengujian *Dehydrator Tipe Rotary Cylinder*

Temperatur	Susut bobot pada pengeringan jam ke-				
	0	1	2	3	4
50°C	500 gram	193 gram	148 gram	131 gram	117 gram
60°C	500 gram	153 gram	138 gram	111 gram	97 gram
70°C	500 gram	134 gram	126 gram	118 gram	93 gram

Pada temperatur 50°C yang terdapat pada Tabel 4.39, proses pengeringan menunjukkan efisiensi yang paling tinggi terjadi pada jam pertama, yaitu penurunan massa dari 500 gram menjadi 193 gram dengan penurunan sebesar 307 gram dan efisiensi sebesar 61,4%. Selanjutnya, pada jam kedua terjadi penurunan massa sebesar 45 gram (dari 193 gram menjadi

148 gram) dengan efisiensi 9,0%. Pada jam ketiga, massa turun menjadi 131 gram dengan penurunan sebesar 17 gram dan efisiensi 3,4%. Kemudian pada jam keempat, penurunan massa sebesar 14 gram (dari 131 gram menjadi 117 gram) dengan efisiensi 2,8%.

Tabel 4. 39 Perubahan Massa dan Kadar air Pengeringan Selama 4 Jam pada Temperatur 50°C

Jam	Massa (g)	Penurunan Massa	Kadar air (%)
0–1	500 → 193	307 g	$\left(\frac{307}{500}\right) \times 100 = 61,4\%$
1–2	193 → 148	45 g	$\left(\frac{45}{500}\right) \times 100 = 9,0\%$
2–3	148 → 131	17 g	$\left(\frac{17}{500}\right) \times 100 = 3,4\%$
3–4	131 → 117	14 g	$\left(\frac{14}{500}\right) \times 100 = 2,8\%$

Pada temperatur 60°C yang terdapat pada Tabel 4.40, kadar air juga tertinggi pada jam pertama, yaitu penurunan massa dari 500 gram menjadi 153 gram dengan penurunan sebesar 347 gram dan kadar air sebesar 69,4%. Pada jam kedua, terjadi penurunan massa sebesar 15 gram (dari 153 gram menjadi 138 gram) dengan kadar air 3,0%. Selanjutnya, pada jam ketiga, massa turun menjadi 111 gram, penurunan sebesar 27 gram, dengan kadar air 5,4%. Terakhir, pada jam keempat, penurunan massa sebesar 14 gram (dari 111 gram menjadi 97 gram) menghasilkan kadar air 2,8%.

Tabel 4. 40 Perubahan Massa dan Kadar air Pengeringan Selama 4 Jam pada Temperatur 60°C

Jam	Massa (g)	Penurunan Massa	Kadar air (%)
0–1	500 → 153	347 g	$\left(\frac{347}{500}\right) \times 100 = 69,4\%$
1–2	153 → 138	15 g	$\left(\frac{15}{500}\right) \times 100 = 3,0\%$
2–3	138 → 111	27 g	$\left(\frac{27}{500}\right) \times 100 = 5,4\%$
3–4	111 → 97	14 g	$\left(\frac{14}{500}\right) \times 100 = 2,8\%$

Pada temperatur 70°C yang terdapat pada Tabel 4.41, kadar air pengeringan tertinggi terjadi pada jam pertama dengan penurunan massa sebesar 366 gram (dari 500 gram menjadi 134 gram) dan kadar air 73,2%. Pada jam kedua, terjadi penurunan massa sebesar 8 gram (dari 134 gram menjadi 126 gram) dengan kadar air 1,6%. Jam ketiga menunjukkan penurunan massa sebesar 7 gram (dari 126 gram menjadi 119 gram) dengan kadar air 1,4%. Sementara itu, pada jam keempat, massa turun dari 119 gram menjadi 93 gram, yaitu penurunan sebesar 25 gram dan kadar air 5,0%.

Tabel 4. 41 Perubahan Massa dan Kadar Air Pengeringan Selama 4 Jam pada Temperatur 70°C

Jam	Massa (g)	Penurunan Massa	Kadar air (%)
0–1	500 → 134	366 g	$\left(\frac{366}{500}\right) \times 100 = 73,2\%$
1–2	134 → 126	8 g	$\left(\frac{8}{500}\right) \times 100 = 1,6\%$
2–3	126 → 119	7 g	$\left(\frac{7}{500}\right) \times 100 = 1,4\%$
3–4	118 → 93	25 g	$\left(\frac{25}{500}\right) \times 100 = 5,0\%$

Tabel 4. 42 Hasil Penurunan Massa Kentang Setelah 4 Jam Pengeringan

Temperatur	Penurunan Massa Akhir\ (4 jam)
50°C	$\left(\frac{500 - 117}{500}\right) \times 100 = 76,6\%$
60°C	$\left(\frac{500 - 97}{500}\right) \times 100 = 80,6\%$
70°C	$\left(\frac{500 - 93}{500}\right) \times 100 = 81,4\%$

4.9 Efisiensi Massa Kentang Metode Konvensional

Pengujian dilakukan dengan melakukan variasi percobaan terhadap sistem kerja dari alat dehydrator *rotary cylinder* pada **Tabel 4.43** sebagai berikut

Tabel 4. 43 Hasil Pengujian Konvensional

Jam	Temperatur	Massa	Penurunan Massa	Kadar air (%)
0–1	30°C	500 → 424	76	$\left(\frac{76}{500}\right) \times 100 = 15,2\%$
1–2	31°C	424 → 356	68	$\left(\frac{68}{500}\right) \times 100 = 13,6\%$

2–3	32°C	356 → 298	58	$\left(\frac{58}{500}\right) \times 100 = 11,6\%$
3–4	33°C	298 → 227	71	$\left(\frac{71}{500}\right) \times 100 = 14,2\%$

Berdasarkan data pengeringan menggunakan metode konvensional (pengeringan matahari) pada jam pertama (0–1 jam), terjadi penurunan massa sebesar 76 gram dari massa awal 500 gram, dengan efisiensi pengeringan sebesar 15,2%. Jam berikutnya (1–2 jam) mencatat penurunan sebesar 68 gram dengan efisiensi 13,6%, kemudian menurun menjadi 58 gram pada jam ketiga (2–3 jam) dengan efisiensi 11,6%. Sementara itu, pada jam terakhir (3–4 jam), terjadi peningkatan efisiensi menjadi 14,2% dengan penurunan massa sebesar 71 gram.

Tabel 4. 44 Perubahan Massa dan Efisiensi Pengeringan Selama 4 Jam pada Metode Pengeringan Konvensional

Temperatur	Penurunan Massa Akhir\ (4 jam)
±33°C	$\left(\frac{500 - 227}{500}\right) \times 100 = 54,6\%$

Berdasarkan **Tabel 4.44** data hasil pengeringan menggunakan metode konvensional (temperatur rata-rata ±33°C), terjadi penurunan massa dari 500 gram menjadi 227 gram dalam waktu 4 jam. Hal ini menunjukkan efisiensi pengeringan sebesar 54,6%. Nilai ini dihitung berdasarkan selisih massa awal dan akhir terhadap massa awal.

Tabel 4. 45 Tabel Perbandingan Metode Pengeringan: Konvensional vs *Dehydrator*

Aspek	<i>Rotary Cylinder</i>	Konvensional (±33°C) (BMKG)
Temperatur	terkontrol & stabil	±33°C (tidak stabil, tergantung cuaca)
Kontrol & Monitoring	RTD PT100 + HMI	Tidak ada
Waktu Pengeringan	4 jam	4 jam
Penurunan Massa	500 → 93 g	500 → 227 g
Efisiensi Pengeringan	81,40%	54,60%
Mutu Warna Produk	Seragam, sesuai SNI (CIELAB)	Tidak konsisten
Ketergantungan Cuaca	Tidak	Sangat tinggi

Kestabilan Proses	Stabil dan terkontrol	Fluktuatif
Rekomendasi Penggunaan	Optimal untuk skala produksi	Kurang efisien untuk produksi rutin

Pengeringan konvensional menggunakan sinar matahari memiliki rata-rata temperatur sekitar $\pm 32^{\circ}\text{C}$, bergantung pada cuaca. Pada metode ini, penurunan massa kentang berlangsung lambat dan tidak stabil, dengan efisiensi per jam sebesar 15,2%, 13,6%, 11,6%, dan 14,2% dari massa awal 500 gram. Total penurunan massa selama 4 jam adalah 273 gram atau setara dengan 54,6%.

Sebaliknya, pada sistem *dehydrator rotary cylinder* dengan suhu terkendali 70°C , efisiensi pengeringan jauh lebih tinggi. Dalam jam pertama, penurunan massa mencapai 366 gram atau 73,2% dari massa awal. Meskipun efisiensi menurun pada jam berikutnya (1,6%, 1,4%, dan 5,0%), total penurunan massa dalam 4 jam mencapai 407 gram atau 81,4%.

Data ini menunjukkan bahwa sistem rotary cylinder mampu menurunkan massa lebih cepat dan efektif dibandingkan metode konvensional. Hal ini disebabkan oleh kontrol suhu yang stabil, keberadaan monitoring, serta tidak bergantung pada faktor eksternal seperti cuaca. Efisiensi tinggi terutama pada awal proses pengeringan membuktikan bahwa sistem otomatis lebih unggul dalam hal kecepatan, kestabilan, dan mutu hasil akhir.

Tabel 4. 46 Visualisasi Perbedaan Hasil Pengeringan Kentang Menggunakan Metode Konvensional dan Dehydrator Otomatis

Jenis Sampel	Kentang (500 Gram)	
Metode Pengeringan	Konvensional (Pengeringan Matahari)	<i>Dehydrator (Rotary Cylinder)</i>
		
Hasil Akhir		

4.10 Karakteristik Kentang Berdasarkan *Chroma* pada *Dehydrator Rotary Cylinder*

Kentang yang sudah melalui proses pengeringan *dehydrator tipe rotary cylinder* diuji l,a,b nya (*chroma*) dengan sampel kentang masing masing *set point* 500 gram yang terdapat pada Tabel 4.47. Pengujian *chroma* dilakukan pada tanggal November 26, 2024 – Desember 05, 2024 di laboratorium pengujian PT. VICMA LAB INDONESIA,kec.Cibinong, Kab. Bogor. Berikut transkripsi data uji warna (Metode : *Chromameter*) dari dokumen VICMALAB dalam bentuk tabel terstruktur termasuk dua pengukuran duplo untuk tiap sampel dan nilai rata-ratanya.

Tabel 4. 47 data uji warna (Metode : *Chromameter*)

No. Sampel	Ulangan (duplo)	L*	a*	b*
24-112123	1	47,94	1,09	18,73
	2	47,2	1,17	18,85
	Rata-rata	47,57	1,13	18,79
24-112124	1	64,64	3,11	32,03
	2	64,3	3,08	31,44
	Rata-rata	64,47	3,1	31,74
24-112125	1	62,16	4,36	32,57
	2	62,88	4,44	32,93
	Rata-rata	62,52	4,4	32,75

Tabel pertama menunjukkan dua acuan standar mutu warna berdasarkan SNI yang digunakan dalam pengujian kentang hasil pengeringan. Standar pertama yaitu SNI 01-4301-1996 menggunakan aspek penampakan visual dengan parameter mutu berupa warna yang dikategorikan sebagai “kuning sampai coklat muda merata.” Sedangkan pada SNI 4301:2018, aspek yang digunakan adalah parameter mutu normal dengan parameter warna, dan dikategorikan sebagai “normal” atau “tidak menyimpang dari standar visual kuning khas kentang

Tabel 4. 48 Dua Acuan Standar Mutu Warna Berdasarkan SNI

No	SNI	Aspek yang Digunakan	Parameter Mutu	Kategori/Keterangan Warna
1	SNI 01-4301-1996	Penampakan visual	Warna	Kuning sampai coklat muda merata
2	SNI 4301:2018	Parameter mutu normal	Warna	Normal / Tidak menyimpang dari standar visual kuning khas kentang

Data hasil pengukuran warna kentang yang terdapat pada Tabel 4.48 setelah proses pengeringan menunjukkan nilai parameter warna a^* , b^* , kuadrat dari masing-masing nilai $(a^*)^2$ dan $(b^*)^2$, penjumlahan keduanya, serta nilai akar dari hasil penjumlahan tersebut yang menghasilkan nilai *chroma*. Pada temperatur 50°C, nilai *chroma* yang dihasilkan sebesar 18,82. Pada temperatur 60°C nilai *Chroma* sebesar 31,89, pada temperatur 70°C nilai *chroma* sebesar 33,04.

Tabel 4. 49 Hasil Pengukuran Warna Kentang

Temperatur	a*	b*	(a*) ²	(b*) ²	(a*) ² + (b*) ²	$\sqrt{(a^2 + b^2)} =$ <i>Chroma</i>
50°C	1,13	18,79	1,2769	353,1841	354,461	18,82
60°C	3,1	31,74	9,61	1007,428	1017,038	31,89
70°C	4,4	32,75	19,36	1072,563	1091,923	33,04

. Data hasil pengukuran warna kentang setelah pengeringan pada tiga variasi temperatur menunjukkan nilai parameter L, a, b, nilai *chroma*, kategori mutu warna, dan kesesuaian warna terhadap SNI, berikut bisa dilihat pada Tabel 4.49

Tabel 4. 50 Referensi Penilaian dengan Metode *CIE L,A,B*

<i>Chroma</i>	Rentang Nilai	Keterangan
L	0–100	Tingkat Kecerahan (<i>Lightness</i>)
	30–50	Warna Gelap
	60–80	Warna Cerah / Terang
A	-A Sampai +A	Arah Warna Dari Hijau ke Merah
	Nilai Mendekati 0	Netral
	Nilai 2–5	Kecenderungan Merah Kekuningan
B	-B Sampai +B	Arah Warna Dari Biru ke Kuning
	10–20	Kuning Pucat
	25–40	Kuning Kuat / Coklat Muda

Tabel 4. 51 Hasil Nilai Parameter L, A, B, Nilai *Chroma*, Kategori Mutu Warna, dan Kesesuaian Warna Terhadap SNI

Temperatur	L	A	B	<i>Chroma</i>	Kategori Mutu Warna	Kesesuaian Warna dengan SNI
50°C	47,50 (gelap)	1,13 (hampir netral)	18,79 (kuning pucat)	18,82	Baik Sekali (17–20)	Belum sesuai (masih terlalu pucat & gelap)
60°C	64,47 (cerah terang)	3,10 (kekuningan halus)	31,74 (kuning kuat)	31,89	Sangat Baik Sekali (>20)	Sesuai (kuning coklat muda & normal)
70°C	62,52 (cerah)	4,40 (sedikit merah)	32,75 (kuning kuat)	33,04	Sangat Baik Sekali (>20)	Sesuai (kuning coklat muda & normal)

Berdasarkan Tabel 4.51 hasil pengujian warna kentang menggunakan metode *chromameter* pada tiga variasi temperatur, dapat disimpulkan bahwa *set point* temperatur 70°C menunjukkan hasil terbaik dalam mencapai standar mutu warna keripik kentang selama proses pengeringan 4 jam. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *chroma* sebesar 33,04 yang termasuk dalam kategori mutu warna *Sangat Baik Sekali* (>20), dengan karakter warna L yang cerah (62,52), a yang menunjukkan sedikit kemerahan (4,40), dan b yang menunjukkan warna kuning kuat (32,75). Dengan membandingkan keseluruhan data terhadap standar mutu warna produk pangan berdasarkan SNI, hasil pada temperatur 70°C telah memenuhi kesesuaian standar visual warna keripik kentang, yaitu kuning sampai coklat muda merata, sebagaimana tercantum dalam SNI 4301:2018. Maka, temperatur 70°C dapat direkomendasikan sebagai *set point* optimal dalam proses pengeringan kentang dengan *dehydrator rotary cylinder* selama 4 jam.

Halaman sengaja di kosongkan

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dihasilkan dari proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur Pada Proses Pengeringan Kentang (*Dehydrator*) Tipe *Rotary Cylinder*” adalah sebagai berikut:

1. Performa sensor RTD PT100 berdasarkan tiga kali uji validasi, sensor memiliki akurasi rata-rata sebesar 99,34%, dengan rata-rata selisih pembacaan terhadap validator sebesar 0,66°C dan persentase kesalahan rata-rata sebesar 0,66%. Selisih maksimum yang tercatat adalah 2,00°C, sedangkan selisih minimum hanya 0,02°C
2. *Set point* 50°C menunjukkan yang tercepat mencapai *set point* dengan laju perubahan temperatur yaitu sebesar 5,82 °C/menit. Performa dinamik kontrol terbaik ditunjukkan oleh *set point* 70°C. Hal ini didukung oleh nilai rasio waktu terhadap perubahan temperatur ($t_d/\Delta T$, $t_s/\Delta T$) yang paling rendah, masing-masing sebesar 2,98 dan 27,28. *Set point* 70°C menghasilkan efisiensi penurunan massa paling tinggi dari *set point* lainnya selama proses pengeringan, dengan total penurunan sebesar 81,4% dalam 4 jam. dan Dibandingkan metode konvensional berbasis sinar matahari ($\pm 33^\circ\text{C}$), sistem pengering *rotary cylinder* pada 70°C terbukti lebih efisien dengan penurunan massa 81,4% dalam 4 jam, dibandingkan hanya 54,6% pada metode konvensional. Selain tidak memiliki kontrol temperatur dan bergantung pada cuaca.
3. Karakteristik warna berdasarkan nilai *chroma* dengan membandingkan keseluruhan data terhadap standar mutu warna keripik kentang berdasarkan SNI, hasil pada temperatur 70°C telah memenuhi kesesuaian standar visual warna kuning khas kentang, yaitu kuning sampai coklat muda merata, sebagaimana tercantum dalam SNI 4301:2018 dan SNI 01-4301-1996. Maka, temperatur 70°C dapat direkomendasikan sebagai *set point* optimal dalam proses pengeringan kentang dengan *dehydrator rotary cylinder* selama 4 jam sudah bisa dikatakan keripik kentang.

5.2 Saran

Saran yang dihasilkan dari proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur Pada Proses Pengeringan Kentang (*Dehydrator*) Tipe *Rotary Cylinder*” adalah sebagai berikut.

1. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan sensor kelembaban dan *load cell* untuk memantau dan mengontrol kadar air kentang selama proses pengeringan, sehingga dapat menghasilkan kualitas produk yang lebih konsisten.
2. Menggunakan sumber daya berbasis energi terbarukan seperti PLTS (*Solar Power System*) untuk meningkatkan efisiensi energi.
3. Meningkatkan kapasitas *rotary cylinder* agar dapat menampung lebih banyak bahan dalam satu siklus pengeringan.
4. *Plant* pengeringan kentang tipe *rotary cylinder* dapat dikembangkan dengan menambahkan kontrol mode Proportional Integral Derivative (PID) atau kontrol fuzzy untuk meningkatkan akurasi dan stabilitas pengendalian temperatur.
5. Menambahkan fitur IoT untuk memantau dan mengontrol proses pengeringan dari jarak jauh menggunakan smartphone atau perangkat lainnya..
6. Memiliki pemahaman mendalam tentang pengolahan kentang, termasuk cara mempersiapkan, memotong, mengeringkan, dan menyimpan kentang untuk menjaga kualitas produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi Prasnowo, M., & Nurdin, S. (2019). ANALISIS KELAYAKAN MESIN PENGERING KERIPIK KENTANG. In *AGROINTEK* (Vol. 13, Issue 1). <https://doi.org/10.21107/agrointek.v13i1.4047>
- Amjad, W., Waseem, M., Munir, A., Ghafoor, A., Asghar, F., & Gilani, G. A. (2021). Solar assisted dehydrator for decentralized controlled and homogeneous multi-product drying. *Journal of Solar Energy Engineering, Transactions of the ASME*, 143(1). <https://doi.org/10.1115/1.4047671>
- Anif, M., & Nur Hayati, D. (2019a). Pengamanan Pintu Ruangan Menggunakan Arduino Mega 2560, MQ-2, DHT-11 Berbasis Android. 3, 66–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.29207/resti.v3i1.797>
- Anif, M., & Nur Hayati, D. (2019b). Pengamanan Pintu Ruangan Menggunakan Arduino Mega 2560, MQ-2, DHT-11 Berbasis Android. 3(1), 66–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.29207/resti.v3i1.797>
- Anis Efizudin. (2024, June 2). Anomali Cuaca, Produksi Kentang Turun hingga 50 Persen. <https://finance.detik.com/foto-bisnis/d-7417925/anomali-cuaca-produksi-kentang-turun-hingga-50-persen>
- Anjali, R., & Deepak, Y. (2019). EVALUATING WIRING CONFIGURATIONS FOR RTD SENSOR IN TEMPERATURE MEASUREMENT. *I-Manager's Journal on Electronics Engineering*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.26634/jele.10.1.16422>
- Bento, A. C. (2020). *Nextion Tft Development an Experimental Survey for Internet of Things Projects*. <https://www.researchgate.net/publication/346647939>
- dadang hermansyah. (2021, December 1). Melihat Proses Pembuatan Keripik Kaca Camilan Khas Ciamis yang Renyah Baca artikel detiknews,. <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-5835609/melihat-proses-pembuatan-keripik-kaca-camilan-khas-ciamis-yang-renyah>
- Efendi, R., & Tando, A. (2024). Pengembangan RTD data logger berbasis mikrokontroler Development of an RTD data logger based on microcontroller. <https://ejurnal.pepi.ac.id/index.php/pepi/article/view/2>
- Eswanto, E., Razali, M., Siagian, D. T., & Mesin, J. T. (2019). MESIN PERAJANG SINGKONG BAGI PENGRAJIN KERIPIK SINGKONG SAMBAL DESA PATUMBAK KAMPUNG. In *Teknik Mesin ITM* (Vol. 5, Issue 2). <https://www.neliti.com/publications/329193/mesin-perajang-singkong-bagi-pengrajin-keripik-singkong-sambal-desa-patumbak-kam>
- Feriyanto, D., & Pd, M. (2022). PERLINDUNGAN TERHADAP BAHAYA HUBUNG SINGKAT (SHORT CIRCUIT) PADA INSTALASI LISTRIK. In *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*. <https://doi.org/10.21070/pels.v2i2.1243>
- Fifiningrum, F., Wirdha, W., Widya Ningsih, S., & Kumara, D. C. (2022). RANCANG BANGUN ALAT PERAJANG SINGKONG DAN PISANG DENGAN MOTOR PENDORONG. *Foristek*, 13(2). <https://doi.org/10.54757/fs.v13i2.150>
- Flores-Mendoza, L. C., Calle-Berru, E. M., & Sanchez-Chero, M. (2023). IoT Implemented Osmotic Dehydrator. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 11(3), 1204–1217. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.3.25>
- Hendriko, H., Diana Hura, M., Jaenudin, J., Rahmawaty, M., & Khamdi, N. (2022). RANCANG BANGUN MESIN PENGIRIS TEMPE OTOMATIS DENGAN PENGATURAN KETEBALAN. 14(1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.64>
- Herrera-Morales, J. A., Carbajal-Morán, H., & Almidón-Elescano, Á. (2022). Solar

- Dryer with Electronic PID Controller for Dry Potato Production. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 23(1), 223–229. <https://doi.org/10.12912/27197050/143784>
- John P Bentley. (2005). *Sensor Technology Handbook*.
- kemenkes. (2022, August 4). *Mengenal Berbagai Manfaat Kentang Untuk Kecantikan*. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1060/mengenal-berbagai-manfaat-kentang-untuk-kecantikan
- Korotkiy, I., Neverov, E., Gorelkina, A., Korotkaya, E., & Zadesenets, A. (2023). The dehydrator parameters for convective drying of food products. *BIO Web of Conferences*, 64. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236401023>
- Lubis, R. S., Haris, A., & Tarmizi, T. (2022). UPS Design for Increased Flexibility of Use and More Economic with PWM Controlled Inverter Based on ATmega 328 Microcontroller. *TEKNIK*, 43(1), 102–111. <https://doi.org/10.14710/teknik.v43i1.32736>
- Lukyanov, A. D., Studennikova, S. G., Alekseenko, L. N., Bidenko, D. E., Mladenović, V., Petrović, M., & Mardasova, E. A. (2023). MICROCONTROLLER CONTROL SYSTEM FOR A CONVECTIVE DEHYDRATOR. *1st INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOTECHNOLOGY: Proceedings*, 365–374. <https://doi.org/10.46793/SBT28.365L>
- Madhankumar, S., Muthukkkhumaran, K. S. R., Navaneeth, R. A., Padmanabhan, M., & Shriram, K. M. (2021a). Design and Modelling of Automated Hot Oven Food Dehydrator. *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, ICACCS 2021*, 1130–1134. <https://doi.org/10.1109/ICACCS51430.2021.9441881>
- Madhankumar, S., Muthukkkhumaran, K. S. R., Navaneeth, R. A., Padmanabhan, M., & Shriram, K. M. (2021b). Design and Modelling of Automated Hot Oven Food Dehydrator. *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, ICACCS 2021*, 1130–1134. <https://doi.org/10.1109/ICACCS51430.2021.9441881>
- Maharani Purba, A., Wani Lestari, M., Sari, M., Silitonga, H., & Siburian, J. (2024). SISTEM PENDETEKSIAN AIR LIMBAH CAIR INDUSTRI. *Jurnal Darma 2024agung*, 32, 483–493. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v32i1.4131>
- Mallick, A. Ranjan. (2022). *PRACTICAL BOILER OPERATION ENGINEERING AND POWER PLANT*. PHI LEARNING.
- Mishra, N., Jain, S. K., Agrawal, N., Jain, N. K., Wadhawan, N., & Panwar, N. L. (2023). Development of drying system by using internet of things for food quality monitoring and controlling. *Energy Nexus*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100219>
- Mokhatab, S., Poe, W. A., & Mak, J. Y. (2019). Gas Processing Plant Automation. In *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing* (pp. 615–642). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815817-3.00020-4>
- Monteiro, R. L., Oliveira de Moraes, J., Gomide, A. I., Mattar Carciofi, B. A., & Laurindo, J. B. (2022a). Temperature control for high-quality oil-free sweet potato CHIPS produced by microwave rotary drying under vacuum. *LWT*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.113047>
- Monteiro, R. L., Oliveira de Moraes, J., Gomide, A. I., Mattar Carciofi, B. A., & Laurindo, J. B. (2022b). Temperature control for high-quality oil-free sweet potato CHIPS produced by microwave rotary drying under vacuum. *LWT*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.113047>
- Monteiro, R. L., Oliveira de Moraes, J., Gomide, A. I., Mattar Carciofi, B. A., & Laurindo, J. B. (2022c). Temperature control for high-quality oil-free sweet potato

CHIPS produced by microwave rotary drying under vacuum. *LWT*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.113047>

Morris, & Alan S. (2001). *Measurement and Instrumentation Principles*.

Muhammad Agung Foury Rigoursyah, kki Kurniawan S.T., M. T., & Sigit Yuwono, S. T. , M. Sc. , Ph. D. (2020). *PERANCANGAN UPS BERBASIS SUMBER ENERGI LISTRIK TERBARUKAN DAN PLN TERMONITOR PERANGKAT IOT*. 3, 8470–8741.

<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/14180/13918>

Petković, M., Lukyanov, A., Durović, I., Miletić, N., Studennikova, S., Filipović, V., & Radivojević, J. (2021). Microwave dehydration of potato slices and assessment of energy efficiency. *E3S Web of Conferences*, 279. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127901018>

Putranto, J., Saidatin, N., Syafik Maulana, H., Arifianto Patriawan, D., & Teknologi Adhi Tama Surabaya, I. (2023). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III) Surabaya*. <https://ejurnal.itats.ac.id/senastitan/article/view/3956/2991>

Ramdani, H., & Jerico Naikisa. (2019). Laju Pengeringan Kentang Kering (*Solanum tuberosum* L.) dengan Menggunakan Tunnel Dehydrator Dehydrated Potatoes Drying Rate (*Solanum tuberosum* L.) Using Tunnel Dehydrator. *Horticulturae Journal*, 3(1), 25–31. <https://doi.org/10.29244/chj.3.1.25-31>

Rayya Bramanta, H., & Santosa, Y. (n.d.). *Rancang Bangun Modul Pengoperasian Motor Induksi dan Beban Resistif Menggunakan Solid State Relay (SSR)*. <https://doi.org/10.35313/irwns.v15i1.6197>

Rezky Alfino, N. (2020). *JTEV (JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL) Rancang Bangun Alat Pemotong Kentang Berbentuk Stick Berbasis Mikrokontroller ATmega 328*. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108023>

Saputra, A., Tuanku Tambusai Ujung, J., Tampan, K., Delima, K., & Pekanbaru, K. (2020). ANALISA KINERJA MESIN OVEN PENDING BUAH BERKAPASITAS 1 KG. *Desember*, 7(2), 147–155.

Stephen L. Herman. (2013). *Stephen Herman - Industrial Motor Control-Cengage Learning (2013)*.

Thierry. (2024, February 26). *Building a Countdown timer – answering a reader's question*. <https://nextion.tech/2024/02/26/building-a-countdown-timer-answering-a-readers-question/>

Toreh, F., Ruswiansari, M., Nourma Budiarti, R. P., Sukaridhoto, S., Arissabarno, C., & Prayudi, A. (2023). Implementation of Smart Lab Using Speech Recognition in Indonesian Language to Control IoT Devices Integrated with Mixed Reality. *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 418–423. <https://doi.org/10.1109/EECSI59885.2023.10295878>

Visioli, Antonio. (2006). *Practical PID control*. Springer.

Yosua, P., Budhi Santoso, D., Stefanie, A., Singaperbangsa Karawang Jl Ronggo Waluyo, U. H., & Jambe Timur, T. (2021). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan Rancang Bangun Automatic Washing and Drying System untuk Mesin Pencuci Cylinder Block Motor*. 07, 430–444. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5167080>

Zondra, E., & Yuvendius, H. (2020). Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Satu Fasa Akibat Perubahan Besaran Kapasitor. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 4(2), 40–47. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v4i2.6190>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Validasi Sensor RTD PT100 pengujian pertama

Uji Ke-1					
Jumlah Data Pengukuran	Waktu	Rtd Pt100 (°C)	Validator (°C)	Difference	Error %
1	10	30,47	29,6	-0,87	-2,85526748
2	20	29,9	29,3	-0,6	-2,00668896
3	30	30,51	29,6	-0,91	-2,98262865
4	40	30,95	30,7	-0,25	-0,80775444
5	50	32	32,6	0,6	1,875
6	60	32,81	33,3	0,49	1,49344712
7	70	34,2	34	-0,2	-0,58479532
8	80	35,15	35,7	0,55	1,564722617
9	90	35,83	36,9	1,07	2,986324309
12	100	37,02	38,4	1,38	3,727714749
13	110	38,45	39,5	1,05	2,730819246
14	120	39,53	40,6	1,07	2,706804958
15	130	41,03	42,1	1,07	2,607847916
16	140	41,47	43,1	1,63	3,930552206
17	150	43,07	44,4	1,33	3,087996285
18	160	43,51	45,1	1,59	3,654332337
19	170	44,63	46,3	1,67	3,741877661
20	180	45,59	47,4	1,81	3,970168897
21	190	47,02	48,2	1,18	2,509570396
22	200	47,93	49,5	1,57	3,275610265
23	210	49,57	50,5	0,93	1,876134759
24	220	50,39	51,7	1,31	2,599722167
25	230	51,44	52,5	1,06	2,060653188
26	240	52,47	53,2	0,73	1,391271203
27	250	53,73	54,7	0,97	1,805322911
28	260	55,09	55,7	0,61	1,107278998
29	270	56,87	57,8	0,93	1,635308599
30	280	58,2	57,8	-0,4	-0,68728522
31	300	58,92	58,5	-0,42	-0,71283096
32	310	60,08	59,3	-0,78	-1,29826898

34	320	61,24	61	-0,24	-0,39190072
35	340	61,55	62	0,45	0,731112916
36	350	62,95	63,1	0,15	0,238284353
37	360	63,88	63,7	-0,18	-0,28177833
38	370	64,87	64,5	-0,37	-0,57037151
39	380	65,56	66,1	0,54	0,823672971
40	390	67,13	67,8	0,67	0,998063459
41	400	68,47	68,9	0,43	0,628012268
42	410	69,32	69,4	0,08	0,115406809
43	420	70,11	70,2	0,09	0,128369705
44	430	71,45	71,5	0,05	0,069979006
45	440	72,41	72,7	0,29	0,400497169
46	450	73,03	73,3	0,27	0,369711078
47	460	74,57	74,5	-0,07	-0,09387153
48	470	75,47	75,4	-0,07	-0,09275209
49	480	76,39	76,4	0,01	0,013090719
50	490	77,32	77,9	0,58	0,750129333
51	500	78,18	78,7	0,52	0,665131747
52	510	78,8	78,8	0	0
53	520	80,35	80,4	0,05	0,062227754
54	530	81,07	81,3	0,23	0,28370544
55	540	81,76	82,1	0,34	0,415851272
56	550	83	82,8	-0,2	-0,24096386
57	560	83,58	83,9	0,32	0,382866715
58	570	84,1	85,3	1,2	1,426872771
59	580	84,99	86,6	1,61	1,894340511
60	590	86,71	87	0,29	0,334448161
61	600	87,37	87,9	0,53	0,606615543
62	610	88,37	88,7	0,33	0,373429897
63	620	88,61	88,9	0,29	0,327276831
64	630	89,78	90,03	0,25	0,278458454
65	640	89,89	91,4	1,51	1,679830904
66	650	90,65	92,1	1,45	1,599558742
67	660	91,65	92,9	1,25	1,363884343

68	670	92,96	94	1,04	1,118760757
69	680	94,13	95	0,87	0,924253692
70	690	95,24	95,6	0,36	0,37799244
71	700	95,69	96,6	0,91	0,950987564
72	710	96,31	96,8	0,49	0,508773751
73	720	97,62	97,8	0,18	0,184388445
74	730	98,04	98,2	0,16	0,163198694
75	740	98,59	98,7	0,11	0,111573182
76	750	98,97	99	0,03	0,030312216
77	760	99,9	99,3	-0,6	-0,6006006
78	770	99,8	99,5	-0,3	-0,3006012
79	780	100,22	99,7	-0,52	-0,51885851
Rata Rata				0,020375848	
Akurasi				99,97962415	

Lampiran 2. Data Validasi Sensor RTD PT100 Pada Pengujian Kedua

Uji Ke-2					
Jumlah Data Pengukuran	Waktu	Rtd Pt100 (°C)	Validator (°C)	Difference	Error%
1	10	30,41	30,1	-0,31	-1,0194015
2	20	30,88	30,9	0,02	0,06476684
3	30	31,02	30,9	-0,12	-0,3868472
4	40	30,91	31,1	0,19	0,6146878
5	50	31,51	31,3	-0,21	-0,6664551
6	60	31,15	31,8	0,65	2,08667737
7	70	31,29	32,9	1,61	5,14541387
8	80	31,8	33,8	2	6,28930818
9	90	32,68	34,6	1,92	5,875153
12	100	34	34,8	0,8	2,35294118
13	110	34,61	35	0,39	1,12684195
14	120	35,52	35,6	0,08	0,22522523
15	130	36,85	36,9	0,05	0,13568521
16	140	37,77	37,9	0,13	0,34418851
17	150	38,55	38,6	0,05	0,12970169
18	160	39,3	39,4	0,1	0,25445293
19	170	40,45	40,8	0,35	0,86526576

20	180	41,67	42,3	0,63	1,51187905
21	190	42,46	43	0,54	1,27178521
22	200	43,58	44,2	0,62	1,42267095
23	210	44,63	45,2	0,57	1,27716782
24	220	45,52	46,1	0,58	1,2741652
25	230	46,88	47,2	0,32	0,68259386
26	240	47,56	48,7	1,14	2,39697225
27	250	49,2	50,3	1,1	2,23577236
28	260	50,46	51,4	0,94	1,86286167
29	270	51,44	52,9	1,46	2,83825816
30	280	52,54	53	0,46	0,87552341
31	300	53,15	54,3	1,15	2,16368768
32	310	53,59	55,4	1,81	3,3774958
34	320	55,16	56,3	1,14	2,06671501
35	340	55,58	56,8	1,22	2,19503418
36	350	56,97	57,5	0,53	0,9303142
37	360	58,24	58,4	0,16	0,27472527
38	370	59,3	59,3	0	0
39	380	59,98	60,8	0,82	1,36712237
40	390	61,11	61,5	0,39	0,63819342
41	400	61,38	62,2	0,82	1,33594005
42	410	62,37	63,2	0,83	1,330768
43	420	63,33	64,5	1,17	1,84746566
44	430	64,43	65,3	0,87	1,35030265
45	440	65,8	66,4	0,6	0,9118541
46	450	65,73	67,1	1,37	2,08428419
47	460	66,62	67,2	0,58	0,87060943
48	470	67,85	67,8	-0,05	-0,073692
49	480	68,81	68,8	-0,01	-0,0145328
50	490	69,84	69,5	-0,34	-0,486827
51	500	70,32	70,4	0,08	0,11376564
52	510	71,76	71,3	-0,46	-0,6410256
53	520	72,65	72,1	-0,55	-0,7570544
54	530	73,37	73,9	0,53	0,72236609

55	540	74,06	74,9	0,84	1,1342155
56	550	74,88	75,8	0,92	1,22863248
57	560	76,08	76,6	0,52	0,68349106
58	570	76,67	77,5	0,83	1,08256163
59	580	77,46	78,1	0,64	0,82623289
60	590	77,84	79	1,16	1,49023638
61	600	78,94	79,9	0,96	1,2161135
62	610	80,07	80,7	0,63	0,78681154
63	620	80,83	81,8	0,97	1,20004949
64	630	81,41	83,3	1,89	2,32158212
65	640	82,58	83,6	1,02	1,2351659
66	650	83,44	85	1,56	1,8696069
67	660	83,96	85,8	1,84	2,19151977
68	670	85,2	85,9	0,7	0,82159624
69	680	85,92	87,9	1,98	2,30446927
70	690	86,06	87,5	1,44	1,67325122
71	700	86,92	88,1	1,18	1,35757018
72	710	88,02	89,1	1,08	1,22699387
73	720	88,02	89,9	1,88	2,13587821
74	730	88,75	89,8	1,05	1,18309859
75	740	88,65	90,5	1,85	2,08685843
76	750	89,85	90,8	0,95	1,05731775
77	760	90,58	91	0,42	0,46367852
78	770	91,58	91,2	-0,38	-0,4149378
79	780	92,03	92	-0,03	-0,0325981
80	790	92,68	92,3	-0,38	-0,4100129
81	800	93,51	93,5	-0,01	-0,010694
82	810	93,82	93,7	-0,12	-0,1279045
83	820	95,48	95,7	0,22	0,23041475
Rata Rata				0,698802494	
Akurasi				99,30119751	

Lampiran 3. Data Validasi Sensor RTD PT100 Pada Pengujian Ketiga

Uji Ke-3					
Jumlah Data Pengukuran	Waktu	Rtd Pt100 (°C)	Validator (°C)	Difference	Error %
1	10	30,17	30,5	0,33	1,0938018
2	20	30,41	31,1	0,69	2,2689905
3	30	30,91	32,1	1,19	3,8498868
4	40	32	33	1	3,125
5	50	33,15	33,9	0,75	2,2624434
6	60	33,8	35	1,2	3,5502959
7	70	35,12	35,4	0,28	0,7972665
8	80	36,14	36,4	0,26	0,7194245
9	90	37,43	38	0,57	1,5228426
12	100	38,65	39,1	0,45	1,164295
13	110	39,77	40,8	1,03	2,5898919
14	120	40,86	41,9	1,04	2,5452766
15	130	42,18	42,5	0,32	0,7586534
16	140	43,92	45	1,08	2,4590164
17	150	44,73	46	1,27	2,8392578
18	160	45,31	47,3	1,99	4,3919665
19	170	46,64	48,4	1,76	3,7735849
20	180	48,34	49,1	0,76	1,5721969
21	190	49,09	50,5	1,41	2,8722754
22	200	50,93	51,7	0,77	1,5118791
23	210	51,58	52,4	0,82	1,5897635
24	220	52,98	53,9	0,92	1,7365043
25	230	54,07	55,3	1,23	2,2748289
26	240	55,13	56,4	1,27	2,3036459
27	250	56,6	57,1	0,5	0,8833922
28	260	57,35	58,5	1,15	2,005231
29	270	58,3	60,3	2	3,4305317

30	280	59,6	61,4	1,8	3,0201342
31	300	61,11	62,1	0,99	1,6200295
32	310	62,65	63,5	0,85	1,3567438
34	320	63,4	64,4	1	1,5772871
35	340	64,91	65,4	0,49	0,7548914
36	350	65,59	66,6	1,01	1,5398689
37	360	66,89	67,6	0,71	1,0614442
38	370	67,99	68,5	0,51	0,7501103
39	380	68,98	69,9	0,92	1,3337199
40	390	70,15	70,6	0,45	0,6414825
41	400	70,9	71,5	0,6	0,8462623
42	410	72,34	72,7	0,36	0,49765
43	420	73,75	73,7	-0,05	-0,0677966
44	430	74,61	74,8	0,19	0,2546576
45	440	75,4	75,6	0,2	0,265252
46	450	76,63	77	0,37	0,4828396
47	460	78,21	77,8	-0,41	-0,5242296
48	470	78,83	78,5	-0,33	-0,4186224
49	480	79,86	79,6	-0,26	-0,3255697
50	490	80,66	80,8	0,14	0,1735681
51	500	81,55	81,9	0,35	0,4291846
52	510	82,65	83	0,35	0,4234725
53	520	84,1	83,9	-0,2	-0,2378121
54	530	84,89	84,4	-0,49	-0,5772176
55	540	85,34	85,5	0,16	0,1874854
56	550	86,09	86,2	0,11	0,1277733
57	560	87,58	87,2	-0,38	-0,433889
58	570	88,44	88,3	-0,14	-0,1582994
59	580	89,23	89,1	-0,13	-0,1456909
60	590	90,47	90,5	0,03	0,0331602
61	600	91,72	92,1	0,38	0,4143044
62	610	93,16	93	-0,16	-0,1717475
63	620	93,86	93,6	-0,26	-0,2770083
64	630	94,86	94,9	0,04	0,0421674
65	640	95,58	95,6	0,02	0,0209249

66	650	96	96,3	0,3	0,3125
67	660	96,62	96,7	0,08	0,0827986
68	670	97,17	97,5	0,33	0,339611
69	680	98,04	98,3	0,26	0,2651979
70	690	98,59	98,7	0,11	0,1115732
71	700	99,42	99	-0,42	-0,4224502
72	710	99,39	99,2	-0,19	-0,1911661
73	720	99,63	99,4	-0,23	-0,2308542
74	730	100,01	99,5	-0,51	-0,509949
Rata Rata				1,372848152	
Akurasi				98,62715185	

Lampiran 4.Data Aktuator dan Laju Perubahan Set Point 50 C

Waktu (detik)	respon aktuator	Waktu (s)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	49,5	50,5	50	26,92
20	1	20	49,5	50,5	50	28,75
40	1	40	49,5	50,5	50	31,52
60	1	60	49,5	50,5	50	34,24
80	1	80	49,5	50,5	50	36,75
100	1	100	49,5	50,5	50	38,96
120	1	120	49,5	50,5	50	40,86
140	1	140	49,5	50,5	50	42,59
160	1	160	49,5	50,5	50	44,16
180	1	180	49,5	50,5	50	45,45
200	1	200	49,5	50,5	50	46,54
220	1	220	49,5	50,5	50	48,62
240	1	240	49,5	50,5	50	50,12
260	1	260	49,5	50,5	50	50,01
280	1	280	49,5	50,5	50	50,22
300	0	300	49,5	50,5	50	50,59
320	0	320	49,5	50,5	50	50,59
340	0	340	49,5	50,5	50	50,35
360	0	360	49,5	50,5	50	50,05
380	0	380	49,5	50,5	50	49,64
400	1	400	49,5	50,5	50	49,3
420	1	420	49,5	50,5	50	49,37
440	1	440	49,5	50,5	50	49,71
460	1	460	49,5	50,5	50	50,08
480	1	480	49,5	50,5	50	50,42

500	0	500	49,5	50,5	50	50,69
520	0	520	49,5	50,5	50	50,66
540	0	540	49,5	50,5	50	50,42
560	0	560	49,5	50,5	50	50,39
580	0	580	49,5	50,5	50	50,01
600	0	600	49,5	50,5	50	49,67
620	1	620	49,5	50,5	50	49,26
640	1	640	49,5	50,5	50	49,2

Lampiran 5.Data Aktuator dan Laju Perubahan Set Point 60 C

Waktu (detik)	respon aktuator	Waktu (s)	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Set Point</i> (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	59,5	60,5	60	32,37
20	1	20	59,5	60,5	60	33,69
40	1	40	59,5	60,5	60	37,26
60	1	60	59,5	60,5	60	40,79
80	1	80	59,5	60,5	60	43,68
100	1	100	59,5	60,5	60	46,33
120	1	120	59,5	60,5	60	48,28
140	1	140	59,5	60,5	60	49,84
160	1	160	59,5	60,5	60	51,31
180	1	180	59,5	60,5	60	51,34
200	1	200	59,5	60,5	60	52,54
220	1	220	59,5	60,5	60	53,56
240	1	240	59,5	60,5	60	54,31
260	1	260	59,5	60,5	60	54,96
280	1	280	59,5	60,5	60	55,47
300	1	300	59,5	60,5	60	55,91
320	1	320	59,5	60,5	60	56,32
340	1	340	59,5	60,5	60	56,8
360	1	360	59,5	60,5	60	57,25
380	1	380	59,5	60,5	60	57,62
400	1	400	59,5	60,5	60	57,89
420	1	420	59,5	60,5	60	58,27
440	1	440	59,5	60,5	60	58,51
460	1	460	59,5	60,5	60	58,78
480	1	480	59,5	60,5	60	59,02
500	1	500	59,5	60,5	60	59,3
520	1	520	59,5	60,5	60	59,43
540	1	540	59,5	60,5	60	59,6
560	1	560	59,5	60,5	60	59,81
580	1	580	59,5	60,5	60	60,12
600	1	600	59,5	60,5	60	60,36

620	0	620	59,5	60,5	60	59,91
640	1	640	59,5	60,5	60	59,98
660	1	660	59,5	60,5	60	60,12
680	1	680	59,5	60,5	60	60,25
700	0	700	59,5	60,5	60	60,36
720	0	720	59,5	60,5	60	60,18
740	0	740	59,5	60,5	60	59,81
760	1	760	59,5	60,5	60	59,4
780	1	780	59,5	60,5	60	59,4
800	1	800	59,5	60,5	60	59,26
820	1	820	59,5	60,5	60	58,92
840	1	840	59,5	60,5	60	59,23
860	1	860	59,5	60,5	60	59,43
880	1	880	59,5	60,5	60	59,23
900	1	900	59,5	60,5	60	60,08
920	0	920	59,5	60,5	60	60,18
940	1	940	59,5	60,5	60	60,29

Lampiran 6.Data Aktuator dan Laju Perubahan Set Point 70 C

Waktu (detik)	respon aktuator	Waktu (s)	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Set Point</i> (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	69,5	70,5	70	33,69
20	1	20	69,5	70,5	70	33,97
40	1	40	69,5	70,5	70	40,38
60	1	60	69,5	70,5	70	42,66
80	1	80	69,5	70,5	70	47,56
100	1	100	69,5	70,5	70	52,47
120	1	120	69,5	70,5	70	55,44
140	1	140	69,5	70,5	70	59,36
160	1	160	69,5	70,5	70	62,13
180	1	180	69,5	70,5	70	63,37
200	1	200	69,5	70,5	70	64,87
220	1	220	69,5	70,5	70	67,05
240	1	240	69,5	70,5	70	67,32
260	0	260	69,5	70,5	70	70,39
280	0	280	69,5	70,5	70	69,94
300	1	300	69,5	70,5	70	69,63
320	0	320	69,5	70,5	70	71,45
340	1	340	69,5	70,5	70	68,26
360	1	360	69,5	70,5	70	68,4
380	1	380	69,5	70,5	70	69,04
400	0	400	69,5	70,5	70	70,43

420	1	420	69,5	70,5	70	69,7
440	1	440	69,5	70,5	70	69,63
460	0	460	69,5	70,5	70	70,2
480	0	480	69,5	70,5	70	70,09

Lampiran 7. Data Pengujian Sistem Temperatur *Set Point* 50 C

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	49,5	50,5	50	26,92
20	1	20	49,5	50,5	50	28,75
40	1	40	49,5	50,5	50	31,52
60	1	60	49,5	50,5	50	34,24
80	1	80	49,5	50,5	50	36,75
100	1	100	49,5	50,5	50	38,96
120	1	120	49,5	50,5	50	40,86
140	1	140	49,5	50,5	50	42,59
160	1	160	49,5	50,5	50	44,16
180	1	180	49,5	50,5	50	45,45
200	1	200	49,5	50,5	50	46,54
220	1	220	49,5	50,5	50	48,62
240	1	240	49,5	50,5	50	50,12
260	1	260	49,5	50,5	50	50,01
280	1	280	49,5	50,5	50	50,22
300	0	300	49,5	50,5	50	50,59
320	0	320	49,5	50,5	50	50,59
340	0	340	49,5	50,5	50	50,35
360	0	360	49,5	50,5	50	50,05
380	0	380	49,5	50,5	50	49,64
400	1	400	49,5	50,5	50	49,3
420	1	420	49,5	50,5	50	49,37
440	1	440	49,5	50,5	50	49,71
460	1	460	49,5	50,5	50	50,08
480	1	480	49,5	50,5	50	50,42
500	0	500	49,5	50,5	50	50,69
520	0	520	49,5	50,5	50	50,66
540	0	540	49,5	50,5	50	50,42
560	0	560	49,5	50,5	50	50,39
580	0	580	49,5	50,5	50	50,01
600	0	600	49,5	50,5	50	49,67
620	1	620	49,5	50,5	50	49,26
640	1	640	49,5	50,5	50	49,2

Lampiran 8. Data Pengujian Sistem Temperatur *Set Point* 60 C

Waktu (detik)	<i>Relay</i>	Waktu (detik)	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Set Point</i> (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	59,5	60,5	60	32,37
20	1	20	59,5	60,5	60	33,69
40	1	40	59,5	60,5	60	37,26
60	1	60	59,5	60,5	60	40,79
80	1	80	59,5	60,5	60	43,68
100	1	100	59,5	60,5	60	46,33
120	1	120	59,5	60,5	60	48,28
140	1	140	59,5	60,5	60	49,84
160	1	160	59,5	60,5	60	51,31
180	1	180	59,5	60,5	60	51,34
200	1	200	59,5	60,5	60	52,54
220	1	220	59,5	60,5	60	53,56
240	1	240	59,5	60,5	60	54,31
260	1	260	59,5	60,5	60	54,96
280	1	280	59,5	60,5	60	55,47
300	1	300	59,5	60,5	60	55,91
320	1	320	59,5	60,5	60	56,32
340	1	340	59,5	60,5	60	56,8
360	1	360	59,5	60,5	60	57,25
380	1	380	59,5	60,5	60	57,62
400	1	400	59,5	60,5	60	57,89
420	1	420	59,5	60,5	60	58,27
440	1	440	59,5	60,5	60	58,51
460	1	460	59,5	60,5	60	58,78
480	1	480	59,5	60,5	60	59,02
500	1	500	59,5	60,5	60	59,3
520	1	520	59,5	60,5	60	59,43
540	1	540	59,5	60,5	60	59,6
560	1	560	59,5	60,5	60	59,81
580	1	580	59,5	60,5	60	60,12
600	1	600	59,5	60,5	60	60,36
620	0	620	59,5	60,5	60	59,91
640	1	640	59,5	60,5	60	59,98
660	1	660	59,5	60,5	60	60,12
680	1	680	59,5	60,5	60	60,25
700	0	700	59,5	60,5	60	60,36
720	0	720	59,5	60,5	60	60,18
740	0	740	59,5	60,5	60	59,81

760	1	760	59,5	60,5	60	59,4
780	1	780	59,5	60,5	60	59,4
800	1	800	59,5	60,5	60	59,26
820	1	820	59,5	60,5	60	58,92
840	1	840	59,5	60,5	60	59,23
860	1	860	59,5	60,5	60	59,43
880	1	880	59,5	60,5	60	59,23
900	1	900	59,5	60,5	60	60,08
920	0	920	59,5	60,5	60	60,18
940	1	940	59,5	60,5	60	60,29

Lampiran 9. Data Data Pengujian Sistem Temperatur set point 70 C

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	69,5	70,5	70	33,69
20	1	20	69,5	70,5	70	33,97
40	1	40	69,5	70,5	70	40,38
60	1	60	69,5	70,5	70	42,66
80	1	80	69,5	70,5	70	47,56
100	1	100	69,5	70,5	70	52,47
120	1	120	69,5	70,5	70	55,44
140	1	140	69,5	70,5	70	59,36
160	1	160	69,5	70,5	70	62,13
180	1	180	69,5	70,5	70	63,37
200	1	200	69,5	70,5	70	64,87
220	1	220	69,5	70,5	70	67,05
240	1	240	69,5	70,5	70	67,32
260	0	260	69,5	70,5	70	70,39
280	0	280	69,5	70,5	70	69,94
300	1	300	69,5	70,5	70	69,63
320	0	320	69,5	70,5	70	71,45
340	1	340	69,5	70,5	70	68,26
360	1	360	69,5	70,5	70	68,4
380	1	380	69,5	70,5	70	69,04
400	0	400	69,5	70,5	70	70,43
420	1	420	69,5	70,5	70	69,7
440	1	440	69,5	70,5	70	69,63
460	0	460	69,5	70,5	70	70,2
480	0	480	69,5	70,5	70	70,09

Lampiran 10. Hasil Pengujian Kontrol *On-Off Dehydrator Tipe Rotary Cylinder* Pada Proses Pengeringan Kentang *Set Point 50 C*

Waktu (detik)	Pemanas (1 = ON, 0 = OFF)	Waktu (detik)	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Set Point</i> (°C)	Temperatur (°C)
0	0	0	49,5	50,5	50	34,61
20	1	20	49,5	50,5	50	42,56
40	1	40	49,5	50,5	50	44,8
60	1	60	49,5	50,5	50	47,05
80	1	80	49,5	50,5	50	48,89
100	0	100	49,5	50,5	50	50,56
120	0	120	49,5	50,5	50	50,27
140	0	140	49,5	50,5	50	50,07
160	0	160	49,5	50,5	50	49,86
180	0	180	49,5	50,5	50	49,77
200	1	200	49,5	50,5	50	49,2
220	1	220	49,5	50,5	50	49,67
240	0	240	49,5	50,5	50	50,56
260	0	260	49,5	50,5	50	50,3
280	0	280	49,5	50,5	50	49,8
300	1	300	49,5	50,5	50	49,32
320	1	320	49,5	50,5	50	49,71
340	1	340	49,5	50,5	50	50,26
360	0	360	49,5	50,5	50	50,84
380	0	380	49,5	50,5	50	50,6
400	0	400	49,5	50,5	50	50,1
420	0	420	49,5	50,5	50	50,63
440	0	440	49,5	50,5	50	50,12
460	1	460	49,5	50,5	50	49,54
480	1	480	49,5	50,5	50	49,7
500	1	500	49,5	50,5	50	50,32
520	0	520	49,5	50,5	50	50,59
540	0	540	49,5	50,5	50	50,43
560	0	560	49,5	50,5	50	50,36
580	0	580	49,5	50,5	50	49,91
600	1	600	49,5	50,5	50	49,64
620	1	620	49,5	50,5	50	49,81
640	0	640	49,5	50,5	50	50,63
660	0	660	49,5	50,5	50	50,83
680	0	680	49,5	50,5	50	50,56
700	0	700	49,5	50,5	50	50,05
720	1	720	49,5	50,5	50	49,43
740	1	740	49,5	50,5	50	50,12

760	0	760	49,5	50,5	50	50,69
780	0	780	49,5	50,5	50	50,77
800	0	800	49,5	50,5	50	50,69
820	0	820	49,5	50,5	50	50,22
840	1	840	49,5	50,5	50	49,54
860	1	860	49,5	50,5	50	49,57
880	1	880	49,5	50,5	50	50,32
900	0	900	49,5	50,5	50	50,63
920	0	920	49,5	50,5	50	50,53
940	0	940	49,5	50,5	50	50,26
960	0	960	49,5	50,5	50	49,91
980	1	980	49,5	50,5	50	49,3
1000	1	1000	49,5	50,5	50	49,71
1020	0	1020	49,5	50,5	50	50,59
1040	0	1040	49,5	50,5	50	50,47
1060	0	1060	49,5	50,5	50	50,33
1080	0	1080	49,5	50,5	50	50,11
1100	0	1100	49,5	50,5	50	49,77
1120	1	1120	49,5	50,5	50	49,5
1140	1	1140	49,5	50,5	50	50,22
1160	0	1160	49,5	50,5	50	50,58
1180	0	1180	49,5	50,5	50	50,37
1200	0	1200	49,5	50,5	50	50,23
1220	0	1220	49,5	50,5	50	49,72
1240	1	1240	49,5	50,5	50	49,57
1260	1	1260	49,5	50,5	50	49,64
1280	0	1280	49,5	50,5	50	50,69
1300	0	1300	49,5	50,5	50	50,47
1320	0	1320	49,5	50,5	50	50,33
1340	0	1340	49,5	50,5	50	50,09
1360	0	1360	49,5	50,5	50	49,74
1380	1	1380	49,5	50,5	50	49,26
1400	1	1400	49,5	50,5	50	50,15
1420	0	1420	49,5	50,5	50	50,47
1440	0	1440	49,5	50,5	50	50,39
1460	0	1460	49,5	50,5	50	50,15
1480	0	1480	49,5	50,5	50	49,6
1500	1	1500	49,5	50,5	50	49,4
1520	1	1520	49,5	50,5	50	50,25
1540	0	1540	49,5	50,5	50	50,41
1560	0	1560	49,5	50,5	50	50,37
1580	0	1580	49,5	50,5	50	50,23
1600	0	1600	49,5	50,5	50	50,15

1620	0	1620	49,5	50,5	50	49,6
1640	1	1640	49,5	50,5	50	49,55
1660	1	1660	49,5	50,5	50	50,25
1680	1	1680	49,5	50,5	50	50,44
1680	0	1680	49,5	50,5	50	50,57
1700	0	1700	49,5	50,5	50	50,23
1720	0	1720	49,5	50,5	50	50,15
1740	1	1740	49,5	50,5	50	49,6
1760	1	1760	49,5	50,5	50	49,86
1780	1	1780	49,5	50,5	50	50,35
1800	1	1800	49,5	50,5	50	50,48
1820	0	1820	49,5	50,5	50	50,34
1840	0	1840	49,5	50,5	50	50,26
1860	0	1860	49,5	50,5	50	49,98
1880	1	1880	49,5	50,5	50	49,4
1900	1	1900	49,5	50,5	50	49,88
1920	1	1920	49,5	50,5	50	50,04
1940	1	1940	49,5	50,5	50	50,24
1960	1	1960	49,5	50,5	50	50,38
1980	1	1980	49,5	50,5	50	50,46
2000	0	2000	49,5	50,5	50	49,91
2020	1	2020	49,5	50,5	50	49,4
2040	1	2040	49,5	50,5	50	50,12
2060	1	2060	49,5	50,5	50	50,31
2080	1	2080	49,5	50,5	50	50,38
2100	1	2100	49,5	50,5	50	50,5
2120	0	2120	49,5	50,5	50	49,63
2140	0	2140	49,5	50,5	50	49,4
2160	1	2160	49,5	50,5	50	49,64
2180	1	2180	49,5	50,5	50	49,84
2200	1	2200	49,5	50,5	50	50
2220	1	2220	49,5	50,5	50	50,45
2240	0	2240	49,5	50,5	50	50,27
2260	0	2260	49,5	50,5	50	49,93
2280	0	2280	49,5	50,5	50	49,49
2300	1	2300	49,5	50,5	50	50,12
2320	1	2320	49,5	50,5	50	50,24
2340	1	2340	49,5	50,5	50	50,48
2360	0	2360	49,5	50,5	50	50,38
2380	1	2380	49,5	50,5	50	49,51
2400	1	2400	49,5	50,5	50	50,21
2420	1	2420	49,5	50,5	50	50,53

2440	0	2440	49,5	50,5	50	50,22
2460	0	2460	49,5	50,5	50	49,74
2480	1	2480	49,5	50,5	50	49,4
2500	0	2500	49,5	50,5	50	50,59
2520	1	2520	49,5	50,5	50	49,41
2540	1	2540	49,5	50,5	50	49,58
2560	0	2560	49,5	50,5	50	50,04
2580	0	2580	49,5	50,5	50	50,59
2600	0	2600	49,5	50,5	50	50,08
2620	0	2620	49,5	50,5	50	49,64
2640	1	2640	49,5	50,5	50	49,54
2660	1	2660	49,5	50,5	50	50
2680	0	2680	49,5	50,5	50	50,58
2700	0	2700	49,5	50,5	50	50,41
2720	0	2720	49,5	50,5	50	50,07
2740	0	2740	49,5	50,5	50	49,63
2760	1	2760	49,5	50,5	50	50,15
2780	0	2780	49,5	50,5	50	50,67
2800	1	2800	49,5	50,5	50	49,47
2820	0	2820	49,5	50,5	50	50,56
2840	0	2840	49,5	50,5	50	50,48
2860	0	2860	49,5	50,5	50	50,44
2880	0	2880	49,5	50,5	50	50,14
2900	0	2900	49,5	50,5	50	49,73
2920	1	2920	49,5	50,5	50	50,29
2940	0	2940	49,5	50,5	50	50,51
2960	1	2960	49,5	50,5	50	49,43
2980	1	2980	49,5	50,5	50	50,2
3000	1	3000	49,5	50,5	50	50,55
3020	0	3020	49,5	50,5	50	49,58
3040	1	3040	49,5	50,5	50	50,31
3060	0	3060	49,5	50,5	50	50,57
3080	0	3080	49,5	50,5	50	50,46
3100	0	3100	49,5	50,5	50	49,98
3120	0	3120	49,5	50,5	50	49,57
3140	1	3140	49,5	50,5	50	49,67
3160	0	3160	49,5	50,5	50	50,1
3180	0	3180	49,5	50,5	50	50,51
3200	0	3200	49,5	50,5	50	50,24
3220	0	3220	49,5	50,5	50	49,9
3240	0	3240	49,5	50,5	50	50,46
3260	0	3260	49,5	50,5	50	50,05
3280	0	3280	49,5	50,5	50	49,57

3300	1	3300	49,5	50,5	50	49,4
3320	1	3320	49,5	50,5	50	50,42
3340	0	3340	49,5	50,5	50	50,51
3360	0	3360	49,5	50,5	50	50,44
3380	0	3380	49,5	50,5	50	49,93
3400	0	3400	49,5	50,5	50	49,63
3420	1	3420	49,5	50,5	50	50,12
3440	0	3440	49,5	50,5	50	49,57
3460	1	3460	49,5	50,5	50	49,84
3480	0	3480	49,5	50,5	50	50,24
3500	0	3500	49,5	50,5	50	50,62
3520	0	3520	49,5	50,5	50	50,41
3540	0	3540	49,5	50,5	50	49,97
3560	0	3560	49,5	50,5	50	50,42
3580	1	3580	49,5	50,5	50	49,4
3600	1	3600	49,5	50,5	50	50,42
3620	0	3620	49,5	50,5	50	50,51
3640	0	3640	49,5	50,5	50	50,44
3660	0	3660	49,5	50,5	50	49,93
3680	0	3680	49,5	50,5	50	49,63
3700	1	3700	49,5	50,5	50	50,12
3720	0	3720	49,5	50,5	50	49,57

Waktu (detik)	Pemanas (1 = ON, 0 = OFF)	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	0	0	49,5	50,5	50	36,65
20	1	20	49,5	50,5	50	37,26
40	1	40	49,5	50,5	50	39,6
60	1	60	49,5	50,5	50	42,32
80	1	80	49,5	50,5	50	44,67
100	1	100	49,5	50,5	50	46,78
120	1	120	49,5	50,5	50	48,45
140	1	140	49,5	50,5	50	50,25
160	0	160	49,5	50,5	50	50,57
180	0	180	49,5	50,5	50	49,97
200	1	200	49,5	50,5	50	50,01
220	0	220	49,5	50,5	50	50,5
240	1	240	49,5	50,5	50	49,43
260	1	260	49,5	50,5	50	50,05
280	0	280	49,5	50,5	50	50,53
300	0	300	49,5	50,5	50	50,47

320	0	320	49,5	50,5	50	50,36
340	0	340	49,5	50,5	50	49,91
360	0	360	49,5	50,5	50	49,53
380	1	380	49,5	50,5	50	49,8
400	1	400	49,5	50,5	50	49,97
420	1	420	49,5	50,5	50	50,1
440	0	440	49,5	50,5	50	50,53
460	0	460	49,5	50,5	50	50,25
480	0	480	49,5	50,5	50	49,6
500	1	500	49,5	50,5	50	49,47
520	1	520	49,5	50,5	50	50,52
540	1	540	49,5	50,5	50	50,27
560	1	560	49,5	50,5	50	50,1
580	0	580	49,5	50,5	50	50,56
600	0	600	49,5	50,5	50	50,12
620	1	620	49,5	50,5	50	49,54
640	0	640	49,5	50,5	50	50,54
660	0	660	49,5	50,5	50	49,59
680	0	680	49,5	50,5	50	50,21
700	1	700	49,5	50,5	50	49,5
720	0	720	49,5	50,5	50	50,5
740	0	740	49,5	50,5	50	50,18
760	0	760	49,5	50,5	50	49,6
780	1	780	49,5	50,5	50	49,6
800	0	800	49,5	50,5	50	50,56
820	0	820	49,5	50,5	50	50,21
840	0	840	49,5	50,5	50	50,04
860	0	860	49,5	50,5	50	50,56
880	0	880	49,5	50,5	50	50,15
900	0	900	49,5	50,5	50	49,5
920	1	920	49,5	50,5	50	49,64
940	0	940	49,5	50,5	50	50,46
960	0	960	49,5	50,5	50	50,31
980	0	980	49,5	50,5	50	50,14
1000	0	1000	49,5	50,5	50	49,73
1020	1	1020	49,5	50,5	50	49,53
1040	0	1040	49,5	50,5	50	49,64
1060	1	1060	49,5	50,5	50	49,6
1080	0	1080	49,5	50,5	50	50,49
1100	0	1100	49,5	50,5	50	50,27
1120	0	1120	49,5	50,5	50	50,24
1140	0	1140	49,5	50,5	50	49,8
1160	0	1160	49,5	50,5	50	50,25

1180	1	1180	49,5	50,5	50	49,77
1200	1	1200	49,5	50,5	50	49,4
1220	1	1220	49,5	50,5	50	50,42
1240	0	1240	49,5	50,5	50	50,58
1260	0	1260	49,5	50,5	50	50,34
1280	1	1280	49,5	50,5	50	49,97
1300	0	1300	49,5	50,5	50	50,42
1320	0	1320	49,5	50,5	50	49,91
1340	1	1340	49,5	50,5	50	49,37
1360	1	1360	49,5	50,5	50	50,01
1380	0	1380	49,5	50,5	50	50,1
1400	0	1400	49,5	50,5	50	50,41
1420	0	1420	49,5	50,5	50	50,14
1440	1	1440	49,5	50,5	50	49,66
1460	0	1460	49,5	50,5	50	49,97
1480	1	1480	49,5	50,5	50	50,42
1500	0	1500	49,5	50,5	50	49,91
1520	1	1520	49,5	50,5	50	49,47
1540	1	1540	49,5	50,5	50	50,01
1560	0	1560	49,5	50,5	50	50,1
1580	0	1580	49,5	50,5	50	50,41
1600	1	1600	49,5	50,5	50	49,43
1620	0	1620	49,5	50,5	50	50,49
1640	1	1640	49,5	50,5	50	49,75
1660	1	1660	49,5	50,5	50	49,85
1680	0	1680	49,5	50,5	50	50,55
1680	0	1680	49,5	50,5	50	50,04
1700	1	1700	49,5	50,5	50	49,49
1720	1	1720	49,5	50,5	50	49,6
1740	1	1740	49,5	50,5	50	49,57
1760	0	1760	49,5	50,5	50	50,56
1780	0	1780	49,5	50,5	50	50,21
1800	0	1800	49,5	50,5	50	50,17
1820	0	1820	49,5	50,5	50	50,56
1840	0	1840	49,5	50,5	50	50,12
1860	1	1860	49,5	50,5	50	49,5
1880	1	1880	49,5	50,5	50	50,01
1900	0	1900	49,5	50,5	50	50,21
1920	0	1920	49,5	50,5	50	50,48
1940	0	1940	49,5	50,5	50	50,24
1960	1	1960	49,5	50,5	50	49,87
1980	0	1980	49,5	50,5	50	50,25

2000	0	2000	49,5	50,5	50	49,57
2020	1	2020	49,5	50,5	50	49,84
2040	0	2040	49,5	50,5	50	50,93
2060	0	2060	49,5	50,5	50	50,38
2080	0	2080	49,5	50,5	50	50,07
2100	0	2100	49,5	50,5	50	49,56
2120	1	2120	49,5	50,5	50	50,08
2140	0	2140	49,5	50,5	50	50,4
2160	0	2160	49,5	50,5	50	50,22
2180	1	2180	49,5	50,5	50	49,51
2200	1	2200	49,5	50,5	50	49,81
2220	0	2220	49,5	50,5	50	50
2240	0	2240	49,5	50,5	50	50,56
2260	0	2260	49,5	50,5	50	50,05
2280	1	2280	49,5	50,5	50	49,43
2300	1	2300	49,5	50,5	50	50,08
2320	0	2320	49,5	50,5	50	50,4
2340	0	2340	49,5	50,5	50	50,48
2360	0	2360	49,5	50,5	50	50,24
2380	1	2380	49,5	50,5	50	49,8
2400	0	2400	49,5	50,5	50	50,22
2420	0	2420	49,5	50,5	50	49,6
2440	1	2440	49,5	50,5	50	49,5
2460	1	2460	49,5	50,5	50	50,07
2480	0	2480	49,5	50,5	50	50,58
2500	0	2500	49,5	50,5	50	50,21
2520	0	2520	49,5	50,5	50	50,43
2540	0	2540	49,5	50,5	50	50,35
2560	0	2560	49,5	50,5	50	49,91
2580	1	2580	49,5	50,5	50	49,4
2600	0	2600	49,5	50,5	50	50,42
2620	0	2620	49,5	50,5	50	50,51
2640	0	2640	49,5	50,5	50	50,44
2660	0	2660	49,5	50,5	50	49,93
2680	0	2680	49,5	50,5	50	50,63
2700	0	2700	49,5	50,5	50	50,12
2720	0	2720	49,5	50,5	50	49,57
2740	1	2740	49,5	50,5	50	49,84
2760	1	2760	49,5	50,5	50	50,54
2780	1	2780	49,5	50,5	50	50,72
2800	0	2800	49,5	50,5	50	50,71
2820	0	2820	49,5	50,5	50	50,97
2840	0	2840	49,5	50,5	50	50,42

2860	1	2860	49,5	50,5	50	49,94
2880	1	2880	49,5	50,5	50	49,4
2900	0	2900	49,5	50,5	50	50,35
2920	0	2920	49,5	50,5	50	50,51
2940	1	2940	49,5	50,5	50	49,62
2960	0	2960	49,5	50,5	50	50,17
2980	0	2980	49,5	50,5	50	50,53
3000	0	3000	49,5	50,5	50	50,22
3020	1	3020	49,5	50,5	50	49,57
3040	0	3040	49,5	50,5	50	50,31
3060	0	3060	49,5	50,5	50	50,57
3080	0	3080	49,5	50,5	50	50,46
3100	1	3100	49,5	50,5	50	49,98
3120	1	3120	49,5	50,5	50	49,57
3140	1	3140	49,5	50,5	50	49,67
3160	0	3160	49,5	50,5	50	50,1
3180	0	3180	49,5	50,5	50	50,51
3200	0	3200	49,5	50,5	50	50,24
3220	0	3220	49,5	50,5	50	49,9
3240	1	3240	49,5	50,5	50	49,46
3260	0	3260	49,5	50,5	50	50,05
3280	0	3280	49,5	50,5	50	49,57
3300	1	3300	49,5	50,5	50	49,5
3320	1	3320	49,5	50,5	50	49,67
3340	0	3340	49,5	50,5	50	50,1
3360	0	3360	49,5	50,5	50	50,5
3380	0	3380	49,5	50,5	50	50,52
3400	0	3400	49,5	50,5	50	49,71
3420	1	3420	49,5	50,5	50	49,26
3440	1	3440	49,5	50,5	50	49,84
3460	0	3460	49,5	50,5	50	50,5
3480	1	3480	49,5	50,5	50	49,6
3500	0	3500	49,5	50,5	50	50,53
3520	1	3520	49,5	50,5	50	49,52
3540	1	3540	49,5	50,5	50	49,54
3560	1	3560	49,5	50,5	50	49,54
3580	1	3580	49,5	50,5	50	49,85
3600	0	3600	49,5	50,5	50	50,55
3620	0	3620	49,5	50,5	50	50,04
3640	1	3640	49,5	50,5	50	49,49
3660	1	3660	49,5	50,5	50	49,6
3680	1	3680	49,5	50,5	50	49,57

3700	0	3700	49,5	50,5	50	50,56
3720	0	3720	49,5	50,5	50	50,21
3740	0	3740	49,5	50,5	50	50,17
3760	0	3760	49,5	50,5	50	50,56

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	0	0	49,5	50,5	50	35,15
20	1	20	49,5	50,5	50	35,49
40	1	40	49,5	50,5	50	37,43
60	1	60	49,5	50,5	50	40,01
80	1	80	49,5	50,5	50	42,15
100	1	100	49,5	50,5	50	43,95
120	1	120	49,5	50,5	50	45,48
140	1	140	49,5	50,5	50	47,32
160	1	160	49,5	50,5	50	48,79
180	1	180	49,5	50,5	50	49,94
200	0	200	49,5	50,5	50	50,87
220	0	220	49,5	50,5	50	50,04
240	1	240	49,5	50,5	50	49,59
260	1	260	49,5	50,5	50	49,98
280	0	280	49,5	50,5	50	50,33
300	0	300	49,5	50,5	50	50,43
320	0	320	49,5	50,5	50	50,39
340	0	340	49,5	50,5	50	50,1
360	1	360	49,5	50,5	50	49,93
380	0	380	49,5	50,5	50	50,56
400	0	400	49,5	50,5	50	50,08
420	1	420	49,5	50,5	50	49,43
440	1	440	49,5	50,5	50	49,64
460	0	460	49,5	50,5	50	50,53
480	0	480	49,5	50,5	50	50,31
500	0	500	49,5	50,5	50	50,21
520	1	520	49,5	50,5	50	49,8
540	0	540	49,5	50,5	50	50,32
560	1	560	49,5	50,5	50	49,81
580	1	580	49,5	50,5	50	49,53
600	1	600	49,5	50,5	50	49,84
620	0	620	49,5	50,5	50	50,53
640	0	640	49,5	50,5	50	50,24
660	1	660	49,5	50,5	50	50
680	0	680	49,5	50,5	50	50,56
700	0	700	49,5	50,5	50	50,18

720	1	720	49,5	50,5	50	49,5
740	1	740	49,5	50,5	50	49,7
760	0	760	49,5	50,5	50	50,39
780	0	780	49,5	50,5	50	50,27
800	1	800	49,5	50,5	50	49,47
820	0	820	49,5	50,5	50	50,63
840	1	840	49,5	50,5	50	49,46
860	1	860	49,5	50,5	50	49,91
880	0	880	49,5	50,5	50	50,43
900	1	900	49,5	50,5	50	50,08
920	0	920	49,5	50,5	50	50,17
940	0	940	49,5	50,5	50	50,31
960	0	960	49,5	50,5	50	50,53
980	0	980	49,5	50,5	50	50,46
1000	1	1000	49,5	50,5	50	49,98
1020	1	1020	49,5	50,5	50	49,57
1040	1	1040	49,5	50,5	50	49,6
1060	0	1060	49,5	50,5	50	50,66
1080	0	1080	49,5	50,5	50	50,38
1100	0	1100	49,5	50,5	50	50,21
1120	1	1120	49,5	50,5	50	49,76
1140	0	1140	49,5	50,5	50	50,29
1160	1	1160	49,5	50,5	50	49,77
1180	1	1180	49,5	50,5	50	49,4
1200	1	1200	49,5	50,5	50	50,15
1220	0	1220	49,5	50,5	50	50,27
1240	0	1240	49,5	50,5	50	50,34
1260	1	1260	49,5	50,5	50	50,04
1280	0	1280	49,5	50,5	50	50,59
1300	0	1300	49,5	50,5	50	50,15
1320	0	1320	49,5	50,5	50	49,64
1340	0	1340	49,5	50,5	50	49,97
1360	0	1360	49,5	50,5	50	50,42
1380	0	1380	49,5	50,5	50	49,91
1400	1	1400	49,5	50,5	50	49,47
1420	1	1420	49,5	50,5	50	49,74
1440	1	1440	49,5	50,5	50	50,04
1460	0	1460	49,5	50,5	50	50,51
1480	0	1480	49,5	50,5	50	50,23
1500	0	1500	49,5	50,5	50	50,42
1520	0	1520	49,5	50,5	50	49,91
1540	1	1540	49,5	50,5	50	49,47

1560	1	1560	49,5	50,5	50	50,01
1580	1	1580	49,5	50,5	50	49,63
1600	0	1600	49,5	50,5	50	50,13
1620	0	1620	49,5	50,5	50	50,49
1640	0	1640	49,5	50,5	50	49,75
1660	0	1660	49,5	50,5	50	49,85
1680	1	1680	49,5	50,5	50	49,55
1680	0	1680	49,5	50,5	50	50,04
1700	0	1700	49,5	50,5	50	50,39
1720	0	1720	49,5	50,5	50	49,6
1740	1	1740	49,5	50,5	50	49,57
1760	0	1760	49,5	50,5	50	50,56
1780	0	1780	49,5	50,5	50	50,21
1800	0	1800	49,5	50,5	50	50,17
1820	0	1820	49,5	50,5	50	50,56
1840	0	1840	49,5	50,5	50	50,12
1860	1	1860	49,5	50,5	50	49,54
1880	1	1880	49,5	50,5	50	50,01
1900	0	1900	49,5	50,5	50	50,21
1920	0	1920	49,5	50,5	50	50,48
1940	0	1940	49,5	50,5	50	50,24
1960	0	1960	49,5	50,5	50	50,57
1980	0	1980	49,5	50,5	50	50,25
2000	1	2000	49,5	50,5	50	49,57
2020	1	2020	49,5	50,5	50	49,84
2040	0	2040	49,5	50,5	50	50,53
2060	0	2060	49,5	50,5	50	50,38
2080	0	2080	49,5	50,5	50	50,07
2100	0	2100	49,5	50,5	50	50,56
2120	0	2120	49,5	50,5	50	50,08
2140	1	2140	49,5	50,5	50	49,4
2160	0	2160	49,5	50,5	50	50,1
2180	0	2180	49,5	50,5	50	50,31
2200	0	2200	49,5	50,5	50	50,41
2220	0	2220	49,5	50,5	50	50
2240	1	2240	49,5	50,5	50	49,66
2260	1	2260	49,5	50,5	50	50,05
2280	1	2280	49,5	50,5	50	49,43
2300	1	2300	49,5	50,5	50	50,08
2320	0	2320	49,5	50,5	50	50,3
2340	0	2340	49,5	50,5	50	50,48
2360	0	2360	49,5	50,5	50	50,24
2380	0	2380	49,5	50,5	50	50,2

2400	0	2400	49,5	50,5	50	50,22
2420	1	2420	49,5	50,5	50	49,6
2440	1	2440	49,5	50,5	50	49,74
2460	0	2460	49,5	50,5	50	50,07
2480	0	2480	49,5	50,5	50	50,58
2500	0	2500	49,5	50,5	50	50,21
2520	0	2520	49,5	50,5	50	50,13
2540	0	2540	49,5	50,5	50	50,35
2560	0	2560	49,5	50,5	50	49,91
2580	1	2580	49,5	50,5	50	49,4
2600	0	2600	49,5	50,5	50	50,42
2620	0	2620	49,5	50,5	50	50,51
2640	0	2640	49,5	50,5	50	50,44
2660	0	2660	49,5	50,5	50	50,53
2680	0	2680	49,5	50,5	50	50,33
2700	0	2700	49,5	50,5	50	50,12
2720	1	2720	49,5	50,5	50	49,57
2740	1	2740	49,5	50,5	50	49,84
2760	0	2760	49,5	50,5	50	50,24
2780	0	2780	49,5	50,5	50	50,62
2800	0	2800	49,5	50,5	50	50,41
2820	0	2820	49,5	50,5	50	50,57
2840	0	2840	49,5	50,5	50	50,42
2860	0	2860	49,5	50,5	50	49,94
2880	1	2880	49,5	50,5	50	49,4
2900	1	2900	49,5	50,5	50	50,35
2920	0	2920	49,5	50,5	50	50,51
2940	0	2940	49,5	50,5	50	50,62
2960	0	2960	49,5	50,5	50	50,17
2980	0	2980	49,5	50,5	50	49,73
3000	0	3000	49,5	50,5	50	50,22
3020	1	3020	49,5	50,5	50	49,57
3040	0	3040	49,5	50,5	50	50,31
3060	0	3060	49,5	50,5	50	50,57
3080	0	3080	49,5	50,5	50	50,46
3100	0	3100	49,5	50,5	50	49,98
3120	1	3120	49,5	50,5	50	49,57
3140	1	3140	49,5	50,5	50	49,67
3160	0	3160	49,5	50,5	50	50,1
3180	0	3180	49,5	50,5	50	50,51
3200	0	3200	49,5	50,5	50	50,24
3220	0	3220	49,5	50,5	50	49,9

3240	1	3240	49,5	50,5	50	49,46
3260	1	3260	49,5	50,5	50	50,05
3280	1	3280	49,5	50,5	50	49,57
3300	0	3300	49,5	50,5	50	50,63
3320	0	3320	49,5	50,5	50	50,15
3340	1	3340	49,5	50,5	50	49,43
3360	1	3360	49,5	50,5	50	49,74
3380	0	3380	49,5	50,5	50	50,14
3400	0	3400	49,5	50,5	50	50,48
3420	0	3420	49,5	50,5	50	50,24
3440	0	3440	49,5	50,5	50	50,1
3460	1	3460	49,5	50,5	50	49,48
3480	1	3480	49,5	50,5	50	49,67
3500	1	3500	49,5	50,5	50	49,43
3520	0	3520	49,5	50,5	50	50,43
3540	0	3540	49,5	50,5	50	50,65
3560	0	3560	49,5	50,5	50	50,58
3580	1	3580	49,5	50,5	50	49,46
3600	0	3600	49,5	50,5	50	50,05
3620	0	3620	49,5	50,5	50	49,57
3640	1	3640	49,5	50,5	50	49,5
3660	1	3660	49,5	50,5	50	49,67
3680	0	3680	49,5	50,5	50	50,56
3700	0	3700	49,5	50,5	50	50,1
3720	1	3720	49,5	50,5	50	50,05
3740	1	3740	49,5	50,5	50	49,57
3760	0	3760	49,5	50,5	50	50,63
3780	0	3780	49,5	50,5	50	50,15
3800	1	3800	49,5	50,5	50	49,43
3820	1	3820	49,5	50,5	50	49,74

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	0	0	49,5	50,5	50	34,24
20	1	20	49,5	50,5	50	34,88
40	1	40	49,5	50,5	50	39,16
60	1	60	49,5	50,5	50	44,26
80	1	80	49,5	50,5	50	46,98
100	1	100	49,5	50,5	50	48,89
120	1	120	49,5	50,5	50	50,49
140	0	140	49,5	50,5	50	50,48
160	0	160	49,5	50,5	50	49,72
180	0	180	49,5	50,5	50	50,41

200	0	200	49,5	50,5	50	50,53
220	0	220	49,5	50,5	50	50,15
240	1	240	49,5	50,5	50	49,43
260	1	260	49,5	50,5	50	49,74
280	0	280	49,5	50,5	50	50,14
300	0	300	49,5	50,5	50	50,48
320	0	320	49,5	50,5	50	50,24
340	0	340	49,5	50,5	50	50,63
360	0	360	49,5	50,5	50	50,18
380	0	380	49,5	50,5	50	49,67
400	1	400	49,5	50,5	50	49,43
420	0	420	49,5	50,5	50	50,43
440	0	440	49,5	50,5	50	50,65
460	0	460	49,5	50,5	50	50,58
480	0	480	49,5	50,5	50	50,34
500	0	500	49,5	50,5	50	50
520	0	520	49,5	50,5	50	50,59
540	0	540	49,5	50,5	50	50,15
560	0	560	49,5	50,5	50	49,64
580	1	580	49,5	50,5	50	49,5
600	0	600	49,5	50,5	50	50,47
620	0	620	49,5	50,5	50	49,82
640	0	640	49,5	50,5	50	50,16
660	0	660	49,5	50,5	50	49,99
680	0	680	49,5	50,5	50	50,68
700	0	700	49,5	50,5	50	50,07
720	0	720	49,5	50,5	50	50,25
740	0	740	49,5	50,5	50	49,64
760	1	760	49,5	50,5	50	49,54
780	0	780	49,5	50,5	50	50,07
800	0	800	49,5	50,5	50	49,89
820	1	820	49,5	50,5	50	49,49
840	0	840	49,5	50,5	50	50,52
860	0	860	49,5	50,5	50	50,31
880	0	880	49,5	50,5	50	49,9
900	0	900	49,5	50,5	50	50,49
920	0	920	49,5	50,5	50	50,05
940	1	940	49,5	50,5	50	49,54
960	1	960	49,5	50,5	50	49,6
980	0	980	49,5	50,5	50	50,21
1000	0	1000	49,5	50,5	50	49,92
1020	0	1020	49,5	50,5	50	50,06

1040	0	1040	49,5	50,5	50	49,96
1060	0	1060	49,5	50,5	50	49,72
1080	1	1080	49,5	50,5	50	49,57
1100	0	1100	49,5	50,5	50	50,66
1120	0	1120	49,5	50,5	50	50,25
1140	0	1140	49,5	50,5	50	49,77
1160	1	1160	49,5	50,5	50	49,4
1180	1	1180	49,5	50,5	50	50,39
1200	0	1200	49,5	50,5	50	50,49
1220	0	1220	49,5	50,5	50	50,33
1240	0	1240	49,5	50,5	50	50,26
1260	0	1260	49,5	50,5	50	50,19
1280	0	1280	49,5	50,5	50	49,89
1300	1	1300	49,5	50,5	50	49,51
1320	0	1320	49,5	50,5	50	50,53
1340	0	1340	49,5	50,5	50	50,39
1360	0	1360	49,5	50,5	50	49,84
1380	0	1380	49,5	50,5	50	49,47
1400	0	1400	49,5	50,5	50	49,88
1420	0	1420	49,5	50,5	50	50,34
1440	0	1440	49,5	50,5	50	50,55
1460	0	1460	49,5	50,5	50	50,41
1480	0	1480	49,5	50,5	50	50,21
1500	0	1500	49,5	50,5	50	50,69
1520	0	1520	49,5	50,5	50	50,15
1540	0	1540	49,5	50,5	50	49,67
1560	1	1560	49,5	50,5	50	49,72
1580	1	1580	49,5	50,5	50	49,63
1600	1	1600	49,5	50,5	50	49,57
1620	0	1620	49,5	50,5	50	50,49
1640	0	1640	49,5	50,5	50	49,75
1660	0	1660	49,5	50,5	50	49,85
1680	0	1680	49,5	50,5	50	50,55
1680	0	1680	49,5	50,5	50	50,04
1700	0	1700	49,5	50,5	50	50,39
1720	0	1720	49,5	50,5	50	49,6
1740	1	1740	49,5	50,5	50	49,57
1760	0	1760	49,5	50,5	50	50,56
1780	0	1780	49,5	50,5	50	50,21
1800	0	1800	49,5	50,5	50	50,17
1820	0	1820	49,5	50,5	50	50,56
1840	0	1840	49,5	50,5	50	50,12
1860	0	1860	49,5	50,5	50	49,54

1880	1	1880	49,5	50,5	50	50,01
1900	0	1900	49,5	50,5	50	50,21
1920	0	1920	49,5	50,5	50	50,48
1940	0	1940	49,5	50,5	50	50,24
1960	0	1960	49,5	50,5	50	50,87
1980	0	1980	49,5	50,5	50	50,25
2000	0	2000	49,5	50,5	50	49,57
2020	1	2020	49,5	50,5	50	49,84
2040	0	2040	49,5	50,5	50	50,93
2060	0	2060	49,5	50,5	50	50,38
2080	0	2080	49,5	50,5	50	50,07
2100	0	2100	49,5	50,5	50	50,56
2120	0	2120	49,5	50,5	50	50,08
2140	1	2140	49,5	50,5	50	49,4
2160	1	2160	49,5	50,5	50	50,22
2180	0	2180	49,5	50,5	50	50,31
2200	0	2200	49,5	50,5	50	50,41
2220	0	2220	49,5	50,5	50	50,5
2240	0	2240	49,5	50,5	50	50,66
2260	0	2260	49,5	50,5	50	50,05
2280	1	2280	49,5	50,5	50	49,43
2300	1	2300	49,5	50,5	50	50,08
2320	0	2320	49,5	50,5	50	50,1
2340	0	2340	49,5	50,5	50	50,48
2360	0	2360	49,5	50,5	50	50,24
2380	0	2380	49,5	50,5	50	49,8
2400	0	2400	49,5	50,5	50	50,22
2420	0	2420	49,5	50,5	50	49,6
2440	1	2440	49,5	50,5	50	49,74
2460	0	2460	49,5	50,5	50	50,07
2480	0	2480	49,5	50,5	50	50,58
2500	0	2500	49,5	50,5	50	50,21
2520	0	2520	49,5	50,5	50	50,63
2540	0	2540	49,5	50,5	50	50,35
2560	0	2560	49,5	50,5	50	49,91
2580	1	2580	49,5	50,5	50	49,4
2600	0	2600	49,5	50,5	50	50,42
2620	0	2620	49,5	50,5	50	50,51
2640	1	2640	49,5	50,5	50	49,44
2660	1	2660	49,5	50,5	50	49,93
2680	0	2680	49,5	50,5	50	50,63
2700	0	2700	49,5	50,5	50	50,12

2720	1	2720	49,5	50,5	50	49,57
2740	1	2740	49,5	50,5	50	49,84
2760	0	2760	49,5	50,5	50	50,24
2780	0	2780	49,5	50,5	50	50,72
2800	1	2800	49,5	50,5	50	50,51
2820	0	2820	49,5	50,5	50	50,57
2840	0	2840	49,5	50,5	50	50,42
2860	0	2860	49,5	50,5	50	49,94
2880	1	2880	49,5	50,5	50	49,4
2900	1	2900	49,5	50,5	50	50,35
2920	0	2920	49,5	50,5	50	50,51
2940	0	2940	49,5	50,5	50	50,62
2960	0	2960	49,5	50,5	50	50,17
2980	0	2980	49,5	50,5	50	50,53
3000	0	3000	49,5	50,5	50	50,22
3020	0	3020	49,5	50,5	50	49,57
3040	0	3040	49,5	50,5	50	50,31
3060	0	3060	49,5	50,5	50	50,47
3080	1	3080	49,5	50,5	50	49,46
3100	0	3100	49,5	50,5	50	49,98
3120	1	3120	49,5	50,5	50	49,57
3140	0	3140	49,5	50,5	50	49,67
3160	0	3160	49,5	50,5	50	50,1
3180	0	3180	49,5	50,5	50	50,51
3200	0	3200	49,5	50,5	50	50,24
3220	0	3220	49,5	50,5	50	49,9
3240	0	3240	49,5	50,5	50	50,46
3260	0	3260	49,5	50,5	50	50,05
3280	0	3280	49,5	50,5	50	49,57
3300	1	3300	49,5	50,5	50	50,05
3320	1	3320	49,5	50,5	50	49,57
3340	0	3340	49,5	50,5	50	50,63
3360	0	3360	49,5	50,5	50	50,15
3380	1	3380	49,5	50,5	50	49,43
3400	1	3400	49,5	50,5	50	49,74
3420	0	3420	49,5	50,5	50	50,14
3440	1	3440	49,5	50,5	50	49,06
3460	1	3460	49,5	50,5	50	50,35
3480	0	3480	49,5	50,5	50	50,17
3500	0	3500	49,5	50,5	50	50,51
3520	0	3520	49,5	50,5	50	50,44
3540	0	3540	49,5	50,5	50	49,93
3560	0	3560	49,5	50,5	50	50,63

3580	0	3580	49,5	50,5	50	50,1
3600	0	3600	49,5	50,5	50	50,51
3620	0	3620	49,5	50,5	50	50,24
3640	0	3640	49,5	50,5	50	49,9
3660	0	3660	49,5	50,5	50	50,46
3680	0	3680	49,5	50,5	50	50,05
3700	0	3700	49,5	50,5	50	49,57
3720	1	3720	49,5	50,5	50	50,05
3740	1	3740	49,5	50,5	50	49,57
3760	0	3760	49,5	50,5	50	50,63
3780	0	3780	49,5	50,5	50	50,15
3800	1	3800	49,5	50,5	50	49,43

Lampiran 11. Hasil Pengujian Kontrol *On-Off Dehydrator Tipe Rotary Cylinder* Pada Proses Pengeringan Kentang *Set Point 60 C*

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	59,5	60,5	60	31,6
20	1	20	59,5	60,5	60	32,3
40	1	40	59,5	60,5	60	35,02
60	1	60	59,5	60,5	60	40,1
80	1	80	59,5	60,5	60	43,43
100	1	100	59,5	60,5	60	45,5
120	1	120	59,5	60,5	60	48,21
140	1	140	59,5	60,5	60	50,87
160	1	160	59,5	60,5	60	52,98
180	1	180	59,5	60,5	60	54,58
200	1	200	59,5	60,5	60	56,12
220	1	220	59,5	60,5	60	57,76
240	1	240	59,5	60,5	60	58,99
260	1	260	59,5	60,5	60	59,98
280	0	280	59,5	60,5	60	60,48
300	0	300	59,5	60,5	60	60,31
320	0	320	59,5	60,5	60	60,63
340	0	340	59,5	60,5	60	60,53
360	0	360	59,5	60,5	60	59,71
380	1	380	59,5	60,5	60	59,5
400	0	400	59,5	60,5	60	60,57
420	0	420	59,5	60,5	60	59,72
440	1	440	59,5	60,5	60	59,48
460	0	460	59,5	60,5	60	60,57
480	0	480	59,5	60,5	60	60,29
500	0	500	59,5	60,5	60	59,57

520	1	520	59,5	60,5	60	59,36
540	0	540	59,5	60,5	60	60,7
560	0	560	59,5	60,5	60	60,59
580	0	580	59,5	60,5	60	60
600	0	600	59,5	60,5	60	59,84
620	1	620	59,5	60,5	60	59,57
640	1	640	59,5	60,5	60	60,12
660	0	660	59,5	60,5	60	60,57
680	0	680	59,5	60,5	60	60,56
700	0	700	59,5	60,5	60	59,69
720	0	720	59,5	60,5	60	60,04
740	0	740	59,5	60,5	60	59,95
760	1	760	59,5	60,5	60	59,6
780	1	780	59,5	60,5	60	60,42
800	0	800	59,5	60,5	60	60,57
820	0	820	59,5	60,5	60	60,56
840	0	840	59,5	60,5	60	60,32
860	0	860	59,5	60,5	60	59,53
880	1	880	59,5	60,5	60	59,84
900	0	900	59,5	60,5	60	60,62
920	0	920	59,5	60,5	60	60,27
940	0	940	59,5	60,5	60	60,62
960	0	960	59,5	60,5	60	60,87
980	0	980	59,5	60,5	60	60,25
1000	0	1000	59,5	60,5	60	59,6
1020	1	1020	59,5	60,5	60	59,53
1040	0	1040	59,5	60,5	60	60,21
1060	0	1060	59,5	60,5	60	60,4
1080	0	1080	59,5	60,5	60	60,62
1100	0	1100	59,5	60,5	60	60,21
1120	0	1120	59,5	60,5	60	60,32
1140	0	1140	59,5	60,5	60	59,84
1160	1	1160	59,5	60,5	60	59,43
1180	0	1180	59,5	60,5	60	60,07
1200	0	1200	59,5	60,5	60	60,69
1220	0	1220	59,5	60,5	60	60,18
1240	0	1240	59,5	60,5	60	60,66
1260	0	1260	59,5	60,5	60	60,12
1280	1	1280	59,5	60,5	60	59,46
1300	1	1300	59,5	60,5	60	59,74
1320	0	1320	59,5	60,5	60	60,35
1340	0	1340	59,5	60,5	60	60,06
1360	1	1360	59,5	60,5	60	59,48

1380	0	1380	59,5	60,5	60	60,07
1400	0	1400	59,5	60,5	60	60,25
1420	0	1420	59,5	60,5	60	59,98
1440	1	1440	59,5	60,5	60	59,43
1460	1	1460	59,5	60,5	60	59,88
1480	0	1480	59,5	60,5	60	60,43
1500	0	1500	59,5	60,5	60	60,06
1520	0	1520	59,5	60,5	60	60,48
1540	0	1540	59,5	60,5	60	60,63
1560	0	1560	59,5	60,5	60	59,81
1580	1	1580	59,5	60,5	60	59,43
1600	1	1600	59,5	60,5	60	60,42
1620	0	1620	59,5	60,5	60	59,83
1640	0	1640	59,5	60,5	60	60,21
1660	0	1660	59,5	60,5	60	60,6
1680	0	1680	59,5	60,5	60	60,49
1680	0	1680	59,5	60,5	60	60,36
1700	1	1700	59,5	60,5	60	59,5
1720	1	1720	59,5	60,5	60	59,81
1740	0	1740	59,5	60,5	60	60,56
1760	0	1760	59,5	60,5	60	59,89
1780	0	1780	59,5	60,5	60	59,24
1800	0	1800	59,5	60,5	60	60,47
1820	0	1820	59,5	60,5	60	60,39
1840	0	1840	59,5	60,5	60	59,98
1860	1	1860	59,5	60,5	60	59,43
1880	0	1880	59,5	60,5	60	60
1900	0	1900	59,5	60,5	60	60,65
1920	0	1920	59,5	60,5	60	59,79
1940	1	1940	59,5	60,5	60	59,48
1960	0	1960	59,5	60,5	60	60,63
1980	0	1980	59,5	60,5	60	59,84
2000	1	2000	59,5	60,5	60	59,49
2020	0	2020	59,5	60,5	60	60,53
2040	0	2040	59,5	60,5	60	59,93
2060	1	2060	59,5	60,5	60	59,48
2080	1	2080	59,5	60,5	60	59,97
2100	0	2100	59,5	60,5	60	60,49
2120	0	2120	59,5	60,5	60	59,98
2140	1	2140	59,5	60,5	60	59,4
2160	1	2160	59,5	60,5	60	60,29
2180	0	2180	59,5	60,5	60	59,79

2200	1	2200	59,5	60,5	60	59,49
2220	0	2220	59,5	60,5	60	60,31
2240	0	2240	59,5	60,5	60	60,53
2260	0	2260	59,5	60,5	60	60,36
2280	0	2280	59,5	60,5	60	59,64
2300	1	2300	59,5	60,5	60	59,77
2320	0	2320	59,5	60,5	60	60,65
2340	0	2340	59,5	60,5	60	60,21
2360	0	2360	59,5	60,5	60	60,63
2380	0	2380	59,5	60,5	60	60,36
2400	0	2400	59,5	60,5	60	59,91
2420	1	2420	59,5	60,5	60	59,43
2440	1	2440	59,5	60,5	60	59,95
2460	0	2460	59,5	60,5	60	60,59
2480	0	2480	59,5	60,5	60	60,52
2500	0	2500	59,5	60,5	60	60,11
2520	0	2520	59,5	60,5	60	60,57
2540	0	2540	59,5	60,5	60	60,49
2560	0	2560	59,5	60,5	60	59,81
2580	1	2580	59,5	60,5	60	59,46
2600	0	2600	59,5	60,5	60	60,11
2620	0	2620	59,5	60,5	60	60,65
2640	0	2640	59,5	60,5	60	59,79
2660	1	2660	59,5	60,5	60	59,48
2680	0	2680	59,5	60,5	60	60,53
2700	0	2700	59,5	60,5	60	60,15
2720	1	2720	59,5	60,5	60	59,53
2740	0	2740	59,5	60,5	60	60,18
2760	0	2760	59,5	60,5	60	60,31
2780	0	2780	59,5	60,5	60	60,63
2800	0	2800	59,5	60,5	60	60,53
2820	0	2820	59,5	60,5	60	60,25
2840	0	2840	59,5	60,5	60	59,98
2860	0	2860	59,5	60,5	60	59,53
2880	1	2880	59,5	60,5	60	59,64
2900	0	2900	59,5	60,5	60	60,45
2920	0	2920	59,5	60,5	60	60,69
2940	0	2940	59,5	60,5	60	60,48
2960	0	2960	59,5	60,5	60	60,07
2980	0	2980	59,5	60,5	60	60,39
3000	1	3000	59,5	60,5	60	59,46
3020	1	3020	59,5	60,5	60	59,67
3040	0	3040	59,5	60,5	60	60,48

3060	0	3060	59,5	60,5	60	60,76
3080	0	3080	59,5	60,5	60	60,52
3100	0	3100	59,5	60,5	60	60,14
3120	0	3120	59,5	60,5	60	60,49
3140	0	3140	59,5	60,5	60	59,84
3160	1	3160	59,5	60,5	60	59,52
3180	0	3180	59,5	60,5	60	60
3200	0	3200	59,5	60,5	60	60,65
3220	0	3220	59,5	60,5	60	60,52
3240	0	3240	59,5	60,5	60	60,07
3260	0	3260	59,5	60,5	60	60,53
3280	0	3280	59,5	60,5	60	60,39
3300	0	3300	59,5	60,5	60	59,98
3320	1	3320	59,5	60,5	60	59,36
3340	0	3340	59,5	60,5	60	60,11
3360	0	3360	59,5	60,5	60	59,96
3380	1	3380	59,5	60,5	60	59,55
3400	0	3400	59,5	60,5	60	59,73
3420	0	3420	59,5	60,5	60	60,29
3440	1	3440	59,5	60,5	60	59,46
3460	1	3460	59,5	60,5	60	59,5
3480	0	3480	59,5	60,5	60	60,38
3500	0	3500	59,5	60,5	60	60,86
3520	0	3520	59,5	60,5	60	60,77
3540	0	3540	59,5	60,5	60	60,25
3560	0	3560	59,5	60,5	60	60,18
3580	0	3580	59,5	60,5	60	59,81
3600	1	3600	59,5	60,5	60	59,4
3620	0	3620	59,5	60,5	60	60,07
3640	0	3640	59,5	60,5	60	60,59
3660	0	3660	59,5	60,5	60	60,24
3680	0	3680	59,5	60,5	60	60,46
3700	1	3700	59,5	60,5	60	59,4
3720	1	3720	59,5	60,5	60	59,64
3740	1	3740	59,5	60,5	60	60,42
3760	0	3760	59,5	60,5	60	59,86
3780	0	3780	59,5	60,5	60	59,93
3800	0	3800	59,5	60,5	60	59,52
3820	0	3820	59,5	60,5	60	60,07

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	59,5	60,5	60	30,24
20	1	20	59,5	60,5	60	31,25
40	1	40	59,5	60,5	60	35,02
60	1	60	59,5	60,5	60	38,99
80	1	80	59,5	60,5	60	42,46
100	1	100	59,5	60,5	60	45,48
120	1	120	59,5	60,5	60	48,21
140	1	140	59,5	60,5	60	50,87
160	1	160	59,5	60,5	60	52,98
180	1	180	59,5	60,5	60	54,58
200	1	200	59,5	60,5	60	56,12
220	1	220	59,5	60,5	60	57,76
240	1	240	59,5	60,5	60	58,99
260	1	260	59,5	60,5	60	59,91
280	0	280	59,5	60,5	60	60,66
300	0	300	59,5	60,5	60	60,14
320	1	320	59,5	60,5	60	59,78
340	1	340	59,5	60,5	60	59,83
360	1	360	59,5	60,5	60	59,9
380	0	380	59,5	60,5	60	60,53
400	0	400	59,5	60,5	60	59,71
420	1	420	59,5	60,5	60	59,5
440	0	440	59,5	60,5	60	60,57
460	0	460	59,5	60,5	60	59,72
480	1	480	59,5	60,5	60	59,48
500	0	500	59,5	60,5	60	60,57
520	0	520	59,5	60,5	60	60,57
540	1	540	59,5	60,5	60	59,55
560	0	560	59,5	60,5	60	60,47
580	0	580	59,5	60,5	60	60,64
600	0	600	59,5	60,5	60	59,96
620	0	620	59,5	60,5	60	60,14
640	0	640	59,5	60,5	60	60,45
660	0	660	59,5	60,5	60	60,46
680	1	680	59,5	60,5	60	59,74
700	0	700	59,5	60,5	60	60,13
720	0	720	59,5	60,5	60	60,3
740	0	740	59,5	60,5	60	60,55
760	0	760	59,5	60,5	60	60,8
780	0	780	59,5	60,5	60	60,01
800	1	800	59,5	60,5	60	59,4

820	0	820	59,5	60,5	60	60,3
840	1	840	59,5	60,5	60	59,56
860	1	860	59,5	60,5	60	59,6
880	1	880	59,5	60,5	60	59,98
900	0	900	59,5	60,5	60	60,36
920	0	920	59,5	60,5	60	60,1
940	0	940	59,5	60,5	60	59,84
960	0	960	59,5	60,5	60	60,34
980	0	980	59,5	60,5	60	60,3
1000	0	1000	59,5	60,5	60	60,61
1020	0	1020	59,5	60,5	60	60,47
1040	0	1040	59,5	60,5	60	60,06
1060	0	1060	59,5	60,5	60	60,48
1080	0	1080	59,5	60,5	60	59,93
1100	1	1100	59,5	60,5	60	59,42
1120	0	1120	59,5	60,5	60	60,63
1140	0	1140	59,5	60,5	60	60,08
1160	1	1160	59,5	60,5	60	59,54
1180	0	1180	59,5	60,5	60	60,65
1200	1	1200	59,5	60,5	60	59,89
1220	0	1220	59,5	60,5	60	60,18
1240	0	1240	59,5	60,5	60	60,53
1260	0	1260	59,5	60,5	60	59,95
1280	1	1280	59,5	60,5	60	59,49
1300	1	1300	59,5	60,5	60	59,77
1320	1	1320	59,5	60,5	60	59,82
1340	1	1340	59,5	60,5	60	59,4
1360	1	1360	59,5	60,5	60	59,95
1380	0	1380	59,5	60,5	60	60,46
1400	1	1400	59,5	60,5	60	60,42
1420	0	1420	59,5	60,5	60	59,83
1440	0	1440	59,5	60,5	60	60,21
1460	0	1460	59,5	60,5	60	60,6
1480	0	1480	59,5	60,5	60	60,49
1500	0	1500	59,5	60,5	60	60,36
1520	1	1520	59,5	60,5	60	59,5
1540	1	1540	59,5	60,5	60	59,81
1560	0	1560	59,5	60,5	60	60,56
1580	0	1580	59,5	60,5	60	60,29
1600	0	1600	59,5	60,5	60	60,6
1620	0	1620	59,5	60,5	60	59,95
1640	0	1640	59,5	60,5	60	60,1

1660	0	1660	59,5	60,5	60	60,24
1680	0	1680	59,5	60,5	60	60,32
1680	1	1680	59,5	60,5	60	59,5
1700	1	1700	59,5	60,5	60	59,44
1720	1	1720	59,5	60,5	60	59,89
1740	1	1740	59,5	60,5	60	59,43
1760	1	1760	59,5	60,5	60	59,95
1780	0	1780	59,5	60,5	60	60,59
1800	0	1800	59,5	60,5	60	60,47
1820	0	1820	59,5	60,5	60	60,32
1840	0	1840	59,5	60,5	60	60,27
1860	0	1860	59,5	60,5	60	60,62
1880	0	1880	59,5	60,5	60	60,45
1900	0	1900	59,5	60,5	60	60,27
1920	0	1920	59,5	60,5	60	59,76
1940	0	1940	59,5	60,5	60	60,14
1960	0	1960	59,5	60,5	60	60,6
1980	0	1980	59,5	60,5	60	60,12
2000	1	2000	59,5	60,5	60	59,4
2020	0	2020	59,5	60,5	60	60,61
2040	0	2040	59,5	60,5	60	59,93
2060	0	2060	59,5	60,5	60	60,11
2080	0	2080	59,5	60,5	60	60,29
2100	0	2100	59,5	60,5	60	59,64
2120	1	2120	59,5	60,5	60	59,41
2140	1	2140	59,5	60,5	60	59,78
2160	1	2160	59,5	60,5	60	59,64
2180	1	2180	59,5	60,5	60	60,25
2200	0	2200	59,5	60,5	60	60,44
2220	0	2220	59,5	60,5	60	60,42
2240	0	2240	59,5	60,5	60	60,17
2260	0	2260	59,5	60,5	60	60,02
2280	0	2280	59,5	60,5	60	60,23
2300	0	2300	59,5	60,5	60	60,3
2320	0	2320	59,5	60,5	60	59,88
2340	0	2340	59,5	60,5	60	59,58
2360	0	2360	59,5	60,5	60	60,06
2380	0	2380	59,5	60,5	60	60,62
2400	0	2400	59,5	60,5	60	60
2420	1	2420	59,5	60,5	60	59,42
2440	1	2440	59,5	60,5	60	59,8
2460	0	2460	59,5	60,5	60	60,19
2480	0	2480	59,5	60,5	60	60,3

2500	0	2500	59,5	60,5	60	60,37
2520	0	2520	59,5	60,5	60	60,59
2540	0	2540	59,5	60,5	60	59,94
2560	0	2560	59,5	60,5	60	60,22
2580	0	2580	59,5	60,5	60	59,53
2600	1	2600	59,5	60,5	60	59,47
2620	1	2620	59,5	60,5	60	59,89
2640	1	2640	59,5	60,5	60	59,93
2660	1	2660	59,5	60,5	60	59,98
2680	0	2680	59,5	60,5	60	60,56
2700	0	2700	59,5	60,5	60	60,19
2720	0	2720	59,5	60,5	60	60,42
2740	0	2740	59,5	60,5	60	60,55
2760	0	2760	59,5	60,5	60	59,99
2780	1	2780	59,5	60,5	60	59,96
2800	0	2800	59,5	60,5	60	60,52
2820	0	2820	59,5	60,5	60	60,27
2840	0	2840	59,5	60,5	60	59,86
2860	1	2860	59,5	60,5	60	59,51
2880	0	2880	59,5	60,5	60	60,36
2900	0	2900	59,5	60,5	60	59,78
2920	0	2920	59,5	60,5	60	60,16
2940	0	2940	59,5	60,5	60	60,54
2960	1	2960	59,5	60,5	60	59,79
2980	0	2980	59,5	60,5	60	60,21
3000	0	3000	59,5	60,5	60	60,42
3020	0	3020	59,5	60,5	60	59,74
3040	1	3040	59,5	60,5	60	59,58
3060	1	3060	59,5	60,5	60	59,78
3080	1	3080	59,5	60,5	60	59,5
3100	1	3100	59,5	60,5	60	60,01
3120	0	3120	59,5	60,5	60	60,53
3140	0	3140	59,5	60,5	60	60,43
3160	0	3160	59,5	60,5	60	60,66
3180	0	3180	59,5	60,5	60	60,56
3200	0	3200	59,5	60,5	60	60,47
3220	1	3220	59,5	60,5	60	59,41
3240	0	3240	59,5	60,5	60	60,1
3260	0	3260	59,5	60,5	60	60,45
3280	0	3280	59,5	60,5	60	60,34
3300	0	3300	59,5	60,5	60	59,73
3320	0	3320	59,5	60,5	60	60,21

3340	1	3340	59,5	60,5	60	59,53
3360	0	3360	59,5	60,5	60	60,61
3380	0	3380	59,5	60,5	60	59,89
3400	1	3400	59,5	60,5	60	59,4
3420	1	3420	59,5	60,5	60	59,55
3440	0	3440	59,5	60,5	60	60,53
3460	0	3460	59,5	60,5	60	60,05
3480	1	3480	59,5	60,5	60	59,89
3500	1	3500	59,5	60,5	60	60,2
3520	0	3520	59,5	60,5	60	60,02
3540	1	3540	59,5	60,5	60	59,47
3560	1	3560	59,5	60,5	60	60,08
3580	0	3580	59,5	60,5	60	60,77
3600	0	3600	59,5	60,5	60	60,64
3620	0	3620	59,5	60,5	60	60,52
3640	1	3640	59,5	60,5	60	59,51
3660	1	3660	59,5	60,5	60	59,86
3680	0	3680	59,5	60,5	60	60,52
3700	0	3700	59,5	60,5	60	60,51
3720	0	3720	59,5	60,5	60	60
3740	1	3740	59,5	60,5	60	59,45
3760	1	3760	59,5	60,5	60	60,01
3780	0	3780	59,5	60,5	60	60,39
3800	0	3800	59,5	60,5	60	60,57
3820	0	3820	59,5	60,5	60	59,92
3840	0	3840	59,5	60,5	60	60,2

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	59,5	60,5	60	30,17
20	1	20	59,5	60,5	60	31,25
40	1	40	59,5	60,5	60	34,88
60	1	60	59,5	60,5	60	38,92
80	1	80	59,5	60,5	60	42,42
100	1	100	59,5	60,5	60	45,52
120	1	120	59,5	60,5	60	48,34
140	1	140	59,5	60,5	60	51,04
160	1	160	59,5	60,5	60	53,12
180	1	180	59,5	60,5	60	54,72
200	1	200	59,5	60,5	60	56,22
220	1	220	59,5	60,5	60	57,79
240	1	240	59,5	60,5	60	59,02
260	1	260	59,5	60,5	60	60,01

280	0	280	59,5	60,5	60	61,35
300	0	300	59,5	60,5	60	60,62
320	0	320	59,5	60,5	60	60,36
340	0	340	59,5	60,5	60	59,84
360	0	360	59,5	60,5	60	59,46
380	1	380	59,5	60,5	60	59,59
400	1	400	59,5	60,5	60	59,73
420	0	420	59,5	60,5	60	60,52
440	0	440	59,5	60,5	60	60,15
460	1	460	59,5	60,5	60	59,6
480	0	480	59,5	60,5	60	59,98
500	0	500	59,5	60,5	60	60,4
520	0	520	59,5	60,5	60	60,61
540	0	540	59,5	60,5	60	59,93
560	0	560	59,5	60,5	60	60,17
580	0	580	59,5	60,5	60	60,38
600	0	600	59,5	60,5	60	60,6
620	0	620	59,5	60,5	60	60,02
640	0	640	59,5	60,5	60	60,3
660	1	660	59,5	60,5	60	59,44
680	0	680	59,5	60,5	60	60,31
700	0	700	59,5	60,5	60	60,29
720	1	720	59,5	60,5	60	59,3
740	0	740	59,5	60,5	60	60,34
760	1	760	59,5	60,5	60	59,46
780	1	780	59,5	60,5	60	59,84
800	0	800	59,5	60,5	60	60,09
820	0	820	59,5	60,5	60	60,53
840	0	840	59,5	60,5	60	59,84
860	1	860	59,5	60,5	60	59,48
880	0	880	59,5	60,5	60	60,38
900	0	900	59,5	60,5	60	60,17
920	0	920	59,5	60,5	60	60,9
940	1	940	59,5	60,5	60	59,52
960	0	960	59,5	60,5	60	60,11
980	0	980	59,5	60,5	60	60,25
1000	1	1000	59,5	60,5	60	59,67
1020	0	1020	59,5	60,5	60	60,19
1040	0	1040	59,5	60,5	60	60,65
1060	0	1060	59,5	60,5	60	60,03
1080	1	1080	59,5	60,5	60	59,44
1100	0	1100	59,5	60,5	60	60,32

1120	0	1120	59,5	60,5	60	59,64
1140	1	1140	59,5	60,5	60	58,65
1160	1	1160	59,5	60,5	60	58,92
1180	1	1180	59,5	60,5	60	59,53
1200	1	1200	59,5	60,5	60	60,12
1220	0	1220	59,5	60,5	60	60,42
1240	0	1240	59,5	60,5	60	60,53
1260	0	1260	59,5	60,5	60	59,76
1280	1	1280	59,5	60,5	60	59,83
1300	0	1300	59,5	60,5	60	60,59
1320	1	1320	59,5	60,5	60	59,86
1340	0	1340	59,5	60,5	60	60,56
1360	0	1360	59,5	60,5	60	60,49
1380	0	1380	59,5	60,5	60	60,25
1400	1	1400	59,5	60,5	60	59,8
1420	1	1420	59,5	60,5	60	60,08
1440	0	1440	59,5	60,5	60	60,13
1460	0	1460	59,5	60,5	60	60,34
1480	1	1480	59,5	60,5	60	59,86
1500	0	1500	59,5	60,5	60	60,11
1520	0	1520	59,5	60,5	60	60,56
1540	0	1540	59,5	60,5	60	60,12
1560	0	1560	59,5	60,5	60	59,57
1580	1	1580	59,5	60,5	60	59,41
1600	1	1600	59,5	60,5	60	59,78
1620	1	1620	59,5	60,5	60	59,43
1640	1	1640	59,5	60,5	60	60,05
1660	0	1660	59,5	60,5	60	60,63
1680	0	1680	59,5	60,5	60	59,95
1680	1	1680	59,5	60,5	60	59,5
1700	1	1700	59,5	60,5	60	59,55
1720	1	1720	59,5	60,5	60	59,75
1740	1	1740	59,5	60,5	60	59,69
1760	0	1760	59,5	60,5	60	60,51
1780	0	1780	59,5	60,5	60	60,17
1800	1	1800	59,5	60,5	60	59,59
1820	1	1820	59,5	60,5	60	59,77
1840	1	1840	59,5	60,5	60	59,91
1860	0	1860	59,5	60,5	60	60,61
1880	0	1880	59,5	60,5	60	60,13
1900	1	1900	59,5	60,5	60	59,65
1920	1	1920	59,5	60,5	60	60,06
1940	0	1940	59,5	60,5	60	60,51

1960	0	1960	59,5	60,5	60	60,25
1980	0	1980	59,5	60,5	60	59,67
2000	1	2000	59,5	60,5	60	59,59
2020	1	2020	59,5	60,5	60	59,68
2040	1	2040	59,5	60,5	60	59,9
2060	1	2060	59,5	60,5	60	60,08
2080	0	2080	59,5	60,5	60	60
2100	0	2100	59,5	60,5	60	60,36
2120	0	2120	59,5	60,5	60	60,69
2140	1	2140	59,5	60,5	60	60
2160	0	2160	59,5	60,5	60	60,38
2180	0	2180	59,5	60,5	60	60,69
2200	0	2200	59,5	60,5	60	60,34
2220	0	2220	59,5	60,5	60	59,73
2240	1	2240	59,5	60,5	60	59,48
2260	1	2260	59,5	60,5	60	59,73
2280	0	2280	59,5	60,5	60	60,56
2300	0	2300	59,5	60,5	60	60,29
2320	0	2320	59,5	60,5	60	59,67
2340	1	2340	59,5	60,5	60	59,45
2360	1	2360	59,5	60,5	60	59,72
2380	1	2380	59,5	60,5	60	59,96
2400	0	2400	59,5	60,5	60	60,31
2420	0	2420	59,5	60,5	60	60,73
2440	0	2440	59,5	60,5	60	60,05
2460	1	2460	59,5	60,5	60	59,49
2480	0	2480	59,5	60,5	60	60,24
2500	1	2500	59,5	60,5	60	59,52
2520	1	2520	59,5	60,5	60	59,84
2540	0	2540	59,5	60,5	60	60,42
2560	0	2560	59,5	60,5	60	60,06
2580	0	2580	59,5	60,5	60	59,76
2600	1	2600	59,5	60,5	60	59,47
2620	0	2620	59,5	60,5	60	60,33
2640	0	2640	59,5	60,5	60	60,47
2660	0	2660	59,5	60,5	60	60,3
2680	0	2680	59,5	60,5	60	59,88
2700	1	2700	59,5	60,5	60	59,43
2720	1	2720	59,5	60,5	60	59,55
2740	1	2740	59,5	60,5	60	59,9
2760	0	2760	59,5	60,5	60	60,18
2780	0	2780	59,5	60,5	60	60,67

2800	0	2800	59,5	60,5	60	60,05
2820	1	2820	59,5	60,5	60	59,43
2840	0	2840	59,5	60,5	60	59,68
2860	1	2860	59,5	60,5	60	60,06
2880	0	2880	59,5	60,5	60	60,28
2900	0	2900	59,5	60,5	60	60,49
2920	0	2920	59,5	60,5	60	59,67
2940	1	2940	59,5	60,5	60	59,48
2960	1	2960	59,5	60,5	60	59,99
2980	1	2980	59,5	60,5	60	60,01
3000	0	3000	59,5	60,5	60	60,5
3020	0	3020	59,5	60,5	60	60,56
3040	0	3040	59,5	60,5	60	59,89
3060	0	3060	59,5	60,5	60	60,33
3080	0	3080	59,5	60,5	60	60,5
3100	0	3100	59,5	60,5	60	60,43
3120	0	3120	59,5	60,5	60	60,05
3140	0	3140	59,5	60,5	60	59,91
3160	1	3160	59,5	60,5	60	59,5
3180	0	3180	59,5	60,5	60	60,12
3200	0	3200	59,5	60,5	60	59,64
3220	1	3220	59,5	60,5	60	59,96
3240	0	3240	59,5	60,5	60	60,34
3260	0	3260	59,5	60,5	60	60,66
3280	0	3280	59,5	60,5	60	59,91
3300	1	3300	59,5	60,5	60	59,88
3320	0	3320	59,5	60,5	60	60,16
3340	0	3340	59,5	60,5	60	60,27
3360	0	3360	59,5	60,5	60	60,59
3380	1	3380	59,5	60,5	60	60
3400	0	3400	59,5	60,5	60	60,36
3420	0	3420	59,5	60,5	60	59,71
3440	1	3440	59,5	60,5	60	58,51
3460	1	3460	59,5	60,5	60	58,92
3480	1	3480	59,5	60,5	60	59,88
3500	0	3500	59,5	60,5	60	60,49
3520	0	3520	59,5	60,5	60	59,67
3540	1	3540	59,5	60,5	60	59,48
3560	1	3560	59,5	60,5	60	60,75
3580	0	3580	59,5	60,5	60	60,36
3600	0	3600	59,5	60,5	60	60,5
3620	0	3620	59,5	60,5	60	60,57
3640	0	3640	59,5	60,5	60	60,3

3660	0	3660	59,5	60,5	60	59,95
3680	1	3680	59,5	60,5	60	59,58
3700	0	3700	59,5	60,5	60	60,17
3720	0	3720	59,5	60,5	60	60,14
3740	0	3740	59,5	60,5	60	60,21
3760	1	3760	59,5	60,5	60	59,49
3780	1	3780	59,5	60,5	60	59,81
3800	0	3800	59,5	60,5	60	59,95
3820	0	3820	59,5	60,5	60	60,37
3840	0	3840	59,5	60,5	60	60,62

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	0	0	59,5	60,5	60	32,2
20	1	20	59,5	60,5	60	33,25
40	1	40	59,5	60,5	60	35,61
60	1	60	59,5	60,5	60	39,12
80	1	80	59,5	60,5	60	42,42
100	1	100	59,5	60,5	60	45,52
120	1	120	59,5	60,5	60	48,34
140	1	140	59,5	60,5	60	52,85
160	0	160	59,5	60,5	60	61,21
180	0	180	59,5	60,5	60	60,5
200	0	200	59,5	60,5	60	60,15
220	0	220	59,5	60,5	60	59,97
240	1	240	59,5	60,5	60	59,83
260	0	260	59,5	60,5	60	60
280	0	280	59,5	60,5	60	59,93
300	0	300	59,5	60,5	60	59,93
320	1	320	59,5	60,5	60	59,58
340	1	340	59,5	60,5	60	59,9
360	0	360	59,5	60,5	60	60,59
380	0	380	59,5	60,5	60	60,6
400	0	400	59,5	60,5	60	60,36
420	0	420	59,5	60,5	60	60,2
440	0	440	59,5	60,5	60	60,21
460	0	460	59,5	60,5	60	60,38
480	1	480	59,5	60,5	60	59,7
500	0	500	59,5	60,5	60	60,36
520	0	520	59,5	60,5	60	59,91
540	1	540	59,5	60,5	60	59,46
560	1	560	59,5	60,5	60	59,51

580	1	580	59,5	60,5	60	59,62
600	0	600	59,5	60,5	60	60,59
620	0	620	59,5	60,5	60	59,74
640	1	640	59,5	60,5	60	59,54
660	1	660	59,5	60,5	60	59,66
680	0	680	59,5	60,5	60	60,42
700	0	700	59,5	60,5	60	60,6
720	0	720	59,5	60,5	60	60,17
740	0	740	59,5	60,5	60	60,05
760	0	760	59,5	60,5	60	59,68
780	0	780	59,5	60,5	60	59,97
800	1	800	59,5	60,5	60	59,58
820	0	820	59,5	60,5	60	59,87
840	0	840	59,5	60,5	60	60,46
860	1	860	59,5	60,5	60	59,46
880	1	880	59,5	60,5	60	60,02
900	0	900	59,5	60,5	60	60,06
920	0	920	59,5	60,5	60	60,59
940	0	940	59,5	60,5	60	60,41
960	1	960	59,5	60,5	60	59,69
980	0	980	59,5	60,5	60	60,28
1000	0	1000	59,5	60,5	60	59,87
1020	0	1020	59,5	60,5	60	60,25
1040	0	1040	59,5	60,5	60	60,5
1060	0	1060	59,5	60,5	60	60,13
1080	0	1080	59,5	60,5	60	59,48
1100	0	1100	59,5	60,5	60	60,52
1120	0	1120	59,5	60,5	60	60,04
1140	0	1140	59,5	60,5	60	60,25
1160	0	1160	59,5	60,5	60	59,67
1180	1	1180	59,5	60,5	60	59,47
1200	1	1200	59,5	60,5	60	59,66
1220	1	1220	59,5	60,5	60	60,08
1240	0	1240	59,5	60,5	60	60,28
1260	0	1260	59,5	60,5	60	60,14
1280	0	1280	59,5	60,5	60	59,78
1300	1	1300	59,5	60,5	60	59,52
1320	1	1320	59,5	60,5	60	59,6
1340	1	1340	59,5	60,5	60	60,08
1360	0	1360	59,5	60,5	60	60,11
1380	0	1380	59,5	60,5	60	60,22
1400	0	1400	59,5	60,5	60	60,41
1420	0	1420	59,5	60,5	60	59,69

1440	0	1440	59,5	60,5	60	60,28
1460	0	1460	59,5	60,5	60	59,87
1480	0	1480	59,5	60,5	60	60,25
1500	0	1500	59,5	60,5	60	60,5
1520	0	1520	59,5	60,5	60	60,13
1540	0	1540	59,5	60,5	60	60,05
1560	0	1560	59,5	60,5	60	60,63
1580	0	1580	59,5	60,5	60	59,95
1600	0	1600	59,5	60,5	60	59,5
1620	0	1620	59,5	60,5	60	60,53
1640	0	1640	59,5	60,5	60	59,43
1660	1	1660	59,5	60,5	60	59,54
1680	1	1680	59,5	60,5	60	59,5
1680	0	1680	59,5	60,5	60	60,28
1700	0	1700	59,5	60,5	60	59,91
1720	0	1720	59,5	60,5	60	59,78
1740	0	1740	59,5	60,5	60	60,15
1760	0	1760	59,5	60,5	60	60,32
1780	0	1780	59,5	60,5	60	59,94
1800	0	1800	59,5	60,5	60	60,15
1820	0	1820	59,5	60,5	60	60,19
1840	1	1840	59,5	60,5	60	59,95
1860	0	1860	59,5	60,5	60	60,19
1880	0	1880	59,5	60,5	60	60,15
1900	0	1900	59,5	60,5	60	59,71
1920	0	1920	59,5	60,5	60	59,75
1940	1	1940	59,5	60,5	60	59,58
1960	0	1960	59,5	60,5	60	59,66
1980	0	1980	59,5	60,5	60	60,6
2000	0	2000	59,5	60,5	60	60,12
2020	0	2020	59,5	60,5	60	60,57
2040	0	2040	59,5	60,5	60	59,75
2060	0	2060	59,5	60,5	60	59,96
2080	1	2080	59,5	60,5	60	59,62
2100	1	2100	59,5	60,5	60	60
2120	0	2120	59,5	60,5	60	60,53
2140	0	2140	59,5	60,5	60	59,88
2160	1	2160	59,5	60,5	60	59,56
2180	1	2180	59,5	60,5	60	59,81
2200	0	2200	59,5	60,5	60	60,16
2220	1	2220	59,5	60,5	60	60,12
2240	0	2240	59,5	60,5	60	60,17

2260	0	2260	59,5	60,5	60	60,56
2280	0	2280	59,5	60,5	60	60,12
2300	0	2300	59,5	60,5	60	60,08
2320	1	2320	59,5	60,5	60	59,76
2340	1	2340	59,5	60,5	60	59,87
2360	0	2360	59,5	60,5	60	60,63
2380	0	2380	59,5	60,5	60	60,35
2400	0	2400	59,5	60,5	60	60,18
2420	0	2420	59,5	60,5	60	60,19
2440	0	2440	59,5	60,5	60	60,4
2460	0	2460	59,5	60,5	60	60,54
2480	1	2480	59,5	60,5	60	59,75
2500	0	2500	59,5	60,5	60	60
2520	0	2520	59,5	60,5	60	60,14
2540	0	2540	59,5	60,5	60	60,39
2560	0	2560	59,5	60,5	60	60,6
2580	0	2580	59,5	60,5	60	60,34
2600	0	2600	59,5	60,5	60	60,39
2620	1	2620	59,5	60,5	60	59,6
2640	1	2640	59,5	60,5	60	59,88
2660	1	2660	59,5	60,5	60	59,94
2680	0	2680	59,5	60,5	60	60,49
2700	0	2700	59,5	60,5	60	60,6
2720	0	2720	59,5	60,5	60	59,72
2740	1	2740	59,5	60,5	60	59,54
2760	0	2760	59,5	60,5	60	60,32
2780	0	2780	59,5	60,5	60	59,74
2800	1	2800	59,5	60,5	60	59,43
2820	0	2820	59,5	60,5	60	60,15
2840	0	2840	59,5	60,5	60	59,98
2860	0	2860	59,5	60,5	60	59,74
2880	1	2880	59,5	60,5	60	59,53
2900	0	2900	59,5	60,5	60	60,61
2920	0	2920	59,5	60,5	60	60,1
2940	0	2940	59,5	60,5	60	60,31
2960	0	2960	59,5	60,5	60	60,04
2980	0	2980	59,5	60,5	60	60,25
3000	0	3000	59,5	60,5	60	60,43
3020	0	3020	59,5	60,5	60	60,58
3040	0	3040	59,5	60,5	60	60
3060	0	3060	59,5	60,5	60	60,45
3080	0	3080	59,5	60,5	60	60
3100	0	3100	59,5	60,5	60	60,39

3120	0	3120	59,5	60,5	60	59,71
3140	1	3140	59,5	60,5	60	59,44
3160	1	3160	59,5	60,5	60	59,78
3180	1	3180	59,5	60,5	60	59,6
3200	0	3200	59,5	60,5	60	60,53
3220	0	3220	59,5	60,5	60	60,6
3240	0	3240	59,5	60,5	60	59,97
3260	0	3260	59,5	60,5	60	60,41
3280	0	3280	59,5	60,5	60	60,68
3300	0	3300	59,5	60,5	60	60,02
3320	0	3320	59,5	60,5	60	60,02
3340	0	3340	59,5	60,5	60	59,95
3360	1	3360	59,5	60,5	60	59,61
3380	1	3380	59,5	60,5	60	59,79
3400	0	3400	59,5	60,5	60	60,07
3420	0	3420	59,5	60,5	60	60,49
3440	0	3440	59,5	60,5	60	60,6
3460	0	3460	59,5	60,5	60	59,84
3480	1	3480	59,5	60,5	60	59,54
3500	1	3500	59,5	60,5	60	59,99
3520	0	3520	59,5	60,5	60	60,44
3540	0	3540	59,5	60,5	60	59,76
3560	0	3560	59,5	60,5	60	60
3580	0	3580	59,5	60,5	60	59,88
3600	0	3600	59,5	60,5	60	60,19
3620	0	3620	59,5	60,5	60	60,51
3640	1	3640	59,5	60,5	60	59,71
3660	0	3660	59,5	60,5	60	60,59
3680	0	3680	59,5	60,5	60	60,02
3700	0	3700	59,5	60,5	60	60,13
3720	0	3720	59,5	60,5	60	59,88
3740	0	3740	59,5	60,5	60	60,11
3760	0	3760	59,5	60,5	60	59,97
3780	1	3780	59,5	60,5	60	59,51
3800	0	3800	59,5	60,5	60	60,24
3820	0	3820	59,5	60,5	60	60,46

Lampiran 12. Hasil Pengujian Kontrol On-Off Dehydrator Tipe *Rotary Cylinder* Pada Proses Pengeringan Kentang *Set Point* 70 C

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	69,5	70,5	70	34,47
20	1	20	69,5	70,5	70	35,22

40	1	40	69,5	70,5	70	38,65
60	1	60	69,5	70,5	70	43,37
80	1	80	69,5	70,5	70	46,67
100	1	100	69,5	70,5	70	49,37
120	1	120	69,5	70,5	70	51,38
140	1	140	69,5	70,5	70	53,76
160	1	160	69,5	70,5	70	56,05
180	1	180	69,5	70,5	70	57,96
200	1	200	69,5	70,5	70	59,16
220	1	220	69,5	70,5	70	60,56
240	1	240	69,5	70,5	70	62,24
260	1	260	69,5	70,5	70	63,37
280	1	280	69,5	70,5	70	63,88
300	1	300	69,5	70,5	70	64,25
320	1	320	69,5	70,5	70	65,38
340	1	340	69,5	70,5	70	66,31
360	1	360	69,5	70,5	70	66,72
380	1	380	69,5	70,5	70	67,1
400	1	400	69,5	70,5	70	67,54
420	1	420	69,5	70,5	70	68,64
440	1	440	69,5	70,5	70	69,26
460	1	460	69,5	70,5	70	69,53
480	1	480	69,5	70,5	70	69,63
500	1	500	69,5	70,5	70	70,18
520	0	520	69,5	70,5	70	70,66
540	0	540	69,5	70,5	70	69,92
560	1	560	69,5	70,5	70	69,47
580	0	580	69,5	70,5	70	70,3
600	0	600	69,5	70,5	70	70,47
620	0	620	69,5	70,5	70	69,72
640	0	640	69,5	70,5	70	69,87
660	0	660	69,5	70,5	70	69,73
680	1	680	69,5	70,5	70	69,46
700	1	700	69,5	70,5	70	70,01
720	1	720	69,5	70,5	70	69,46
740	1	740	69,5	70,5	70	69,5
760	1	760	69,5	70,5	70	69,77
780	1	780	69,5	70,5	70	69,98
800	1	800	69,5	70,5	70	69,53
820	1	820	69,5	70,5	70	68,95
840	0	840	69,5	70,5	70	70,3
860	0	860	69,5	70,5	70	70,08
880	1	880	69,5	70,5	70	69,46

900	1	900	69,5	70,5	70	69,53
920	1	920	69,5	70,5	70	69,59
940	1	940	69,5	70,5	70	69,69
960	0	960	69,5	70,5	70	70,22
980	0	980	69,5	70,5	70	70,35
1000	1	1000	69,5	70,5	70	70,39
1020	1	1020	69,5	70,5	70	70,28
1040	0	1040	69,5	70,5	70	70,57
1060	0	1060	69,5	70,5	70	70,19
1080	0	1080	69,5	70,5	70	70,6
1100	0	1100	69,5	70,5	70	70,52
1120	0	1120	69,5	70,5	70	70,24
1140	0	1140	69,5	70,5	70	70,28
1160	1	1160	69,5	70,5	70	69,62
1180	1	1180	69,5	70,5	70	70
1200	0	1200	69,5	70,5	70	70,56
1220	0	1220	69,5	70,5	70	70,04
1240	0	1240	69,5	70,5	70	70,11
1260	0	1260	69,5	70,5	70	70,22
1280	0	1280	69,5	70,5	70	70,36
1300	0	1300	69,5	70,5	70	70,57
1320	0	1320	69,5	70,5	70	70,17
1340	0	1340	69,5	70,5	70	70,59
1360	0	1360	69,5	70,5	70	70,11
1380	0	1380	69,5	70,5	70	69,5
1400	1	1400	69,5	70,5	70	69,57
1420	1	1420	69,5	70,5	70	69,67
1440	1	1440	69,5	70,5	70	69,78
1460	1	1460	69,5	70,5	70	69,91
1480	1	1480	69,5	70,5	70	69,57
1500	1	1500	69,5	70,5	70	69,66
1520	1	1520	69,5	70,5	70	70,15
1540	0	1540	69,5	70,5	70	70,28
1560	0	1560	69,5	70,5	70	70,11
1580	1	1580	69,5	70,5	70	69,98
1600	0	1600	69,5	70,5	70	70,34
1620	0	1620	69,5	70,5	70	70,15
1640	0	1640	69,5	70,5	70	70,42
1660	1	1660	69,5	70,5	70	69,76
1680	0	1680	69,5	70,5	70	70,41
1680	0	1680	69,5	70,5	70	69,66
1700	1	1700	69,5	70,5	70	69,62

1720	0	1720	69,5	70,5	70	70,07
1740	0	1740	69,5	70,5	70	70,11
1760	1	1760	69,5	70,5	70	69,84
1780	0	1780	69,5	70,5	70	70,43
1800	1	1800	69,5	70,5	70	69,95
1820	1	1820	69,5	70,5	70	70,03
1840	0	1840	69,5	70,5	70	70,35
1860	1	1860	69,5	70,5	70	69,67
1880	1	1880	69,5	70,5	70	69,74
1900	0	1900	69,5	70,5	70	70,32
1920	0	1920	69,5	70,5	70	70,39
1940	0	1940	69,5	70,5	70	70,03
1960	1	1960	69,5	70,5	70	69,81
1980	0	1980	69,5	70,5	70	70,26
2000	0	2000	69,5	70,5	70	70,67
2020	0	2020	69,5	70,5	70	69,87
2040	1	2040	69,5	70,5	70	69,56
2060	1	2060	69,5	70,5	70	69,81
2080	0	2080	69,5	70,5	70	70,23
2100	0	2100	69,5	70,5	70	70,44
2120	0	2120	69,5	70,5	70	70,51
2140	1	2140	69,5	70,5	70	69,86
2160	0	2160	69,5	70,5	70	70,17
2180	0	2180	69,5	70,5	70	70
2200	0	2200	69,5	70,5	70	69,98
2220	0	2220	69,5	70,5	70	69,78
2240	1	2240	69,5	70,5	70	68,5
2260	1	2260	69,5	70,5	70	69,15
2280	1	2280	69,5	70,5	70	69,02
2300	1	2300	69,5	70,5	70	69,46
2320	1	2320	69,5	70,5	70	69,54
2340	1	2340	69,5	70,5	70	69,34
2360	1	2360	69,5	70,5	70	69,19
2380	1	2380	69,5	70,5	70	69,6
2400	1	2400	69,5	70,5	70	69,5
2420	1	2420	69,5	70,5	70	69,36
2440	0	2440	69,5	70,5	70	70,05
2460	1	2460	69,5	70,5	70	69,77
2480	1	2480	69,5	70,5	70	69,94
2500	1	2500	69,5	70,5	70	69,5
2520	1	2520	69,5	70,5	70	69,88
2540	0	2540	69,5	70,5	70	70,06
2560	1	2560	69,5	70,5	70	70,58

2580	1	2580	69,5	70,5	70	69,43
2600	1	2600	69,5	70,5	70	69,67
2620	1	2620	69,5	70,5	70	69,64
2640	1	2640	69,5	70,5	70	70,5
2660	1	2660	69,5	70,5	70	70,26
2680	1	2680	69,5	70,5	70	70,28
2700	1	2700	69,5	70,5	70	69,56
2720	1	2720	69,5	70,5	70	69,65
2740	1	2740	69,5	70,5	70	69,56
2760	1	2760	69,5	70,5	70	70,11
2780	1	2780	69,5	70,5	70	70,32
2800	1	2800	69,5	70,5	70	70,08
2820	1	2820	69,5	70,5	70	69,8
2840	0	2840	69,5	70,5	70	70,53
2860	0	2860	69,5	70,5	70	70,09
2880	1	2880	69,5	70,5	70	69,74
2900	0	2900	69,5	70,5	70	70,28
2920	0	2920	69,5	70,5	70	70,31
2940	0	2940	69,5	70,5	70	70,59
2960	0	2960	69,5	70,5	70	70,49
2980	0	2980	69,5	70,5	70	70,04
3000	1	3000	69,5	70,5	70	69,6
3020	1	3020	69,5	70,5	70	70,09
3040	0	3040	69,5	70,5	70	70,65
3060	1	3060	69,5	70,5	70	69,69
3080	0	3080	69,5	70,5	70	70,07
3100	0	3100	69,5	70,5	70	70,57
3120	0	3120	69,5	70,5	70	69,8
3140	1	3140	69,5	70,5	70	69,56
3160	1	3160	69,5	70,5	70	69,89
3180	1	3180	69,5	70,5	70	70,15
3200	1	3200	69,5	70,5	70	69,94
3220	1	3220	69,5	70,5	70	69,43
3240	1	3240	69,5	70,5	70	69,81
3260	0	3260	69,5	70,5	70	70,51
3280	1	3280	69,5	70,5	70	69,65
3300	0	3300	69,5	70,5	70	70,48
3320	0	3320	69,5	70,5	70	69,94
3340	1	3340	69,5	70,5	70	69,08
3360	1	3360	69,5	70,5	70	69,39
3380	1	3380	69,5	70,5	70	70,35
3400	1	3400	69,5	70,5	70	70,35

3420	1	3420	69,5	70,5	70	69,87
3440	1	3440	69,5	70,5	70	69,52
3460	1	3460	69,5	70,5	70	69,45
3480	1	3480	69,5	70,5	70	69,98
3500	1	3500	69,5	70,5	70	70,11
3520	1	3520	69,5	70,5	70	69,84
3540	1	3540	69,5	70,5	70	69,36
3560	1	3560	69,5	70,5	70	70,18
3580	0	3580	69,5	70,5	70	70,5
3600	0	3600	69,5	70,5	70	70,34
3620	0	3620	69,5	70,5	70	70,39
3640	0	3640	69,5	70,5	70	70,08
3660	0	3660	69,5	70,5	70	70,21
3680	0	3680	69,5	70,5	70	70,28
3700	1	3700	69,5	70,5	70	69,97
3720	0	3720	69,5	70,5	70	70,46
3740	1	3740	69,5	70,5	70	69,84
3760	1	3760	69,5	70,5	70	69,91
3780	1	3780	69,5	70,5	70	69,92
3800	0	3800	69,5	70,5	70	70,68
3820	0	3820	69,5	70,5	70	70,62
3840	0	3840	69,5	70,5	70	70,59
3860	0	3860	69,5	70,5	70	70,63
3880	0	3880	69,5	70,5	70	69,77
3900	1	3900	69,5	70,5	70	69,54
3920	1	3920	69,5	70,5	70	69,62
3940	1	3940	69,5	70,5	70	69,77
3960	1	3960	69,5	70,5	70	69,99
3980	0	3980	69,5	70,5	70	70,47
4000	0	4000	69,5	70,5	70	69,95
4020	1	4020	69,5	70,5	70	69,53
4040	1	4040	69,5	70,5	70	69,59
4060	1	4060	69,5	70,5	70	69,82
4080	1	4080	69,5	70,5	70	69,55
4100	1	4100	69,5	70,5	70	68,71
4120	1	4120	69,5	70,5	70	69,56
4140	1	4140	69,5	70,5	70	69,84
4160	1	4160	69,5	70,5	70	69,91

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	69,5	70,5	70	34,74
20	1	20	69,5	70,5	70	40,31

40	1	40	69,5	70,5	70	43,58
60	1	60	69,5	70,5	70	47,39
80	1	80	69,5	70,5	70	50,42
100	1	100	69,5	70,5	70	52,5
120	1	120	69,5	70,5	70	54,31
140	1	140	69,5	70,5	70	56,43
160	1	160	69,5	70,5	70	58,2
180	1	180	69,5	70,5	70	59,53
200	1	200	69,5	70,5	70	60,53
220	1	220	69,5	70,5	70	61,59
240	1	240	69,5	70,5	70	62,72
260	1	260	69,5	70,5	70	63,57
280	1	280	69,5	70,5	70	64,15
300	1	300	69,5	70,5	70	64,7
320	1	320	69,5	70,5	70	65,62
340	1	340	69,5	70,5	70	66,41
360	1	360	69,5	70,5	70	66,75
380	1	380	69,5	70,5	70	67,06
400	1	400	69,5	70,5	70	67,34
420	1	420	69,5	70,5	70	68,19
440	1	440	69,5	70,5	70	68,67
460	1	460	69,5	70,5	70	68,84
480	1	480	69,5	70,5	70	68,91
500	1	500	69,5	70,5	70	69,12
520	1	520	69,5	70,5	70	69,8
540	1	540	69,5	70,5	70	70,04
560	1	560	69,5	70,5	70	70,01
580	1	580	69,5	70,5	70	70,01
600	0	600	69,5	70,5	70	70,25
620	1	620	69,5	70,5	70	69,82
640	0	640	69,5	70,5	70	70,4
660	0	660	69,5	70,5	70	69,71
680	1	680	69,5	70,5	70	69,43
700	1	700	69,5	70,5	70	69,74
720	0	720	69,5	70,5	70	70,18
740	0	740	69,5	70,5	70	70,39
760	0	760	69,5	70,5	70	70,22
780	0	780	69,5	70,5	70	69,94
800	1	800	69,5	70,5	70	69,6
820	1	820	69,5	70,5	70	70,02
840	0	840	69,5	70,5	70	70,6
860	0	860	69,5	70,5	70	70,26

880	0	880	69,5	70,5	70	69,86
900	0	900	69,5	70,5	70	70,42
920	1	920	69,5	70,5	70	69,92
940	0	940	69,5	70,5	70	70,21
960	1	960	69,5	70,5	70	69,77
980	1	980	69,5	70,5	70	69,98
1000	1	1000	69,5	70,5	70	69,53
1020	1	1020	69,5	70,5	70	68,95
1040	0	1040	69,5	70,5	70	70,3
1060	0	1060	69,5	70,5	70	70,08
1080	1	1080	69,5	70,5	70	69,46
1100	1	1100	69,5	70,5	70	69,53
1120	1	1120	69,5	70,5	70	69,59
1140	0	1140	69,5	70,5	70	70,54
1160	1	1160	69,5	70,5	70	68,59
1180	1	1180	69,5	70,5	70	69,73
1200	0	1200	69,5	70,5	70	70,5
1220	1	1220	69,5	70,5	70	69,57
1240	1	1240	69,5	70,5	70	69,72
1260	0	1260	69,5	70,5	70	70,36
1280	1	1280	69,5	70,5	70	69,63
1300	1	1300	69,5	70,5	70	69,67
1320	1	1320	69,5	70,5	70	69,77
1340	0	1340	69,5	70,5	70	70,25
1360	1	1360	69,5	70,5	70	70,59
1380	0	1380	69,5	70,5	70	70,66
1400	0	1400	69,5	70,5	70	70,24
1420	0	1420	69,5	70,5	70	70,14
1440	1	1440	69,5	70,5	70	69,86
1460	0	1460	69,5	70,5	70	70,14
1480	0	1480	69,5	70,5	70	70,32
1500	1	1500	69,5	70,5	70	69,46
1520	1	1520	69,5	70,5	70	69,67
1540	1	1540	69,5	70,5	70	69,74
1560	1	1560	69,5	70,5	70	69,88
1580	0	1580	69,5	70,5	70	70,05
1600	1	1600	69,5	70,5	70	69,58
1620	0	1620	69,5	70,5	70	70,15
1640	1	1640	69,5	70,5	70	69,5
1660	1	1660	69,5	70,5	70	69,8
1680	1	1680	69,5	70,5	70	70,08
1680	1	1680	69,5	70,5	70	70,01
1700	0	1700	69,5	70,5	70	69,66

1720	1	1720	69,5	70,5	70	69,62
1740	0	1740	69,5	70,5	70	70,07
1760	0	1760	69,5	70,5	70	70,11
1780	1	1780	69,5	70,5	70	69,84
1800	0	1800	69,5	70,5	70	70,43
1820	1	1820	69,5	70,5	70	69,95
1840	1	1840	69,5	70,5	70	70,03
1860	0	1860	69,5	70,5	70	70,35
1880	1	1880	69,5	70,5	70	69,67
1900	1	1900	69,5	70,5	70	69,74
1920	0	1920	69,5	70,5	70	70,32
1940	0	1940	69,5	70,5	70	70,39
1960	1	1960	69,5	70,5	70	69,58
1980	0	1980	69,5	70,5	70	70,15
2000	1	2000	69,5	70,5	70	70,52
2020	1	2020	69,5	70,5	70	69,77
2040	0	2040	69,5	70,5	70	70,18
2060	0	2060	69,5	70,5	70	70,09
2080	0	2080	69,5	70,5	70	70,33
2100	0	2100	69,5	70,5	70	70,12
2120	1	2120	69,5	70,5	70	69,5
2140	1	2140	69,5	70,5	70	69,95
2160	0	2160	69,5	70,5	70	70,53
2180	1	2180	69,5	70,5	70	69,81
2200	0	2200	69,5	70,5	70	70,64
2220	0	2220	69,5	70,5	70	70,23
2240	1	2240	69,5	70,5	70	69,57
2260	0	2260	69,5	70,5	70	70,2
2280	0	2280	69,5	70,5	70	70
2300	1	2300	69,5	70,5	70	69,87
2320	1	2320	69,5	70,5	70	70,33
2340	1	2340	69,5	70,5	70	69,39
2360	0	2360	69,5	70,5	70	70,22
2380	0	2380	69,5	70,5	70	69,91
2400	1	2400	69,5	70,5	70	69,56
2420	1	2420	69,5	70,5	70	69,88
2440	0	2440	69,5	70,5	70	70,53
2460	0	2460	69,5	70,5	70	70,08
2480	0	2480	69,5	70,5	70	70,15
2500	0	2500	69,5	70,5	70	70,01
2520	1	2520	69,5	70,5	70	69,87
2540	0	2540	69,5	70,5	70	70,52

2560	0	2560	69,5	70,5	70	70,12
2580	1	2580	69,5	70,5	70	69,81
2600	1	2600	69,5	70,5	70	69,84
2620	1	2620	69,5	70,5	70	69,93
2640	0	2640	69,5	70,5	70	70,18
2660	0	2660	69,5	70,5	70	69,97
2680	1	2680	69,5	70,5	70	69,73
2700	0	2700	69,5	70,5	70	70,32
2720	1	2720	69,5	70,5	70	69,7
2740	1	2740	69,5	70,5	70	69,77
2760	1	2760	69,5	70,5	70	70,02
2780	0	2780	69,5	70,5	70	70,15
2800	0	2800	69,5	70,5	70	69,99
2820	0	2820	69,5	70,5	70	69,86
2840	1	2840	69,5	70,5	70	69,79
2860	1	2860	69,5	70,5	70	69,87
2880	0	2880	69,5	70,5	70	69,91
2900	0	2900	69,5	70,5	70	70,54
2920	0	2920	69,5	70,5	70	69,74
2940	0	2940	69,5	70,5	70	69,67
2960	1	2960	69,5	70,5	70	69,5
2980	1	2980	69,5	70,5	70	69,95
3000	1	3000	69,5	70,5	70	69,47
3020	0	3020	69,5	70,5	70	70,47
3040	1	3040	69,5	70,5	70	69,39
3060	1	3060	69,5	70,5	70	69,8
3080	1	3080	69,5	70,5	70	69,8
3100	1	3100	69,5	70,5	70	69,67
3120	1	3120	69,5	70,5	70	70,35
3140	1	3140	69,5	70,5	70	69,56
3160	1	3160	69,5	70,5	70	69,89
3180	1	3180	69,5	70,5	70	70,15
3200	1	3200	69,5	70,5	70	69,94
3220	1	3220	69,5	70,5	70	69,43
3240	1	3240	69,5	70,5	70	69,81
3260	0	3260	69,5	70,5	70	70,51
3280	1	3280	69,5	70,5	70	69,65
3300	0	3300	69,5	70,5	70	70,48
3320	0	3320	69,5	70,5	70	69,94
3340	0	3340	69,5	70,5	70	69,65
3360	1	3360	69,5	70,5	70	69,58
3380	1	3380	69,5	70,5	70	69,39
3400	1	3400	69,5	70,5	70	70,35

3420	1	3420	69,5	70,5	70	70,35
3440	1	3440	69,5	70,5	70	69,87
3460	1	3460	69,5	70,5	70	69,52
3480	0	3480	69,5	70,5	70	70,15
3500	1	3500	69,5	70,5	70	69,98
3520	0	3520	69,5	70,5	70	70,11
3540	0	3540	69,5	70,5	70	69,84
3560	1	3560	69,5	70,5	70	69,56
3580	0	3580	69,5	70,5	70	70,18
3600	0	3600	69,5	70,5	70	70,38
3620	1	3620	69,5	70,5	70	69,84
3640	0	3640	69,5	70,5	70	70,39
3660	0	3660	69,5	70,5	70	70,08
3680	0	3680	69,5	70,5	70	70,21
3700	0	3700	69,5	70,5	70	70,28
3720	1	3720	69,5	70,5	70	69,97
3740	0	3740	69,5	70,5	70	70,46
3760	1	3760	69,5	70,5	70	69,84
3780	1	3780	69,5	70,5	70	69,91
3800	1	3800	69,5	70,5	70	69,92
3820	0	3820	69,5	70,5	70	70,58
3840	0	3840	69,5	70,5	70	70,62
3860	0	3860	69,5	70,5	70	70,59
3880	0	3880	69,5	70,5	70	70,63
3900	0	3900	69,5	70,5	70	69,77
3920	1	3920	69,5	70,5	70	69,54
3940	1	3940	69,5	70,5	70	69,22
3960	1	3960	69,5	70,5	70	69,67
3980	1	3980	69,5	70,5	70	69,19
4000	1	4000	69,5	70,5	70	69,47
4020	1	4020	69,5	70,5	70	69,95
4040	0	4040	69,5	70,5	70	70,33
4060	1	4060	69,5	70,5	70	69,02
4080	1	4080	69,5	70,5	70	69,32
4100	1	4100	69,5	70,5	70	69,05
4120	1	4120	69,5	70,5	70	68,71

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	69,5	70,5	70	33,3
20	1	20	69,5	70,5	70	40,31
40	1	40	69,5	70,5	70	44,71

60	1	60	69,5	70,5	70	47,39
80	1	80	69,5	70,5	70	50,42
100	1	100	69,5	70,5	70	52,5
120	1	120	69,5	70,5	70	54,31
140	1	140	69,5	70,5	70	56,43
160	1	160	69,5	70,5	70	66,65
180	1	180	69,5	70,5	70	66,99
200	1	200	69,5	70,5	70	67,1
220	1	220	69,5	70,5	70	67,85
240	1	240	69,5	70,5	70	68,81
260	1	260	69,5	70,5	70	69,12
280	1	280	69,5	70,5	70	69,19
300	1	300	69,5	70,5	70	69,08
320	1	320	69,5	70,5	70	70,04
340	0	340	69,5	70,5	70	70,32
360	0	360	69,5	70,5	70	70,46
380	0	380	69,5	70,5	70	70,32
400	0	400	69,5	70,5	70	70,49
420	0	420	69,5	70,5	70	70,61
440	0	440	69,5	70,5	70	70,11
460	1	460	69,5	70,5	70	69,62
480	0	480	69,5	70,5	70	70,35
500	0	500	69,5	70,5	70	70,55
520	0	520	69,5	70,5	70	70,25
540	1	540	69,5	70,5	70	69,76
560	0	560	69,5	70,5	70	70,39
580	0	580	69,5	70,5	70	70,05
600	1	600	69,5	70,5	70	69,53
620	1	620	69,5	70,5	70	69,71
640	0	640	69,5	70,5	70	69,96
660	0	660	69,5	70,5	70	70,17
680	0	680	69,5	70,5	70	70,24
700	0	700	69,5	70,5	70	70,76
720	0	720	69,5	70,5	70	69,74
740	1	740	69,5	70,5	70	69,43
760	1	760	69,5	70,5	70	69,6
780	0	780	69,5	70,5	70	70,42
800	0	800	69,5	70,5	70	70,18
820	1	820	69,5	70,5	70	69,56
840	1	840	69,5	70,5	70	69,62
860	1	860	69,5	70,5	70	69,96
880	0	880	69,5	70,5	70	70,11
900	0	900	69,5	70,5	70	70,32

920	0	920	69,5	70,5	70	70,08
940	0	940	69,5	70,5	70	70,21
960	1	960	69,5	70,5	70	69,77
980	1	980	69,5	70,5	70	69,98
1000	1	1000	69,5	70,5	70	69,53
1020	1	1020	69,5	70,5	70	68,95
1040	0	1040	69,5	70,5	70	70,3
1060	0	1060	69,5	70,5	70	70,08
1080	1	1080	69,5	70,5	70	69,46
1100	1	1100	69,5	70,5	70	69,53
1120	1	1120	69,5	70,5	70	69,59
1140	0	1140	69,5	70,5	70	70,39
1160	0	1160	69,5	70,5	70	70,08
1180	0	1180	69,5	70,5	70	69,92
1200	0	1200	69,5	70,5	70	69,82
1220	1	1220	69,5	70,5	70	69,75
1240	1	1240	69,5	70,5	70	69,76
1260	1	1260	69,5	70,5	70	69,94
1280	0	1280	69,5	70,5	70	70,01
1300	0	1300	69,5	70,5	70	69,74
1320	0	1320	69,5	70,5	70	69,78
1340	1	1340	69,5	70,5	70	69,67
1360	1	1360	69,5	70,5	70	69,52
1380	1	1380	69,5	70,5	70	69,6
1400	1	1400	69,5	70,5	70	69,99
1420	0	1420	69,5	70,5	70	69,95
1440	1	1440	69,5	70,5	70	69,64
1460	1	1460	69,5	70,5	70	69,78
1480	1	1480	69,5	70,5	70	69,71
1500	1	1500	69,5	70,5	70	69,57
1520	0	1520	69,5	70,5	70	70,46
1540	0	1540	69,5	70,5	70	70,15
1560	0	1560	69,5	70,5	70	70,28
1580	0	1580	69,5	70,5	70	70,11
1600	1	1600	69,5	70,5	70	69,98
1620	0	1620	69,5	70,5	70	70,34
1640	0	1640	69,5	70,5	70	70,15
1660	1	1660	69,5	70,5	70	69,42
1680	1	1680	69,5	70,5	70	69,76
1680	0	1680	69,5	70,5	70	70,41
1700	1	1700	69,5	70,5	70	70,03
1720	0	1720	69,5	70,5	70	70,35

1740	1	1740	69,5	70,5	70	69,67
1760	1	1760	69,5	70,5	70	69,74
1780	0	1780	69,5	70,5	70	70,32
1800	0	1800	69,5	70,5	70	70,39
1820	1	1820	69,5	70,5	70	69,58
1840	0	1840	69,5	70,5	70	70,15
1860	0	1860	69,5	70,5	70	70,35
1880	0	1880	69,5	70,5	70	69,67
1900	0	1900	69,5	70,5	70	69,74
1920	1	1920	69,5	70,5	70	69,52
1940	0	1940	69,5	70,5	70	70,39
1960	0	1960	69,5	70,5	70	70,03
1980	1	1980	69,5	70,5	70	69,81
2000	0	2000	69,5	70,5	70	70,26
2020	1	2020	69,5	70,5	70	69,67
2040	0	2040	69,5	70,5	70	69,87
2060	0	2060	69,5	70,5	70	70,36
2080	1	2080	69,5	70,5	70	69,81
2100	0	2100	69,5	70,5	70	70,23
2120	0	2120	69,5	70,5	70	70,44
2140	1	2140	69,5	70,5	70	69,51
2160	1	2160	69,5	70,5	70	69,86
2180	0	2180	69,5	70,5	70	70,17
2200	0	2200	69,5	70,5	70	70
2220	0	2220	69,5	70,5	70	69,98
2240	1	2240	69,5	70,5	70	69,58
2260	1	2260	69,5	70,5	70	69,7
2280	0	2280	69,5	70,5	70	70,15
2300	1	2300	69,5	70,5	70	70,02
2320	1	2320	69,5	70,5	70	69,46
2340	1	2340	69,5	70,5	70	69,54
2360	0	2360	69,5	70,5	70	70,34
2380	0	2380	69,5	70,5	70	70,19
2400	0	2400	69,5	70,5	70	69,6
2420	1	2420	69,5	70,5	70	69,5
2440	1	2440	69,5	70,5	70	69,56
2460	1	2460	69,5	70,5	70	69,65
2480	1	2480	69,5	70,5	70	69,77
2500	1	2500	69,5	70,5	70	69,94
2520	1	2520	69,5	70,5	70	69,8
2540	1	2540	69,5	70,5	70	69,74
2560	0	2560	69,5	70,5	70	70,42
2580	1	2580	69,5	70,5	70	69,71

2600	0	2600	69,5	70,5	70	70,49
2620	1	2620	69,5	70,5	70	69,97
2640	0	2640	69,5	70,5	70	70
2660	1	2660	69,5	70,5	70	69,84
2680	1	2680	69,5	70,5	70	69,93
2700	0	2700	69,5	70,5	70	70,18
2720	0	2720	69,5	70,5	70	69,97
2740	1	2740	69,5	70,5	70	69,73
2760	0	2760	69,5	70,5	70	70,32
2780	1	2780	69,5	70,5	70	69,7
2800	1	2800	69,5	70,5	70	69,77
2820	0	2820	69,5	70,5	70	70,02
2840	0	2840	69,5	70,5	70	70,13
2860	0	2860	69,5	70,5	70	70,2
2880	0	2880	69,5	70,5	70	70,18
2900	0	2900	69,5	70,5	70	70,18
2920	0	2920	69,5	70,5	70	70,22
2940	0	2940	69,5	70,5	70	70,35
2960	1	2960	69,5	70,5	70	70,39
2980	1	2980	69,5	70,5	70	70,28
3000	0	3000	69,5	70,5	70	70,57
3020	0	3020	69,5	70,5	70	70,19
3040	0	3040	69,5	70,5	70	70,6
3060	0	3060	69,5	70,5	70	70,52
3080	0	3080	69,5	70,5	70	70,24
3100	0	3100	69,5	70,5	70	70,28
3120	1	3120	69,5	70,5	70	69,62
3140	1	3140	69,5	70,5	70	70
3160	0	3160	69,5	70,5	70	70,56
3180	0	3180	69,5	70,5	70	70,04
3200	0	3200	69,5	70,5	70	70,11
3220	0	3220	69,5	70,5	70	70,22
3240	0	3240	69,5	70,5	70	70,36
3260	0	3260	69,5	70,5	70	70,57
3280	0	3280	69,5	70,5	70	70,17
3300	0	3300	69,5	70,5	70	70,59
3320	0	3320	69,5	70,5	70	70,11
3340	0	3340	69,5	70,5	70	69,5
3360	1	3360	69,5	70,5	70	69,57
3380	1	3380	69,5	70,5	70	69,67
3400	1	3400	69,5	70,5	70	69,78
3420	1	3420	69,5	70,5	70	69,91

3440	1	3440	69,5	70,5	70	69,57
3460	1	3460	69,5	70,5	70	69,66
3480	0	3480	69,5	70,5	70	70,15
3500	0	3500	69,5	70,5	70	69,6
3520	1	3520	69,5	70,5	70	69,63
3540	1	3540	69,5	70,5	70	69,95
3560	0	3560	69,5	70,5	70	70,23
3580	0	3580	69,5	70,5	70	69,85
3600	1	3600	69,5	70,5	70	69,67
3620	1	3620	69,5	70,5	70	69,88
3640	0	3640	69,5	70,5	70	69,74
3660	1	3660	69,5	70,5	70	69,56
3680	1	3680	69,5	70,5	70	69,81
3700	1	3700	69,5	70,5	70	69,5
3720	1	3720	69,5	70,5	70	69,87
3740	1	3740	69,5	70,5	70	69,84
3760	1	3760	69,5	70,5	70	69,67
3780	1	3780	69,5	70,5	70	70,46
3800	0	3800	69,5	70,5	70	69,82
3820	1	3820	69,5	70,5	70	69,52
3840	0	3840	69,5	70,5	70	70,25
3860	0	3860	69,5	70,5	70	70,07
3880	1	3880	69,5	70,5	70	69,51
3900	0	3900	69,5	70,5	70	70,21
3920	0	3920	69,5	70,5	70	70,38

Waktu (detik)	Relay	Waktu (detik)	Upper	Lower	Set Point (°C)	Temperatur (°C)
0	1	0	69,5	70,5	70	34,52
20	1	20	69,5	70,5	70	41,84
40	1	40	69,5	70,5	70	45,71
60	1	60	69,5	70,5	70	47,4
80	1	80	69,5	70,5	70	51,42
100	1	100	69,5	70,5	70	52,5
120	1	120	69,5	70,5	70	54,31
140	1	140	69,5	70,5	70	56,43
160	1	160	69,5	70,5	70	66,65
180	1	180	69,5	70,5	70	67,02
200	1	200	69,5	70,5	70	67,1
220	1	220	69,5	70,5	70	66,45
240	1	240	69,5	70,5	70	67,51
260	1	260	69,5	70,5	70	70,12

280	0	280	69,5	70,5	70	70,45
300	0	300	69,5	70,5	70	70,56
320	0	320	69,5	70,5	70	70,28
340	0	340	69,5	70,5	70	70,6
360	1	360	69,5	70,5	70	69,87
380	0	380	69,5	70,5	70	70,12
400	0	400	69,5	70,5	70	70,09
420	1	420	69,5	70,5	70	69,95
440	1	440	69,5	70,5	70	69,93
460	1	460	69,5	70,5	70	70
480	0	480	69,5	70,5	70	70,5
500	0	500	69,5	70,5	70	69,98
520	1	520	69,5	70,5	70	69,54
540	1	540	69,5	70,5	70	69,74
560	1	560	69,5	70,5	70	69,8
580	1	580	69,5	70,5	70	69,94
600	1	600	69,5	70,5	70	69,53
620	1	620	69,5	70,5	70	68,91
640	1	640	69,5	70,5	70	68,74
660	1	660	69,5	70,5	70	69,46
680	1	680	69,5	70,5	70	69,87
700	1	700	69,5	70,5	70	69,87
720	1	720	69,5	70,5	70	69,7
740	0	740	69,5	70,5	70	70,32
760	0	760	69,5	70,5	70	70,34
780	0	780	69,5	70,5	70	70,43
800	0	800	69,5	70,5	70	70,39
820	0	820	69,5	70,5	70	70,36
840	0	840	69,5	70,5	70	70,05
860	0	860	69,5	70,5	70	70,01
880	0	880	69,5	70,5	70	70,6
900	0	900	69,5	70,5	70	70,4
920	0	920	69,5	70,5	70	70,05
940	0	940	69,5	70,5	70	69,81
960	1	960	69,5	70,5	70	69,71
980	0	980	69,5	70,5	70	70,16
1000	0	1000	69,5	70,5	70	70,18
1020	1	1020	69,5	70,5	70	69,56
1040	1	1040	69,5	70,5	70	69,62
1060	1	1060	69,5	70,5	70	69,96
1080	0	1080	69,5	70,5	70	70,11
1100	0	1100	69,5	70,5	70	70,32

1120	0	1120	69,5	70,5	70	70,08
1140	0	1140	69,5	70,5	70	70,21
1160	1	1160	69,5	70,5	70	69,77
1180	1	1180	69,5	70,5	70	69,98
1200	1	1200	69,5	70,5	70	69,53
1220	1	1220	69,5	70,5	70	69,95
1240	1	1240	69,5	70,5	70	69,53
1260	1	1260	69,5	70,5	70	69,63
1280	0	1280	69,5	70,5	70	70,18
1300	0	1300	69,5	70,5	70	70,66
1320	0	1320	69,5	70,5	70	69,92
1340	1	1340	69,5	70,5	70	69,47
1360	0	1360	69,5	70,5	70	70,3
1380	0	1380	69,5	70,5	70	70,47
1400	1	1400	69,5	70,5	70	69,72
1420	1	1420	69,5	70,5	70	69,87
1440	0	1440	69,5	70,5	70	70,53
1460	0	1460	69,5	70,5	70	70,46
1480	0	1480	69,5	70,5	70	70,01
1500	1	1500	69,5	70,5	70	69,46
1520	1	1520	69,5	70,5	70	69,5
1540	1	1540	69,5	70,5	70	69,77
1560	1	1560	69,5	70,5	70	69,98
1580	0	1580	69,5	70,5	70	70,19
1600	1	1600	69,5	70,5	70	69,58
1620	0	1620	69,5	70,5	70	70,15
1640	1	1640	69,5	70,5	70	69,5
1660	1	1660	69,5	70,5	70	69,8
1680	1	1680	69,5	70,5	70	70,08
1680	1	1680	69,5	70,5	70	70,01
1700	0	1700	69,5	70,5	70	69,66
1720	1	1720	69,5	70,5	70	69,62
1740	0	1740	69,5	70,5	70	70,07
1760	0	1760	69,5	70,5	70	70,11
1780	1	1780	69,5	70,5	70	69,84
1800	1	1800	69,5	70,5	70	69,77
1820	0	1820	69,5	70,5	70	70,18
1840	0	1840	69,5	70,5	70	70,09
1860	0	1860	69,5	70,5	70	70,33
1880	0	1880	69,5	70,5	70	70,12
1900	0	1900	69,5	70,5	70	70,5
1920	1	1920	69,5	70,5	70	69,95
1940	0	1940	69,5	70,5	70	70,53

1960	1	1960	69,5	70,5	70	69,81
1980	0	1980	69,5	70,5	70	70,64
2000	0	2000	69,5	70,5	70	70,23
2020	0	2020	69,5	70,5	70	70,57
2040	0	2040	69,5	70,5	70	70,2
2060	0	2060	69,5	70,5	70	69,95
2080	0	2080	69,5	70,5	70	69,68
2100	1	2100	69,5	70,5	70	69,58
2120	1	2120	69,5	70,5	70	69,43
2140	1	2140	69,5	70,5	70	70,28
2160	1	2160	69,5	70,5	70	69,79
2180	0	2180	69,5	70,5	70	70,12
2200	1	2200	69,5	70,5	70	69,87
2220	0	2220	69,5	70,5	70	70,49
2240	0	2240	69,5	70,5	70	70,36
2260	0	2260	69,5	70,5	70	70,15
2280	0	2280	69,5	70,5	70	69,91
2300	1	2300	69,5	70,5	70	69,53
2320	1	2320	69,5	70,5	70	69,88
2340	1	2340	69,5	70,5	70	69,98
2360	0	2360	69,5	70,5	70	70,55
2380	0	2380	69,5	70,5	70	70,62
2400	0	2400	69,5	70,5	70	70,62
2420	0	2420	69,5	70,5	70	70,32
2440	1	2440	69,5	70,5	70	69,58
2460	1	2460	69,5	70,5	70	69,76
2480	1	2480	69,5	70,5	70	69,89
2500	1	2500	69,5	70,5	70	69,99
2520	0	2520	69,5	70,5	70	70,51
2540	1	2540	69,5	70,5	70	69,56
2560	0	2560	69,5	70,5	70	70,33
2580	0	2580	69,5	70,5	70	70,22
2600	1	2600	69,5	70,5	70	69,46
2620	1	2620	69,5	70,5	70	69,29
2640	1	2640	69,5	70,5	70	69,91
2660	1	2660	69,5	70,5	70	69,94
2680	0	2680	69,5	70,5	70	69,8
2700	1	2700	69,5	70,5	70	69,74
2720	0	2720	69,5	70,5	70	70,42
2740	0	2740	69,5	70,5	70	70,61
2760	0	2760	69,5	70,5	70	70,49
2780	1	2780	69,5	70,5	70	69,97

2800	0	2800	69,5	70,5	70	70
2820	0	2820	69,5	70,5	70	70,29
2840	0	2840	69,5	70,5	70	70,52
2860	0	2860	69,5	70,5	70	70,38
2880	0	2880	69,5	70,5	70	70,52
2900	1	2900	69,5	70,5	70	69,73
2920	1	2920	69,5	70,5	70	69,77
2940	1	2940	69,5	70,5	70	69,98
2960	0	2960	69,5	70,5	70	70,36
2980	0	2980	69,5	70,5	70	70,44
3000	0	3000	69,5	70,5	70	70,13
3020	0	3020	69,5	70,5	70	70,2
3040	0	3040	69,5	70,5	70	70,18
3060	1	3060	69,5	70,5	70	69,58
3080	1	3080	69,5	70,5	70	69,69
3100	1	3100	69,5	70,5	70	68,73
3120	1	3120	69,5	70,5	70	69,96
3140	1	3140	69,5	70,5	70	69,5
3160	1	3160	69,5	70,5	70	69,88
3180	1	3180	69,5	70,5	70	69,96
3200	1	3200	69,5	70,5	70	69,68
3220	1	3220	69,5	70,5	70	68,43
3240	1	3240	69,5	70,5	70	68,67
3260	1	3260	69,5	70,5	70	68,64
3280	1	3280	69,5	70,5	70	68,5
3300	1	3300	69,5	70,5	70	69,96
3320	0	3320	69,5	70,5	70	70,28
3340	0	3340	69,5	70,5	70	70,59
3360	0	3360	69,5	70,5	70	70,28
3380	0	3380	69,5	70,5	70	70,32
3400	0	3400	69,5	70,5	70	70,05
3420	0	3420	69,5	70,5	70	70,36
3440	0	3440	69,5	70,5	70	70,18
3460	1	3460	69,5	70,5	70	69,94
3480	0	3480	69,5	70,5	70	70,08
3500	0	3500	69,5	70,5	70	70,23
3520	0	3520	69,5	70,5	70	70,47
3540	0	3540	69,5	70,5	70	70,2
3560	0	3560	69,5	70,5	70	70,1
3580	0	3580	69,5	70,5	70	70,11
3600	0	3600	69,5	70,5	70	70,08
3620	1	3620	69,5	70,5	70	69,59
3640	1	3640	69,5	70,5	70	69,5

3660	1	3660	69,5	70,5	70	69,6
3680	1	3680	69,5	70,5	70	69,63
3700	1	3700	69,5	70,5	70	69,95
3720	0	3720	69,5	70,5	70	70,23
3740	1	3740	69,5	70,5	70	67,85
3760	1	3760	69,5	70,5	70	69,67
3780	1	3780	69,5	70,5	70	69,88
3800	1	3800	69,5	70,5	70	69,74
3820	1	3820	69,5	70,5	70	69,36
3840	1	3840	69,5	70,5	70	69,81
3860	1	3860	69,5	70,5	70	69,5

Lampiran 13. Hasil Uji Lab (l,a,b,chroma)) Kentang *Set Point 50°C*

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

YICMALAB
Tepat. Akurat. dan Terpercaya

YKAN
YANG KINERJANYA AKURAT

No : VICMALAB SKL.XI.2123
Tempo : 1 halaman
Perihal : Laporan Hasil Uji Laboratorium

Diagnos, 06 Desember 2024

Kepada Yth
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Kampus Ponorogo IV No. 8, Keparah,
Kec. Sukoharjo, Sukoharjo, Jawa Timur 60111

Dengan hormat,

Berdasarkan surat order : 1180VLS-0232/2024, maka bersama ini kami sampaikan hasil uji analisis laboratorium untuk sampel produk :

Nama Sampel : KENTANG KERING M
Keterangan : Telingan

Demikian surat ini kami sampaikan semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.
Atas kerjasamanya yang baik kami sampaikan terimakasih.

Hormat kami,
PT Vicma Lab Indonesia

[Signature]
Elke Septiana S. Si, MTP
Manajer Mutu

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

YICMALAB
Tepat. Akurat. dan Terpercaya

YKAN
YANG KINERJANYA AKURAT

RESULT OF ANALYSIS
Laporan Hasil Pengujian
No : VICMALAB LRP.2024.XI.2123

Yang bertanda tangan di bawah ini menandatangani hasil pengujian :

I. **Header / Header**
1.1. Order No. / No. Order : 1180VLS-0232/2024

II. **Prinsip / Prinsip**
2.1. Nama / Nama : INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2.2. Alamat / Alamat : Kampus Ponorogo IV No. 8, Keparah,
Kec. Sukoharjo, Sukoharjo, Jawa Timur 60111
2.3. Nama / Nama : KEC. SIKOL
2.4. Contact Person / Person Penghubung : Purnomo Sutrisno

III. **Sampel / Detail Uji**
3.1. Sample Code / Kode Sampel : --
3.2. Production Date / Tanggal Produksi : --
3.3. Sample Date / Tanggal Pengambilan : --
3.4. Trade Mark / Nama Dagang : --
3.5. Packaging / Kemasan : Telingan Plastik
3.6. Sample Place / Tempat Sampel : KENTANG KERING M
3.7. Date of Receipt / Tanggal Terima : November 26, 2024
3.8. Date of Analysis / Tanggal Uji : November 26, 2024 - Desember 01, 2024
3.9. Type of Analysis / Jenis Uji : Telingan

IV. **Blank / Blank Uji**
Blank of analysis on page 2 / Blank up di halaman 2

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

YICMALAB
Tepat. Akurat. dan Terpercaya

YKAN
YANG KINERJANYA AKURAT

Lampiran 1

LAPORAN PENGUJIAN
RESULT OF ANALYSIS
VICMALAB LRP.2024.XI.2123

No.	Jenis Analisis / Type of Analysis	L	a	b	Metode / Method
1.	Warna	67.37	3.13	18.76	Chromameter

Diagnos, 06 Desember 2024
Manajer Mutu

[Signature]
Elke Septiana S. Si, MTP
Manajer Mutu

Terimakasih

YICMALAB

Lampiran 14. Hasil Uji Lab (I,a,b,chroma)) Kentang Set Point 60°C

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

YICMALAB
Cepat, Akurat dan Terjangkau

Laboratorium & Office:
Jl. Abdul Ghani II No.228 RT 002/RW 010 Kal. Harapan Jaya, Kec. Cibirang, Kab. Bogor
Telp: (021) 876 2489 / WA 0812 8824 5497

YKAN
Kantor Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP 871 IDN

No. : VICMALAB SKL.XI.2124
Lamp. : 1 halaman
Perihal : Laporan Hasil Uji Laboratorium

Bogor, 06 Desember 2024

Kepada Yth.
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Kepala Perintis IV No. 8, Kepuh,
Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111

Dengan hormat,

Berdasarkan surat order : 1160/VLI-32/XI/2024, maka bersama ini kami sampaikan hasil uji analisis laboratorium untuk sampel produk :

Nama Sampel : KENTANG KERING 60
Keterangan : Terlampir

Demikian surat ini kami sampaikan semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.
Atas kerjasama yang baik kami mengucapkan terimakasih.

Hormat kami,
PT Vicma Lab Indonesia


Elka Stephanie S.Si, MTP
Manajer Mutu

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

YICMALAB
Cepat, Akurat dan Terjangkau

Laboratorium Office:
Jl. Abdul Ghani II No.228 RT 002/RW 010 Kal. Harapan Jaya, Kec. Cibirang, Kab. Bogor
Telp: (021) 876 2489 / WA 0812 8824 5497

F 042/VICMALAB
Revisi 3

RESULT OF ANALYSIS
Laporan Hasil Pengujian
No : VICMALAB LHP.2024.XI.2124

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan hasil pengujian :

I. Number / Nomor
1.1 Order No. / No. Order : 1160/VLI-32/XI/2024

II. Principal / Pelanggan
2.1 Name / Nama : INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2.2 Address / Alamat : Kepala Perintis IV No. 8, Kepuh, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111
2.3 Phone / Telepon : 0822 3500 0126
2.4 Contact Person / Personil Penghubung : Furqan Rahmadhiana

III. Sample / Contoh Uji
3.1 Sample Code / Kode Sample : -
3.2 Production Date / Tanggal Produksi : -
3.3 Expire Date / Tanggal Kadaluarsa : -
3.4 Trade Mark / Nama Dagang : -
3.5 Packaging / Kemasan : Toples Plastik
3.6 Sample Name / Nama Sampel : KENTANG KERING 60
3.7 Date of Acceptance / Tanggal Terima : November 26, 2024
3.8 Date of Analysis / Tanggal Uji : November 26, 2024 – December 05, 2024
3.9 Type of Analysis / Jenis Uji : Terlampir

IV. Result / Hasil Uji
Result of analysis on page 2 / Hasil uji di halaman 2

Hasil uji ini hanya berlaku pada contoh yang diuji.
Dilarang mengutip, menyalin, memperbanyak dan/atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari PT Vicma Lab Indonesia
The Results shown in this report refer only to the sample(s) tested. It is prohibited to copy, reproduce and/or publish the content of this Certificate without PT Vicma Lab Indonesia approval

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

YICMALAB
Cepat, Akurat dan Terjangkau

Laboratorium Office:
Jl. Abdul Ghani II No.228 RT 002/RW 010 Kal. Harapan Jaya, Kec. Cibirang, Kab. Bogor
Telp: (021) 876 2489 / WA 0812 8824 5497

F 042/VICMALAB
Revisi 3

Lampiran 1

LAPORAN PENGUJIAN RESULT OF ANALYSIS VICMALAB LHP.2024.XI.2124

No.	Jenis Analisis Type of Analysis	L	a	b	Metode Method
1	Warna	64.47	3.10	31.74	Chromameter

Bogor, 06 Desember 2024
Manajer Teknis,


Dini Kusdiningsih



Hasil uji ini hanya berlaku pada contoh yang diuji.
Dilarang mengutip, menyalin, memperbanyak dan/atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari PT Vicma Lab Indonesia
The Results shown in this report refer only to the sample(s) tested. It is prohibited to copy, reproduce and/or publish the content of this Certificate without PT Vicma Lab Indonesia approval

Lampiran 15. Hasil Uji Lab (l,a,b,chroma)) Kentang Set Point 70°C

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

VICMALAB
Cepat, Akurat dan Terjangkau

YKAN
Kualitas Tanpa Kompromi

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

VICMALAB
Cepat, Akurat dan Terjangkau

No : VICMALAB.SKL.XI.2125 Bogor, 06 Desember 2024

Lamp : 1 halaman

Perihal : Laporan Hasil Uji Laboratorium

Kepada Yth.
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Koprah Petanis IV No. 8, Koprah,
Kec. Sukoharjo, Surabaya, Jawa Timur 60111

Dengan hormat,

Berdasarkan surat order : 1160/VLI-33/XI/2024, maka bersama ini kami sampaikan hasil uji analisis laboratorium untuk sampel produk :

Nama Sampel : KENTANG KERDING 70
Keterangan : Terlampir

Demikian surat ini kami sampaikan semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.
Atas kerjasamanya yang baik kami mengucapkan terimakasih.

Hormat kami,
PT Vicma Lab Indonesia


Elka Syarifiana S.Si, MTP
Manajer Mutu

RESULT OF ANALYSIS
Laporan Hasil Pengujian
No : VICMALAB.LHP.2024.XI.2125

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan hasil pengujian :

I. Nomor / Nomor
1.1 Order No. / No. Order : 1160/VLI-33/XI/2024

II. Principal / Penerimaan
2.1 Name / Nama : INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2.2 Address / Alamat : Koprah Petanis IV No. 8, Koprah, Kec. Sukoharjo, Surabaya, Jawa Timur 60111
2.3 Place / Tempat : 0822 5500 0128
2.4 Contact Person / Personil Penghubung : Purpan Rahmadhanna

III. Sample / Contoh Uji
3.1 Sample Code / Kode Sampel : -
3.2 Production Date / Tanggal Produksi : -
3.3 Expiry Date / Tanggal Kadaluarsa : -
3.4 Trade Mark / Nama Dagang : -
3.5 Packaging / Kemasan : Toples Plastik
3.6 Sample Name / Nama Sampel : KENTANG KERDING 70
3.7 Date of Acceptance / Tanggal Terima : November 28, 2024
3.8 Date of Analysis / Tanggal Uji : November 28, 2024 – December 05, 2024
3.9 Type of Analysis / Jenis Uji : Terlampir

IV. Result / Hasil Uji
Result of analysis on page 2 / Hasil uji di halaman 2

Hasil uji ini hanya berlaku pada contoh yang diuji.
Dilarang mengutip, memperbanyak dan/atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari PT Vicma Lab Indonesia.
The results shown in this report refer only to the sample(s) tested. It is prohibited to copy, reproduce and/or publish the content of this Certificate without PT Vicma Lab Indonesia approval.

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

VICMALAB
Cepat, Akurat dan Terjangkau

PT. VICMA LAB INDONESIA
LABORATORIUM PENGUJIAN

VICMALAB
Cepat, Akurat dan Terjangkau

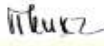
Lampiran 1

F.042/VICMALAB
Revisi 3

LAPORAN PENGUJIAN
RESULT OF ANALYSIS
VICMALAB.LHP.2024.XI.2125

No.	Jenis Analisis Type of Analysis	L	a	b	Metode Method
1	Warna	62.52	4.40	32.75	Chromameter

Bogor, 06 Desember 2024
Manajer Teknis,


Dini Kusdiningsih

Sertifikat No.



Hasil uji ini hanya berlaku pada contoh yang diuji.
Dilarang mengutip, memperbanyak dan/atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari PT Vicma Lab Indonesia.
The results shown in this report refer only to the sample(s) tested. It is prohibited to copy, reproduce and/or publish the content of this Certificate without PT Vicma Lab Indonesia approval.

Lampiran 16. Hasil Gambar Kentang per Set Point (Dehydrator)

<i>Set point</i>	Waktu keseluruhan	Massa	Gambar hasil
50°C	(0-1 jam)	500 gram	
	500 gram-193 gram waktu respon dinamik: 3720 s, (62 menit)	193 gram	
	(1-2 jam) 193 gram-148 gram waktu respon dinamik: 3760 s, (62,66 menit)	148 gram	

	(2-3 jam) 148 gram-131 gram waktu respon dinamik: 3820 s, (63,66 menit)	131 gram	
	(3-4 jam) 131 gram-117 gram waktu respon dinamik: 3800 s, (63,33 menit)	117 gram	
60°C	(0-1 jam) 500 gram-153 gram waktu respon dinamik: 3820 s, (63,66 menit)	500 gram	

		153 gram	
	(1-2 jam) 153 gram-138 gram waktu respon dinamik: 3840 s, (64 menit)	138 gram	
	(2-3 jam) 138 gram-111 gram waktu respon dinamik: 3840 s, (64 menit)	111 gram	

	(3-4 jam) 111 gram-97 gram waktu respon dinamik: 3820 s, (63,66 menit)	97 gram	
70°C	(0-1 jam) 500 gram-134 gram waktu respon dinamik: 4160 s, (69,33 menit)	500 gram	
		134 gram	

	(1-2 jam) 134 gram-126 gram waktu respon dinamik: 4160 s, (69,33 menit)	126 gram	
	(2-3 jam) 126 gram-118 gram waktu respon dinamik: 4120 s, (68,66 menit)	118 gram	
	(3-4 jam) 118 gram-93 gram waktu respon dinamik: 3860 s, (64,33 menit)	93 gram	

Lampiran 17. Hasil Gambar Kentang per *Set Point* (Konvensional)

Waktu dan Temperatur (BMKG)	Massa	Gambar hasil												
 Hasil untuk Riau · Pilih area Cuaca Saat ini 30° Terasa seperti 34° Sebagian besar cerah Presipitasi: 0% Kelembapan: 65% Angin: 6 km/j Ringkasan Presipitasi Angin Kelembapan <table><tr><th>SAAT INI</th><th>12.00</th><th>13.00</th><th>14.00</th><th>15.00</th><th>16.00</th></tr><tr><td>30°</td><td>31°</td><td>32°</td><td>33°</td><td>33°</td><td>33°</td></tr></table> Sab 33°/24° Min 33°/23° Sen 33°/24° Sel 33°/24° Rab 33°/24° Ku 33°	SAAT INI	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	30°	31°	32°	33°	33°	33°	500 gram	
SAAT INI	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00									
30°	31°	32°	33°	33°	33°									
 Hasil untuk Riau · Pilih area Cuaca Saat ini 31° Terasa seperti 36° Sebagian besar cerah Presipitasi: 0% Kelembapan: 60% Angin: 5 km/j Ringkasan Presipitasi Angin Kelembapan <table><tr><th>SAAT INI</th><th>13.00</th><th>14.00</th><th>15.00</th><th>16.00</th><th>17.00</th></tr><tr><td>31°</td><td>32°</td><td>33°</td><td>33°</td><td>33°</td><td>32°</td></tr></table> Sab 33°/24° Min 33°/23° Sen 33°/24° Sel 33°/24° Rab 33°/24° Ku 33°	SAAT INI	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	31°	32°	33°	33°	33°	32°	424 gram	
SAAT INI	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00									
31°	32°	33°	33°	33°	32°									
 Hasil untuk Riau · Pilih area Cuaca Saat ini 31° Terasa seperti 36° Sebagian besar cerah Presipitasi: 0% Kelembapan: 60% Angin: 5 km/j Ringkasan Presipitasi Angin Kelembapan <table><tr><th>SAAT INI</th><th>13.00</th><th>14.00</th><th>15.00</th><th>16.00</th><th>17.00</th></tr><tr><td>31°</td><td>32°</td><td>33°</td><td>33°</td><td>33°</td><td>32°</td></tr></table> Sab 33°/24° Min 33°/23° Sen 33°/24° Sel 33°/24° Rab 33°/24° Ku 33°	SAAT INI	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	31°	32°	33°	33°	33°	32°	356 gram	
SAAT INI	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00									
31°	32°	33°	33°	33°	32°									

lampiran 18. Kode Program

```
#include <Adafruit_MAX31865.h>
#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>

/* Data Logger SD Card dan RTC */
#define chipSelect 53
#define namaFile "Data.csv"

/* Thermocouple */
Adafruit_MAX31865 thermo = Adafruit_MAX31865(29, 27, 25, 23); // Pin CS, DI, DO, CLK
#define RREF 430.0 // Nilai Resistor
#define RNOMINAL 100.0 // PT 100
#define Nextion Serial2 // Nextion terhubung pada Serial 2 (RX2, TX2)

/* Pin Buzzer */
#define pinBuzzer A2
#define Buzzer_On digitalWrite(pinBuzzer, HIGH)
#define Buzzer_Off digitalWrite(pinBuzzer, LOW)

/* Pin Tombol */
#define pinMotor A3
#define pinSistem A4
#define tombolMotor !digitalRead(pinMotor)
#define tombolSistem !digitalRead(pinSistem)

/* Pin SSR */
#define pinSSRPemanas 5
#define pinSSRMotor 6

#define Pemanas_On digitalWrite(pinSSRPemanas, HIGH)
#define Pemanas_Off digitalWrite(pinSSRPemanas, LOW)

#define Motor_On digitalWrite(pinSSRMotor, HIGH)
#define Motor_Off digitalWrite(pinSSRMotor, LOW)

float Suhu = 0; // PV
float setPoint = 0; // SV
int setWaktu = 0; // Waktu

int No = 0;
int hours = 0;
int minutes = 0;
int seconds = 0;
int totalMinutes = 0;

bool Start;
bool mulaiProgram;

String Countdown;
String kondisiPemanas = "OFF";
String kondisiMotor = "OFF";
String Data;

178
```

```

unsigned long timer = 0;
unsigned long print = 0;
unsigned long interval = 1000;
unsigned long delayGrafik = 0;

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

  pinMode(pinSistem, INPUT_PULLUP);
  pinMode(pinMotor, INPUT_PULLUP);
  pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);
  pinMode(pinSSRPemanas, OUTPUT);
  pinMode(pinSSRMotor, OUTPUT);

  thermo.begin(MAX31865_2WIRE); // Sesuaikan konfigurasi kabel yang sesuai (2, 3, atau 4 wire)
  setupSDCard();

  Pemanas_Off;
  Motor_Off;

  Nextion.print("page 0");
  Nextion.write(0xff);
  Nextion.write(0xff);
  Nextion.write(0xff);

  while (!Start) {
    if (tombolSistem) {
      Start = true;
    }
  }

  while (Nextion.available()) {
    char data = Nextion.read();
    int btnNextion = data - '0';

    if (btnNextion == 0) {
      setWaktu -= 2;
      if (setWaktu < 0) {
        setWaktu = 0;
      }
    } else if (btnNextion == 1) {
      setWaktu += 2;
    } else if (btnNextion == 2) {
      setPoint -= 5;
      if (setPoint < 0) {
        setPoint = 0;
      }
    } else if (btnNextion == 3) {
      setPoint += 5;
    }
  }

  sendSetWaktu("setWaktu", setWaktu);
  sendSetPoint("setPoint", setPoint);

```

```

}

Nextion.print("page 1");
Nextion.write(0xff);
Nextion.write(0xff);
Nextion.write(0xff);

mulaiProgram = false;
totalMinutes = setWaktu;
timer = millis();
}

void loop() {
  No = countLines(namaFile);
  Suhu = nilaiSuhu();

  Data = String(No) + ";" + String(setWaktu) + " Menit;" + String(setPoint) + ";" + String(Suhu);

  if (!tombolSistem) {
    Start = false;
  }

  if (tombolMotor) {
    Motor_On;
    kondisiMotor = "ON";
  } else {
    Motor_Off;
    kondisiMotor = "OFF";
  }

  if (Start) {
    if (Suhu >= setPoint && mulaiProgram == false) {
      mulaiProgram = true;
      timer = millis();
    } else if (Suhu <= setPoint && mulaiProgram == false) {
      Pemanas_On;
      kondisiPemanas = "ON";
    }
  }

  if (mulaiProgram) {
    if (Suhu <= setPoint - 0.5) {
      Pemanas_On;
      kondisiPemanas = "ON";
    } else if (Suhu >= setPoint + 0.5) {
      Pemanas_Off;
      kondisiPemanas = "OFF";
    }
  }

  if (millis() - timer >= interval) {
    if (seconds == 0) {
      if (totalMinutes == 0) {
        Pemanas_Off;

        Buzzer_On;

```

```

    displayTimer("timer", "SELESAI");
    delay(1000);

    Buzzer_Off;
    displayTimer("timer", " ");
    delay(1000);
    return; // Berhenti setelah waktu habis
} else {
    totalMinutes--;
    seconds = 59;
}
} else {
    seconds--;
}

hours = totalMinutes / 60;
minutes = totalMinutes % 60;

Countdown = (hours < 10 ? "0" : "") + String(hours) + ":" + (minutes < 10 ? "0" : "") +
String(minutes) + ":" + (seconds < 10 ? "0" : "") + String(seconds);
    displayTimer("timer", Countdown);
    timer = millis();
}
} else {
    hours = totalMinutes / 60;
    minutes = totalMinutes % 60;

    Countdown = (hours < 10 ? "0" : "") + String(hours) + ":" + (minutes < 10 ? "0" : "") +
String(minutes) + ":" + (seconds < 10 ? "0" : "") + String(seconds);
    displayTimer("timer", Countdown);
}

if (millis() - delayGrafik >= 2000) {
    displayGrafik("add 1,0,", String(Suhu, 0));
    displaySuhu("sv", String(setPoint, 0));
    displaySuhu("pv", String(Suhu, 1));

    delayGrafik = millis();
}
} else {
    setWaktu = 0;
    setPoint = 0;
    seconds = 0;
    goto setup_label;
setup_label:
    setup();
}

if (millis() - print >= 20000) {
    Serial.print("setWaktu: ");
    Serial.print(setWaktu);
    Serial.print(" Menit");
    Serial.print(" | ");

    Serial.print("setPoint: ");

```

```

Serial.print(setPoint);
Serial.print("°C");
Serial.print(" | ");

Serial.print("Suhu: ");
Serial.print(Suhu);
Serial.print("°C");
Serial.print(" | ");

Serial.print("Pemanas: ");
Serial.print(kondisiPemanas);
Serial.print(" | ");

Serial.print("Motor: ");
Serial.print(kondisiMotor);
Serial.print(" | ");

hours = totalMinutes / 60;
minutes = totalMinutes % 60;

Countdown = (hours < 10 ? "0" : "") + String(hours) + ":" + (minutes < 10 ? "0" : "") +
String(minutes) + ":" + (seconds < 10 ? "0" : "") + String(seconds);
Serial.print("Timer: ");
Serial.println(Countdown);

Serial.print("Data: ");
Serial.println(Data);

tulisData(namaFile, Data);

print = millis();
}
}
void sendSetWaktu(String var, int waktu) {
  Nextion.print(var + ".txt=\"); // t0 adalah ID text box di Nextion
  Nextion.print(waktu);
  Nextion.print(" Menit\");
  Nextion.write(0xff); // Kirim 3 byte untuk mengakhiri perintah Nextion
  Nextion.write(0xff);
  Nextion.write(0xff);
}

void sendSetPoint(String var, int suhu) {
  Nextion.print(var + ".txt=\"); // t0 adalah ID text box di Nextion
  Nextion.print(suhu);
  Nextion.write(0xB0);
  Nextion.print("C\");
  Nextion.write(0xff); // Kirim 3 byte untuk mengakhiri perintah Nextion
  Nextion.write(0xff);
  Nextion.write(0xff);
}

void displaySuhu(String var, String text) {
  Nextion.print(var + ".txt=\"); // t0 adalah ID text box di Nextion

```

```

    Nextion.print(text);
    Nextion.write(0xB0);
    Nextion.print("C\\");
    Nextion.write(0xff); // Kirim 3 byte untuk mengakhiri perintah Nextion
    Nextion.write(0xff);
    Nextion.write(0xff);
}

void displayTimer(String var, String text) {
    Nextion.print(var + ".txt=\\"); // t0 adalah ID text box di Nextion
    Nextion.print(text);
    Nextion.print("\\");
    Nextion.write(0xff); // Kirim 3 byte untuk mengakhiri perintah Nextion
    Nextion.write(0xff);
    Nextion.write(0xff);
}

void displayGrafik(String cmd, String val) {
    Nextion.print(cmd);
    Nextion.print(val);
    Nextion.write(0xff);
    Nextion.write(0xff);
    Nextion.write(0xff);
}

void setupSDCard() {
    if (!SD.begin(chipSelect)) {
        Serial.println("Kartu SD tidak ditemukan atau gagal diinisialisasi.");
        return;
    }
    Serial.println("Kartu SD siap!");
}

void tulisData(String filename, String text) {
    File dataFile = SD.open(filename, FILE_WRITE);

    if (dataFile) {
        dataFile.println(text);
        dataFile.close();
        Serial.println("Data berhasil ditambahkan ke file.");
    } else {
        Serial.println("Gagal membuka file.");
    }
}

void bacaData(const char* filename) {
    File dataFile = SD.open(filename);

    if (dataFile) {
        Serial.println("Membaca file:");
        while (dataFile.available()) {
            String line = dataFile.readStringUntil('\n');
            Serial.println(line);
        }
        dataFile.close();
    } else {

```

```

    Serial.println("Gagal membuka file.");
}
}

int countLines(const char* filename) {
    int lineCount = 0;
    File dataFile = SD.open(filename);

    if (dataFile) {
        while (dataFile.available()) {
            dataFile.readStringUntil('\n');
            lineCount++;
        }
        dataFile.close();
    } else {
        Serial.println("Gagal membuka file.");
    }

    return lineCount;
}

float nilaiSuhu() {
    // Menghitung suhu dari resistansi yang diperoleh
    float suhu = thermo.temperature(RNOMINAL, RREF);
    return suhu;
}

```

BIODATA PENULIS



Furqan Rahmadhana, lahir di Pekanbaru pada tanggal 18 November 2001, merupakan seorang mahasiswa di Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada tahun 2021-2025. Aktif dalam mengembangkan ilmu *hardskill* dan *softskill*. Selama menjadi mahasiswa, saya aktif mengikuti berbagai kegiatan organisasi dan kepanitiaan. Saya pernah menjadi *staff liaison officer* dalam kegiatan *Instrumentation Festival* (INFEST) periode 2021–2022. Pada tahun yang sama, saya juga menjadi *staff event* dalam FORMITS x ILITS 2022 (IRITS). Sejak 2022 hingga saat ini, saya dipercaya menjadi asisten laboratorium di *Safety Instrumented System Laboratory*, dan menjabat sebagai Koordinator *Intraining* dalam INFEST 2022–2023.

Saya juga aktif mengikuti berbagai kompetisi ilmiah dan kepenulisan. Tahun 2022, saya mendapatkan beasiswa dari Pemerintah Provinsi Riau. Di tahun yang sama, saya berpartisipasi dalam Program Kreativitas Mahasiswa, *Essay Contest* Nasional Angkring Sinau, dan beberapa lomba karya tulis ilmiah lainnya seperti di ajang GKTi-KTi UINSA (Juara 2), ERIC 5, *Investry Essay Competition* (Insacom), dan *Society 5.0 Scientific Papers* sebagai finalis. Saya juga berpartisipasi dalam Olimpiade Vokasi Indonesia selama dua tahun berturut-turut (2022 dan 2023). Tahun 2023, saya berhasil meraih pendanaan dan menjadi finalis dalam Program Kreativitas Mahasiswa (PIMNAS 36) serta *ITS Youth Technopreneur Training*.

Kini penulis merupakan mahasiswa tingkat akhir di Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember telah menyelesaikan laporan proyek akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Sistem Pengendalian Temperatur Pada Proses Pengeringan (Dehydrator) Kentang Tipe Rotary Cylinder**”. Penulis mengucapkan terimakasih dan rasa syukur sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah ikut serta membantu dalam proses pelaksanaan kegiatan proyek akhir.