



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM KONTROL SUHU PADA REFLOW OVEN

BERBASIS PID

Sub Judul:

Implementasi Kontrol PID Ziegler – Nichols II pada Reflow Oven

SKRIPSI

Syanyazka Raniah Irawan

4317020018

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2021



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM KONTROL SUHU PADA REFLOW OVEN

BERBASIS PID

Sub Judul:

Implementasi Kontrol PID Ziegler – Nichols II pada Reflow Oven

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Terapan

Syanyazka Raniah Irawan

4317020018

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Syanyazka Raniah Irawan

NIM : 4317020018

Tanda Tangan :



Tanggal : 25 Agustus 2021



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir Diajukan Oleh :
Nama : Syanyazka Raniyah Irawan
NIM : 4317020018
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Implementasi Kontrol PID Ziegler – Nichols II
pada Reflow Oven

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 02 Agustus 2021 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing : Drs. Syafrizal Syarif, S.T., M.T.
NIP. 19590508 198603 1002

Depok, 25 Agustus 2021

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Danaryani, M.T.

NIP. 19630503 199103 2 001



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini diberi judul “Implementasi Kontrol PID Ziegler – Nichols II pada Reflow Oven”. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, tidak mudah untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sri Danaryani, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Rika Novita, S.T, M.T, selaku Kepala Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Drs, Syafrizal Syarief, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaganya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir sampai selesai;
4. Muhammad Amien Ridho Wicaksono, selaku teman satu tim Tugas Akhir yang telah mendukung, membantu, dan memotivasi dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini;
5. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
6. Teman-teman IKI-17 yang telah banyak membantu penulis dan menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap segala bantuan kebaikan dari semua pihak yang membantu akan terbalaskan oleh Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu instrumentasi dan kontrol industri dalam bidang sistem kontrol.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Implementasi Kontrol PID Ziegler – Nichols II pada Reflow Oven

Abstrak

Reflow oven merupakan salah satu mesin yang digunakan dalam SMT (Surface Mount Technology) yang juga bekerja dengan prinsip melelehkan pasta solder dan kemudian memadatkannya kembali agar komponen-komponen SMD (Surface Mount Device) dapat terpasang pada PCB (Printed Circuit Board). Proses reflow yang terdapat di dalam reflow oven ini dapat dibagi menjadi empat bagian yaitu preheat, soak, reflow, dan cooling dengan memiliki setpoint suhu yang berbeda-beda tergantung dari jenis solder pasta yang digunakan. Pada sistem reflow oven ini, dapat digunakan tiga jenis solder pasta yaitu $\text{Sn}_{63}\text{Pb}_{37}$, $\text{Sn}_{42}\text{Bi}_{58}$, dan $\text{Sn}_{96.5}\text{Ag}_3\text{Cu}_{0.5}$. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan antara Kontrol PID Ziegler – Nichols II dengan Tyreus – Luyben. Dari hasil pengujian tiga tipe kontroler yaitu kontrol P, PI, dan PID menggunakan Ziegler – Nichols II, dapat diketahui bahwa kontrol PID menghasilkan respon yang lebih stabil dengan overshoot yang lebih kecil yaitu untuk solder pasta $\text{Sn}_{63}\text{Pb}_{37}$ bernilai 1,77%, $\text{Sn}_{42}\text{Bi}_{58}$ 2,17%, dan $\text{Sn}_{96.5}\text{Ag}_3\text{Cu}_{0.5}$ 1,12%. Lalu, berdasarkan hasil pengujian keseluruhan mode reflow untuk ketiga jenis solder pasta yang digunakan, dengan metode Ziegler – Nichols II lebih cepat mencapai setpoint puncak pre-heat dan reflow dibandingkan dengan Tyreus – Luyben, namun memiliki overshoot yang lebih besar dari Tyreus – Luyben.

Kata Kunci: Kontrol Suhu, PID, Reflow Oven, Tyreus – Luyben, Ziegler – Nichols

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Abstract

Reflow oven is a machine that have been used for SMT (Surface Mount Technology) and also works with the principle of melting the solder paste and condense it again so the SMD (Surface Mount Device) will mounted properly on the PCB (Printed Circuit Board). Reflow process in reflow oven can be divided into four zones, there are preheat, soak, reflow, and cooling with different temperature setpoint depends on composition of the solder paste. This reflow oven device have 3 kind of solder pasta mode which is $Sn_{63}Pb_{37}$, $Sn_{42}Bi_{58}$, and $Sn_{96.5}Ag_3Cu_{0.5}$. In this research, a comparison between Ziegler – Nichols II and Tyreus – Luyben method have been done. From the test results of P, PI, and PID control, it is known that PID controller gave a better response that more stable with overshoot 1,77% for $Sn_{63}Pb_{37}$, 2,17%, for $Sn_{42}Bi_{58}$ and 1,12% for $Sn_{96.5}Ag_3Cu_{0.5}$. And then from the overall test results reflow mode of that three types solder paste, the Ziegler – Nichols II method has a faster response to reach the setpoint of pre-heat and peak of reflow zone in compare to Tyreus – Luyben method, but still has more overshoot than Tyreus – Luyben.

Keywords: PID, Reflow Oven, Temperature Control, Tyreus – Luyben, Ziegler – Nichols

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Reflow Oven	4
2.3 Profil Pasta Solder	5
2.4 Kendali PID	8
2.4.1 Kontrol Proporsional	9
2.4.2 Kontrol Integral	10

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.3	Kontrol Diferensial.....	11
2.5	Metode Osilasi Ziegler-Nichols	12
2.6	Sensor Thermocouple	14
2.7	MAX6675.....	16
2.8	Arduino Mega 2560.....	17
2.9	Solid State Relay	18
2.10	TFT LCD	19
2.11	Tubular Heater.....	19
2.12	Exhaust Fan	20
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....		21
3.1	Rancangan Alat	21
3.1.1	Deskripsi Alat	22
3.1.2	Cara Kerja Alat	23
3.1.3	Spesifikasi Alat	24
3.1.4	Diagram Blok.....	25
3.2	Realisasi Alat.....	27
3.2.1	Kontrol PID.....	27
3.2.2	Deskripsi Program PID	28
3.2.3	Pemrograman PID pada Arduino IDE	28
3.2.4	Deskripsi Program Penyimpanan Data	30
3.2.5	Pemrograman Penyimpanan Data pada Labview	31
BAB IV PEMBAHASAN.....		33
4.1	Pengujian Mencari Nilai Tuning PID Solder Paste Sn ₆₃ Pb ₃₇	33
4.1.1	Deskripsi Pengujian	33
4.1.2	Prosedur Pengujian	33
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	34



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.4	Analisa Hasil Pengujian	36
4.2	Pengujian Mencari Nilai Tuning PID Solder Pasta Sn ₄₂ Bi ₅₈	39
4.2.1	Deskripsi Pengujian	39
4.2.2	Prosedur Pengujian	39
4.2.3	Data Hasil Pengujian.....	40
4.2.4	Analisa Hasil Pengujian	43
4.3	Pengujian Mencari Nilai Tuning PID Solder Pasta Sn _{96.5} Ag ₃ Cu _{0.5}	45
4.3.1	Deskripsi Pengujian	45
4.3.2	Prosedur Pengujian	45
4.3.3	Data Hasil Pengujian.....	47
4.3.4	Analisa Hasil Pengujian	49
4.4	Pengujian Sistem Reflow Oven.....	51
4.4.1	Deskripsi Pengujian	51
4.4.2	Prosedur Pengujian	52
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	53
4.4.4	Analisa Hasil Pengujian	63
BAB V	PENUTUP.....	69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN.....		73



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Reflow Sn ₆₃ Pb ₃₇	6
Gambar 2.2 Grafik Reflow Sn ₄₂ Bi ₅₈	7
Gambar 2.3 Grafik Reflow Sn _{96.5} Ag ₃ Cu _{0.5}	8
Gambar 2.4 Diagram Blok Kendali PID.....	9
Gambar 2.5 Blok Diagram Kontroler Proportional.....	10
Gambar 2.6 Blok Diagram Kontrol Integral.....	11
Gambar 2.7 Blok Diagram Kontrol Derivative.....	12
Gambar 2.8 Kurva Sustained Oscillation.....	13
Gambar 2.9 Karakteristik keluaran suatu sistem dengan penambahan Kp.....	14
Gambar 2.10 Skema Pengukuran dengan Termokopel.....	15
Gambar 2.11 MAX6675.....	16
Gambar 2.12 Arduino Mega 2560.....	17
Gambar 2.13 Solid State Relay (SSR).....	18
Gambar 2.14 Rangkaian Solid State Relay.....	18
Gambar 2.15 TFT LCD.....	19
Gambar 2.16 Tubular Heater.....	20
Gambar 2.17 Exhaust Fan.....	20
Gambar 3.1 Flowchart Perancangan Alat.....	21
Gambar 3.2 Deskripsi Kontrol Oven Reflow.....	22
Gambar 3.3 Diagram Alir Cara Kerja Alat.....	23
Gambar 3.4 Blok Diagram Sistem.....	25
Gambar 3.5 Diagram Blok Kontrol.....	26
Gambar 3.6 Diagram Alir Program PID.....	28
Gambar 3.7 Diagram Alir Penyimpanan Data pada Labview.....	30
Gambar 3.8 Front Panel Penyimpanan Data pada Labview.....	31
Gambar 3.9 Blok Diagram Penyimpanan Data pada Labview.....	32
Gambar 4.1 Grafik Kcr 75 Setpoint 225.....	34
Gambar 4.2 Grafik Kontrol P Setpoint 225.....	35
Gambar 4.3 Grafik Kontrol PI Setpoint 225.....	35
Gambar 4.4 Grafik Kontrol PID Setpoint 225.....	36
Gambar 4.5 Grafik Kcr 75 Setpoint 170.....	41
Gambar 4.6 Grafik Kontrol P Setpoint 170.....	41
Gambar 4.7 Grafik Kontrol PI Setpoint 170.....	42
Gambar 4.8 Grafik Kontrol PID Setpoint 170.....	42
Gambar 4.9 Grafik Kcr 75 Setpoint 170.....	47
Gambar 4.10 Kontrol P Setpoint 240.....	47
Gambar 4.11 Kontrol PI Setpoint 240.....	48
Gambar 4.12 Kontrol PID Setpoint 240.....	48
Gambar 4.13 Grafik Pengujian Heater tanpa Kontrol.....	54
Gambar 4.14 Grafik Data Pengujian Mode Reflow Solder Pasta Sn ₆₃ Pb ₃₇	56
Gambar 4.15 Komponen SMD dan PCB sebelum melalui proses Reflow Oven dengan Solder Pasta Sn ₆₃ Pb ₃₇	56
Gambar 4.16 Hasil Penyolderan dengan Solder Pasta Sn ₆₃ Pb ₃₇	57
Gambar 4.17 Grafik Data Pengujian Mode Reflow Solder Pasta Sn ₄₂ Bi ₅₈	59

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.18 Komponen SMD dan PCB sebelum melalui proses Reflow Oven dengan Solder Pasta Sn42Bi58	59
Gambar 4.19 Hasil Penyolderan dengan Solder Pasta Sn42Bi58	60
Gambar 4.20 Grafik Data Pengujian Mode Reflow Solder Pasta Sn96.5Ag3Cu0.5	61
Gambar 4.21 Komponen SMD dan PCB sebelum melalui proses Reflow Oven dengan Solder Pasta Sn96.5Ag3Cu0.5	62
Gambar 4.22 Hasil Penyolderan dengan Solder Pasta Sn96.5Ag3Cu0.5	62
Gambar 4.23 Grafik Perbandingan Solder Pasta Sn63Pb37	65
Gambar 4.24 Grafik Perbandingan Solder Pasta Sn42Bi58.....	66
Gambar 4.25 Grafik Perbandingan Solder Pasta Sn96.5Ag3Cu0.5.....	67



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Pasta Solder Sn63Pb37	6
Tabel 2.2 Karakteristik Reflow Sn42Bi58	7
Tabel 2.3 Karakteristik Reflow Sn96.5Ag3Cu0.5	8
Tabel 2.4 Tanggapan sistem kontrol PID terhadap perubahan parameter	9
Tabel 2.5 Aturan Kedua Ziegler – Nichols	14
Tabel 2.6 Spesifikasi Arduino Mega 2560	17
Tabel 4.1 Nilai Kcr dan Pcr Sn63Pb37	36
Tabel 4.2 Nilai Kp, Ti, dan Td Sn63Pb37	37
Tabel 4.3 Nilai Parameter PID Sn63Pb37	37
Tabel 4.4 Nilai Kcr dan Pcr Sn42Bi58	43
Tabel 4.5 Nilai Kp, Ti, dan Td Sn42Bi58	43
Tabel 4.6 Nilai Parameter PID Sn42Bi58	44
Tabel 4.7 Nilai Kcr dan Pcr Sn96.5Ag3Cu0.5	49
Tabel 4.8 Nilai Kp, Ti, dan Td Sn96.5Ag3Cu0.5	49
Tabel 4.9 Nilai Parameter PID Sn96.5Ag3Cu0.5	50
Tabel 4.10 Data Pengujian Heater tanpa Kontrol	53
Tabel 4.11 Data Pengujian Mode Reflow Solder Pasta Sn63Pb37	54
Tabel 4.12 Data Pengujian Mode Reflow Solder Pasta Sn42Bi58	57
Tabel 4.13 Data Pengujian Mode Reflow Solder Pasta Sn96.5Ag3Cu0.5	60
Tabel 4.14 Tabel Perbandingan Kenaikan Suhu Mode Reflow Solder Pasta Sn63Pb37 dengan Kontrol PID Ziegler – Nichols II	63
Tabel 4.15 Tabel Perbandingan Kenaikan Suhu Mode Reflow Solder Pasta Sn42Bi58 dengan Kontrol PID Ziegler – Nichols II	63
Tabel 4.16 Tabel Perbandingan Kenaikan Suhu Mode Reflow Solder Pasta Sn96.5Ag3Cu0.5 dengan Kontrol PID Ziegler – Nichols II	64
Tabel 4.17 Perbandingan Kenaikan Suhu Rata-rata Sn63Pb37	65
Tabel 4.18 Perbandingan Kenaikan Suhu Rata-rata Sn42Bi58	66
Tabel 4.19 Perbandingan Kenaikan Suhu Rata-rata Sn96.5Ag3Cu0.5	67

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup.....	73
Lampiran 2. Tabel Hasil Pengujian.....	74
Lampiran 3. Program Arduino IDE	86
Lampiran 4. Foto Alat Reflow Oven.....	120
Lampiran 5. Datasheet Arduino Mega 2560	122
Lampiran 6. Datasheet Sn ₄₂ Bi ₅₈	123
Lampiran 7. Datasheet Sn _{96.5} Ag ₃ Cu _{0.5}	124
Lampiran 8. Datasheet SSR	125



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritikan atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi tentu semakin mempermudah pekerjaan manusia, salah satunya yaitu adanya teknologi SMT (*Surface Mount Technology*) di bidang elektronika. SMT merupakan metode untuk membuat papan sirkuit elektronik dengan memasang atau menempatkan komponen SMD (*Surface Mounted Device*) langsung ke permukaan PCB (Pambudi, dkk. 2017). Dari segi ukuran, dapat diketahui bahwa komponen SMD lebih kecil dari komponen pada umumnya sehingga menyebabkan penyolderan sulit dilakukan dan beresiko melukai tangan jika menggunakan solder konvensional.

Salah satu cara untuk memasang komponen SMD yaitu dengan menggunakan solder uap. Pemakaian solder uap dalam pemasangan komponen SMD dibutuhkan ketelitian, ketepatan, dan kesabaran karena membutuhkan waktu yang cukup lama. Komponen juga dikhawatirkan akan mengalami kerusakan ataupun *overheating* jika pemasangan dilakukan oleh teknisi yang kurang handal.

Metode lain untuk memasang komponen SMD yaitu dengan menggunakan *reflow oven*. *Reflow oven* merupakan salah satu mesin yang digunakan dalam SMT yang juga bekerja dengan prinsip melelehkan pasta solder dan memadatkannya kembali agar komponen SMD terpasang pada PCB. Proses *reflow* di dalam *reflow oven* dapat dibagi menjadi empat tahap yaitu *preheat*, *soak*, *reflow*, dan *cooling* (Esfandyari, dkk. 2017). Setiap tahap tersebut memiliki *setpoint* suhu yang berbeda tergantung jenis solder pasta yang digunakan. Menurut Illés, dkk (2020), saat ini yang paling sering digunakan adalah solder pasta berbahan dasar Sn-Ag-Cu dan yang merupakan favorit universal adalah SAC305 (Sn/Ag3/Cu0.5).

Pada penelitian sebelumnya, telah dibuat tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Reflow Oven menggunakan Dua Metode Kontrol” oleh Musthafa dan Erdrian (2019). Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pengontrolan suhu pada *reflow oven* menggunakan metode PID Ziegler – Nichols memiliki kestabilan yang lebih baik dalam mempertahankan nilai *setpoint* dibandingkan dengan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menggunakan kontrol logika fuzzy namun dengan error yang masih lebih besar (Musthafa dan Erdrian, 2019). Menurut Jati, dkk (2017), berdasarkan penelitiannya mengenai komparasi kendali untuk sistem AVR, didapatkan bahwa metode tuning PID Tyreus – Luyben menawarkan performansi yang lebih baik dibandingkan Ziegler – Nichols dan komparasi secara keseluruhan PID lebih unggul dari kendali logika fuzzy.

Berdasarkan hal tersebut, pembuatan sistem reflow oven akan merujuk pada penelitian sebelumnya, namun penelitian kali ini akan membandingkan respon yang dihasilkan menggunakan metode tuning PID Ziegler – Nichols II dan Tyreus – Luyben. Selain itu, akan ditambahkan jenis solder pasta lainnya yaitu $\text{Sn}_{96.5}\text{Ag}_3\text{Cu}_{0.5}$ dan melakukan penggantian serta penambahan daya *heater*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang diperoleh yaitu:

- 1) Bagaimana membuat perancangan sistem kontrol suhu pada oven reflow agar sesuai dengan grafik karakteristik *reflow* pada jenis solder pasta $\text{Sn}_{63}\text{Pb}_{37}$, $\text{Sn}_{42}\text{Bi}_{58}$, $\text{Sn}_{96.5}\text{Ag}_3\text{Cu}_{0.5}$?
- 2) Bagaimana perbandingan grafik respon menggunakan metode tuning Ziegler – Nichols II dan Tyreus-Luyben yang digunakan untuk mengontrol suhu pada reflow oven?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang diinginkan dari penelitian ini yaitu mengetahui perbandingan respon dari hasil *tuning* PID dengan menggunakan metode Ziegler – Nichols II dan Tyreus – Luyben serta mencari metode tuning yang terbaik untuk sistem reflow oven ini.

1.4 Luaran

Luaran dari pembuatan skripsi ini yaitu sebagai laporan tugas akhir dari peneliti dan juga diharapkan alat *reflow oven* ini dapat digunakan oleh mahasiswa-mahasiswi Teknik Elektro - Politeknik Negeri Jakarta sebagai alat pembelajaran



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

untuk mengenal teknologi SMT dan dapat melakukan praktik *soldering* komponen SMD menggunakan *reflow oven* ini.

1.5 Batasan Masalah

- Data suhu awal sistem yang digunakan yaitu $40^{\circ}\text{C} - 40,5^{\circ}\text{C}$
- Pengujian alat dibatasi pada jenis solder pasta Sn63Pb37, Sn42Bi58, dan Sn3Ag0.5Cu96.5
- Pengujian dan analisa perbandingan kontrol P, PI, dan PID dibatasi pada *setpoint* puncak reflow masing-masing solder pasta
- Parameter yang digunakan yaitu suhu dan waktu
- Pada skripsi ini tidak membahas komponen dan rangkaian SMD yang digunakan untuk pengujian
- Skripsi ini bersifat penelitian, sehingga luaran yang didapatkan belum sempurna dan masih bisa dikembangkan.

Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan nalisa yang sudah dilakukan yaitu:

- Perancangan sistem kontrol suhu reflow oven dengan menggunakan kontrol PID Ziegler – Nichols II menghasilkan perhitungan untuk tiga tipe kontrol yaitu P, PI, dan PID. Namun, hanya kontrol PID yang menghasilkan respon yang stabil dengan *overshoot* 1,77% untuk Sn₆₃Pb₃₇, 2,17% untuk Sn₄₂Bi₅₈, dan 1,12% untuk Sn_{96.5}Ag₃Cu_{0.5}, sedangkan kontrol P dan PI menghasilkan respon yang tidak stabil dan masih berosilasi.
- Penerapan kontrol PID Ziegler-Nichols II dan Tyreus-Luyben pada sistem *reflow oven* dapat mengontrol suhu di dalam oven sesuai dengan prinsip *reflow*.
- Dengan penambahan daya pada *heater* membuktikan oven dapat memanaskan suhu lebih cepat dibandingkan dengan memakai *heater* yang sebelumnya tetapi belum cukup untuk mencapai suhu ideal. *Heater* dengan daya 1500watt memiliki tingkat kenaikan suhu sebesar 0.8215°C/s.
- Kontrol PID Tyreus - Luyben dapat mengurangi *overshoot* lebih baik dan memiliki error yang lebih kecil pada saat mencapai puncak zona *reflow*, sedangkan kontrol PID Ziegler – Nichols II memiliki waktu yang lebih cepat untuk mencapai puncak *preheat* dan *reflow*.
- Komponen SMD dan PCB dapat terpasang dengan baik menggunakan *reflow oven* dengan solder pasta Sn₆₃Pb₃₇, Sn₄₂Bi₅₈, Sn_{96.5}Ag₃Cu_{0.5}. Namun, walaupun Sn_{96.5}Ag₃Cu_{0.5} dianggap solder pasta favorit universal, solder pasta ini lebih sulit untuk diaplikasikan dibandingkan Sn₆₃Pb₃₇ dan Sn₄₂Bi₅₈ karena memiliki tekstur yang lebih berpasir dan lebih padat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat meningkatkan dan membuat alat reflow oven ini menjadi lebih baik, maka dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- Melakukan penggantian *heater* dengan daya yang lebih besar agar dapat memenuhi kondisi ideal
- Menambahkan mode untuk penyolderan *double layer*





DAFTAR PUSTAKA

- Baluch, Dosten dan Gerard Minogue. 2007. *Fundamentals of Solder Paste Technology*. Abingdon: BizEsp Limited.
- Erdrian, Auddyne Halyfah dan Levy Musthafa. 2019. Rancang Bangun Reflow Oven dengan Dua Metode Kontrol. *Teknik Instrumentasi dan Kontrol Industri. Teknik Elektro. Politeknik Negeri Jakarta*.
- Esfandyari, Alireza, dkk. 2017. Simulation, optimization, and experimental verification of the over-pressure reflow soldering process. *10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, 565.
- Ferdiansyah Denny S, Gigih Prabowo, Sutedjo. 2011. Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 ϕ dengan Kontrol PID melalui Metode Field Oriented Control (FOC) (Rectifier, Inverter, Sensor arus dan Sensor tegangan). *EEPIS Final Project*.
- Gembong Edhi S., Eko wijn, Wijaya Kurniawan. 2015. Sistem Kendali Ketinggian Quadcopter menggunakan PID. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, Volume 2(2), 125-131.
- Husnaini, Irma dan Krismadinata. 2017. Komparasi Pengendali PI dan PID untuk Tegangan Keluaran Konverter Buck. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Volume 6(3)*, 143-151.
- Jati, Pamungkas., dkk. 2017. Simulasi Kendali Proportional Integral Derivative dan Logika Fuzzy pada sistem eksitasi automatic voltage regulator dengan Simulink Matlab. *Jurnal UNNES, Volume 1(1)*, 93 – 98.
- Katsuhiko, O. 1990. *Modern Control Engineering*, Fifth Edition. New Jersey: Practice Hall.
- Keens, Michael. A *Guide to Reflow Soldering*. United Kingdom, Texcel Technology.
- Kusnadi, A. Damar Aji, Edwin Adi E.N. 2018. Analisa Metode PID pada Plant *Water Heater* dengan Karakteristik FOPDT (*First Orde Plus Dead Time*). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Volume 3*, 151 – 157.
- Megido, Adiel dan Eko Ariyanto. 2017. Sistem Kontrol Suhu Air menggunakan Pengendali PID dan Volume Air pada Tangki Pemanas Air berbasis Arduino UNO. *Gema Teknologi, Volume 19(2)*, 21 – 28.
- Meriadi, Selamat Meliala, dan Muhammad. 2018. Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengering Biji Coklat dengan Wadah Putar menggunakan Pemanas Listrik. *Jurnal Energi Elektrik, Volume 7(2)*, 47 – 53.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

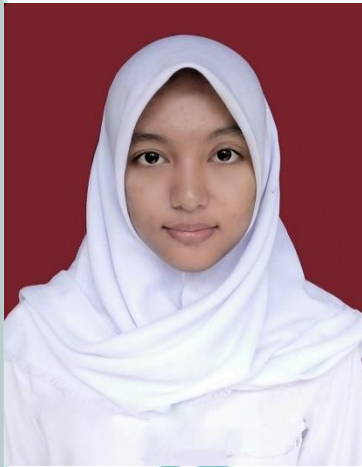
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Muhardian, Reza dan Krismadinata. 2020. Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic. *Jurnal Nasional Teknik Elektro, Volume 6(3)*, 329.
- Pambudi, Arnoldus J.K, Farkhad I.H, dan Muhammad Iqbal A. 2017. *Development of Low-Cost Reflow Oven for SMT Assembly. International Symposium on Electronics and Smart Devices*, 51 – 56.
- Petruzella, Frank D. *Elektronik Industri*. Yogyakarta: Andi, 2001.
- Popong Effendrik. Gatot Joelianto. Hari Sucipto. 2014. Karakterisasi Thermocouple dengan menggunakan Perangkat Lunak MATLAB – Simulink. *Jurnal ELTEK, Volume 12(01)*, 133 – 145.
- Priansyah, Rivaldi dan Asep Miftahul M. 2016. Single Axis Quadcopter menggunakan Proporsional Integral Derivative (PID) berbasis LabView *Jurnal TELEKONTRAN, Volume 4(2)*, 47 – 58.
- Rosman, A. 2018. Perancangan Termokopel Berbahan Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) Untuk Sensor Temperatur. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences, Volume 4(2)*, 120 - 127.
- Santoso, Hadi dan Ruslim. 2019. Pembuatan Termokopel Berbahan Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu) Sebagai Sensor Temperatur Pembuatan Termokopel Berbahan Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu) Sebagai Sensor Temperatur. *Indonesian Journal of Fundamental Science (IJFS), Volume 5(1)*, 59 – 66.
- Setiawan, Bagus I. 2013. Perancangan Robot Auto Line Follower Yang Menerapkan Metode Osilasi Ziegler – Nichols Untuk Tuning Parameter PID pada Kontes Robot Indonesia. *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya*.
- STlife.augmented TN1224 Rev-2 2019, STMicroelectronics.
- Wereszczak AA, Chen BR, Oistad BA. 2018. Reflow-Oven Processing of Pressureless Sintered-Silver Interconnects. *Journal of Materials Processing Technology*. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2018.01.001.
- Wijaya, Candra Eka dkk. 2011. Auto Tuning PID berbasis Metode Osilasi Ziegler – Nichols menggunakan Mikrokontroler AT89S52 pada Pengendalian Suhu. *Teknik Elektro, Universitas Diponegoro*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup



Penulis bernama Syanyazka Raniah Irawan. Lahir di Jakarta pada tanggal 29 Juni 1999. Latar belakang Pendidikan formal yang telah dijalani penulis yaitu Sekolah Dasar (SD) di SDSN Pekayon 018 Pagi (2005 – 2011), kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 09 Jakarta (2011 – 2014), dan melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 99 Jakarta (2014 – 2017). Lalu, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perkuliahan untuk mengambil gelar Sarjana Terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (2017 – sekarang).

LAMPIRAN

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Tabel Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil Pengujian Kontrol Proporsional 75 – Setpoint 225 (Sn₆₃Pb₃₇)

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	35,75
2	36
3	36
4	36,25
5	37
...	...
668	237,25
669	237,75
670	237,75
671	237,5
672	237,75
673	237,75
674	237,75
675	238,25
676	238,25
...	...
870	237,75
871	238
872	237,75
873	237,75
874	238
875	238,25
876	238
...	...

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kontrol P – Setpoint 225 (Sn₆₃Pb₃₇)

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	40
2	40
3	40,5
4	41
5	41
...	...
193	223,2
194	224,2
195	224,7
196	226,2
197	226,7
...	...
244	252,2
245	252
246	252,2
247	252,5
248	251,5
...	...
482	234,5
483	234,7
484	235
485	234,7
486	234,2
...	...
608	216,2
609	216,7
610	217,2
611	217
612	217
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kontrol PI – Setpoint 225 (Sn₆₃Pb₃₇)

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	40,5
2	40,75
3	41,25
4	41,5
5	42
...	...
195	221
196	222,5
197	223,5
198	224,2
199	225,7
...	...
252	258
253	258,2
254	258,5
255	258,7
256	258,7
...	...
410	217,7
411	218
412	218
413	218
414	218,2
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Kontrol PID – Setpoint 225 (Sn₆₃Pb₃₇)

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	40,5
2	40,75
3	41
4	41,5
5	41,25
...	...
212	149,5
213	149,7
214	150
215	150,5
216	150,2
...	...
587	225
588	225,2
589	226
590	226
591	225,5
592	226
593	226,5
594	226,7
595	226,7
596	227,2
597	228
598	228,5
599	228,7
600	229
...	...
782	227,5
783	227,5
784	227,7
785	227,5
786	227,7
787	227,5
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 5. Hasil Pengujian Kontrol Proporsional 75 – Setpoint 170 (Sn₄₂Bi₅₈)

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	34
2	34,25
3	34,5
4	35
5	34,75
...	...
1389	182,2
1390	182
1391	182,2
1392	182,2
1393	182,5
1394	182,7
1395	182,5
...	...
1656	181,7
1657	182,2
1658	182,5
1659	182,2
1660	182,5
1661	182,5
1662	182,5
1663	182,7
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Kontrol P – Setpoint 170 (Sn₄₂Bi₅₈)

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	40
2	40,25
3	41
4	40,75
5	41,5
...	...
143	167,7
144	168,7
145	170
146	171,5
147	172,5
...	...
207	205
208	205
209	206
210	206,2
211	206
...	...
518	181
519	181,7
520	181,5
521	181,5
522	181,7
523	181,2
...	...
682	164,5
683	163,7
684	164
685	164
686	164,2
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Kontrol PI – Setpoint 170 (Sn₄₂Bi₅₈)

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	40
2	40,25
3	41
4	40,75
5	41,5
...	...
149	167,7
150	169
151	170
152	171,5
153	172,2
...	...
221	209
222	209,5
223	210
224	210,2
225	209,7
...	...
554	186
555	186,2
556	186
557	186,2
558	186
559	185,7
...	...
713	166,7
714	167,2
715	167,2
716	167,7
717	167
718	167,5
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Kontrol PID – Setpoint 170 (Sn₄₂Bi₅₈)

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	40,5
2	40,25
3	41
4	41
5	41,25
...	...
410	169,5
411	169,2
412	170,2
413	169,7
414	170,5
...	...
427	173
428	173,2
429	173,5
430	173,7
431	173,5
...	...
450	172,7
451	173
452	173,2
453	173
454	173
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 9. Hasil Pengujian Kontrol Proporsional 35 – Setpoint 240 (Sn_{96.5}Ag₃Cu_{0.5})

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	32,25
2	32,75
3	32,75
4	33
5	33
...	...
890	250
891	250,2
892	250,2
893	250
894	250,2
895	250
896	250,7
897	250,5
898	250,5
899	250,2
...	...
1086	250,2
1087	250,2
1088	250,7
1089	250,5
1090	250,5
1091	250,5
1092	250,2
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 10. Data Hasil Pengujian Kontrol P – Setpoint 240 (Sn_{96.5}Ag₃Cu_{0.5})

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	40
2	40,25
3	40,5
4	41
5	41,75
...	...
191	238,5
192	239,7
193	240,7
194	241,5
195	243,2
...	...
239	264,2
240	264,5
241	263,7
242	264,5
243	264
...	...
496	246,2
497	246,5
498	246,2
499	245,7
500	246,2
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 11. Data Hasil Pengujian Kontrol PI – Setpoint 240 (Sn_{96.5}Ag₃Cu_{0.5})

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	40
2	40,25
3	40,25
4	41,25
5	41,5
...	...
193	238
194	239,2
195	240,5
196	242
197	242,5
...	...
249	279
250	279,2
251	279,7
252	279,5
253	279,2
...	...
859	252
860	252,2
861	252,2
862	252,5
863	252,7
864	252,7
865	252,5
866	252,7
867	252,5
868	253
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 12. Data Hasil Pengujian Kontrol PID – Setpoint 240 (Sn_{96.5}Ag₃Cu_{0.5})

Waktu (s)	Suhu (°C)
1	40
2	40,25
3	40,25
4	40,75
5	41,25
...	...
393	239,2
394	239,2
395	240
396	240,2
397	240,2
...	...
427	243
428	243,2
429	243,2
430	243,2
431	243,2
...	...
449	243,2
450	243
451	242,7
452	242,7
453	242,7
454	242,7
...	...



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Program Arduino IDE

```

/*****Include Library Device*****/
#include <Keypad.h>
#include <SPI.h>
#include <PID_v1.h> // https://github.com/br3ttb/Arduino-PID-Library/
/*****Library TFT
LCD*****/
#include <MCUFRIEND_kbv.h>
MCUFRIEND_kbv tft;

/*****Inisialisasi I/O dan Variabel Keypad Matrix*****/
const byte numRows = 4; //number of rows on the keypad
const byte numCols = 4; //number of columns on the keypad

//keymap defines the key pressed according to the row and columns just as appears on
the keypad
char keymap[numRows][numCols] =
{
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},
  {'7', '8', '9', 'C'},
  {'*', '0', '#', 'D'}
};

//Code that shows the the keypad connections to the arduino terminals
byte rowPins[numRows] = {23, 25, 27, 29 }; //Rows 0 to 3
byte colPins[numCols] = {31, 33, 35, 37}; //Columns 0 to 3

//initializes an instance of the Keypad class
Keypad button = Keypad(makeKeymap(keymap), rowPins, colPins, numRows, numCols);
/*****

/*****Inisialisasi State Sistem PID*****/
typedef enum REFLOW_STATE
{
  REFLOW_STATE_IDLE,
  REFLOW_STATE_PREHEAT,
  REFLOW_STATE_SOAK1,
  REFLOW_STATE_SOAK2,
  REFLOW_STATE_REFLOW,
  REFLOW_STATE_COOL,
  REFLOW_STATE_COMPLETE,
  REFLOW_STATE_TOO_HOT,
  REFLOW_STATE_ERROR
} reflowState_t;

typedef enum REFLOW_STATUS
{

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

REFLOW_STATUS_OFF,
REFLOW_STATUS_ON
} reflowStatus_t;

typedef enum SWITCH
{
    SWITCH_NONE,
    SWITCH_1,
    SWITCH_2
} switch_t;

typedef enum PRINT
{
    PRINT_OFF,
    PRINT_ON
} print_t;

// ***** CONSTANTS *****
#define TEMPERATURE_ROOM 40
#define TEMPERATURE_PREHEAT 150 // Preheat
#define TEMPERATURE_SOAK_HOLD 155
#define TEMPERATURE_SOAK_MAX 165
#define TEMPERATURE_REFLOW_SNPB 225 // Puncak
#define TEMPERATURE_COOL_MIN 40

#define TEMPERATURE_ROOM_2 40
#define TEMPERATURE_PREHEAT2 110 // Preheat
#define TEMPERATURE_SOAK_HOLD_2 120
#define TEMPERATURE_SOAK_MAX_2 140
#define TEMPERATURE_REFLOW_SNBI 170 // Puncak
#define TEMPERATURE_COOL_MIN_2 40

#define TEMPERATURE_ROOM_3 40
#define TEMPERATURE_PREHEAT3 130 // Preheat
#define TEMPERATURE_SOAK_HOLD_3 150
#define TEMPERATURE_SOAK_MAX_3 170
#define TEMPERATURE_REFLOW_SNAG 240 // Puncak
#define TEMPERATURE_COOL_MIN_3 40

#define SENSOR_SAMPLING_TIME 1000

// ***** PID PARAMETERS SN PB *****
// ***** PRE-HEAT STAGE *****
double PID_KP_PREHEAT = 60; // default 100
double PID_KI_PREHEAT = 0.41095; // default 0.025
double PID_KD_PREHEAT = 2190; // default 20
// ***** SOAKING STAGE *****
double PID_KP_SOAK = 60; // default 100
double PID_KI_SOAK = 0.41095; // default 0.025
double PID_KD_SOAK = 2190; // default 20

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// ***** REFLOW STAGE *****
double PID_KP_REFLOW = 45; // default 300
double PID_KI_REFLOW = 0.45226; //default 0.05
double PID_KD_REFLOW = 1119.38; // default 350
#define PID_SAMPLE_TIME 1000 //default 1000

// ***** PID PARAMETERS SN BI *****
// ***** PRE-HEAT STAGE *****
double PID_KP_PREHEAT2 = 90; // default 100
double PID_KI_PREHEAT2 = 0.54216; // default 0.025
double PID_KD_PREHEAT2 = 3735;// default 20
// ***** SOAKING STAGE *****
double PID_KP_SOAK2 = 90; // default 100
double PID_KI_SOAK2 = 0.54216; // default 0.025
double PID_KD_SOAK2 = 3735;// default 20
// ***** REFLOW STAGE *****
double PID_KP_REFLOW2 = 45; // default 300
double PID_KI_REFLOW2 = 0.33457249; //default 0.05
double PID_KD_REFLOW2 = 1513.13; // default 350
#define PID_SAMPLE_TIME 1000 //default 1000

// ***** PID PARAMETERS SN AG *****
// ***** PRE-HEAT STAGE *****
double PID_KP_PREHEAT3 = 90; // default 100
double PID_KI_PREHEAT3 = 0.59405; // default 0.025
double PID_KD_PREHEAT3 = 3404.25;// default 20
// ***** SOAKING STAGE *****
double PID_KP_SOAK3 = 90; // default 100
double PID_KI_SOAK3 = 0.59405; // default 0.025
double PID_KD_SOAK3 = 3404.25;// default 20
// ***** REFLOW STAGE *****
double PID_KP_REFLOW3 = 21; // default 300
double PID_KI_REFLOW3 = 0.21212; //default 0.05
double PID_KD_REFLOW3 = 519.75; // default 350
#define PID_SAMPLE_TIME 1000 //default 1000

double deltaPreheat, timePreheat;

/***** LCD MESSAGES *****/
const char* lcdMessagesReflowStatus[] = {
  "Start ",
  "Pre-heat",
  "Soak 1 ",
  "Soak 2 ",
  "Reflow ",
  "Cool ",
  "Complete",
  "Wait,hot",
  "Error "
};
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

char condition;
/*****/

/***** PIN ASSIGNMENT *****/
#define ssrPin 10 // Arduino pin D5
#define ssrPin1 11
#define ledRedPin 13 // LED on Arduino pin D6
#define switch1Pin 31 // Button1 on Arduino pin D2 (aka INT0)
#define ground_ssr1 12
#define ground_ssr2 13
#define MAX6675_CS 53
#define MAX6675_SO 50
#define MAX6675_SCK 52
#define ground_thermo 49
#define vcc_themo 48
#define buzz_vcc 41
#define buzz_gnd 47

/***** VARIABLES *****/
double setpoint, val, input, output, sp;
double kp = PID_KP_PREHEAT;
double ki = PID_KI_PREHEAT;
double kd = PID_KD_PREHEAT;
int windowSize;
unsigned long windowStartTime;
unsigned long windowStartTime2;
unsigned long nextCheck;
unsigned long nextRead;
unsigned long nextLCD;
unsigned long timerSoak;
unsigned long timerLCD;
unsigned long buzzerPeriod;
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 2000;
const long interval1 = 1000;
const long interval2 = 1000;
int WindowSize = 5000;
unsigned long previousMillis1 = 0;
unsigned long previousMillis2 = 0;

// Reflow oven controller state machine state variable
reflowState_t reflowState;
// Reflow oven controller status
reflowStatus_t reflowStatus;
// Switch debounce state machine state variable
//debounceState_t debounceState;
// Switch debounce timer
long lastDebounceTime;

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Switch press status
switch_t switchStatus;
// Seconds timer
print_t goprint;

unsigned int timerSeconds;
unsigned int timerSeconds2;

int roundSet; // variable for rounded-off setpoint temperature

// Specify PID control interface
PID reflowOvenPID(&input, &output, &setpoint, kp, ki, kd, DIRECT);

/*****Inisialisasi Warna TFT LCD Arduino*****/
#define BLACK 0x0000
#define BLUE 0x001H
#define RED 0xF800
#define GREEN 0x07E0
#define CYAN 0x07EE
#define MAGENTA 0xF81F
#define YELLOW 0xFFE0
#define WHITE 0xFFFF
/*****/

/*****Inisialisasi Variabel Menu*****/
const int menuSize = 3;
String menuItems[menuSize];
String actionItems[menuSize];
int currentMenu = 0;

const int controlSize = 3;
String controlItems[controlSize];
int currentMenu2 = 0;

typedef enum menu
{
  mainmenu,
  lcd_1,
  lcd_2,
  lcd_3,
  control
} menustatus_t;

menustatus_t menuStatus;
/*****/

boolean printcsv = true;

double readThermocouple() {
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

uint16_t v;
pinMode(MAX6675_CS, OUTPUT);
pinMode(MAX6675_SO, INPUT);
pinMode(MAX6675_SCK, OUTPUT);

digitalWrite(MAX6675_CS, LOW);
delay(1);

// Read in 16 bits,
// 15 = 0 always
// 14..2 = 0.25 degree counts MSB First
// 2 = 1 if thermocouple is open circuit
// 1..0 = uninteresting status

v = shiftIn(MAX6675_SO, MAX6675_SCK, MSBFIRST);
v <<= 8;
v |= shiftIn(MAX6675_SO, MAX6675_SCK, MSBFIRST);

digitalWrite(MAX6675_CS, HIGH);
if (v & 0x4)
{
  // Bit 2 indicates if the thermocouple is disconnected
  return NAN;
}

// The lower three bits (0,1,2) are discarded status bits
v >>= 3;

// The remaining bits are the number of 0.25 degree (C) counts
return v * 0.25;
}

void setup()
{
  /**Inisialisasi Pin Mode**/
  pinMode(ground_thermo, OUTPUT);
  pinMode(ground_ssr1, OUTPUT);
  pinMode(ground_ssr2, OUTPUT);
  pinMode(vcc_themo, OUTPUT);
  pinMode(ssrPin, OUTPUT);
  pinMode(ssrPin1, OUTPUT);
  pinMode(buzz_vcc, OUTPUT);
  pinMode(buzz_gnd, OUTPUT);

  digitalWrite(vcc_themo, HIGH);
  digitalWrite(ground_thermo, LOW);
  digitalWrite(ground_ssr1, LOW);
  digitalWrite(ground_ssr2, LOW);
  digitalWrite(buzz_gnd, LOW);

```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

/*Inisialisasi SSR agar OFF pada awal penyalaan*/
digitalWrite(ssrPin, LOW);
digitalWrite(ssrPin1, LOW);

float temperature_read = readThermocouple();

/*****/
/*Inisialisai Pembacaan Driver TFT LCD*/
uint16_t ID = tft.readID();
tft.begin(ID);
/*****/
/*Serial communication at 57600 bps*/
Serial.begin(57600);
/*****/

/*Variabel Waktu Untuk Sistem*/
// Set window size
windowSize = 1000;
// Initialize time keeping variable
nextCheck = millis();
// Initialize thermocouple reading variable
nextRead = millis();
/*****/
/*****State Menu Tampilan LCD*****/
menultems[0] = "Mode Sn-Pb";
menultems[1] = "Mode Sn-Bi";
menultems[2] = "Mode Sn-Ag";
MenuChanged();
}
/*****Program Sistem
PID*****/
void sistem_PID_Sn_Pb()
{
  /*****Waktu Sekarang*****/
  unsigned long now;

  /*Waktu Untuk Membaca Sensor Thermocouple*/
  if (millis() > nextRead)
  {
    /*Read thermocouple next sampling period*/
    nextRead += SENSOR_SAMPLING_TIME;
    /*Read current temperature*/
    input = readThermocouple();
  }
  /*****Mengecek Input Setelah Proses Berjalan*****/
  if (millis() > nextCheck)
  {
    /*****Cek Input dalam Beberapa Detik*****/
    nextCheck += 1000;
    /*****Jika Proses Reflow Berjalan ON*****/
  }
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

if (goprint == PRINT_ON)
{
  /******Menjalankan Timer Untuk Kurva
  Analisis*****/
  timerSeconds++;
  /***Mengirim Variabel Proses Melalui Serial Komunikasi***/

  Serial.print(input); // Temperature value from MAX31855
  Serial.print(",\t");
  Serial.print(sp); // Target temperature
  Serial.print(",\t");
  Serial.print(LcdMessagesReflowStatus[reflowState]);
  Serial.print(",\t");
  Serial.println(timerSeconds);

  /***Mengirim Variabel Proses Ke Tampilan TFT LCD Arduino*****/
  ready();
}
/* Reflow oven controller state machine*/

switch (reflowState)
{

case REFLOW_STATE_IDLE:
  /*Keadaan jika Suhu Oven diatas keadaan suhu ruang*/
  if (input >= TEMPERATURE_ROOM)
  {
    reflowState = REFLOW_STATE_TOO_HOT;
  }
  else
  {
    /*Kondisi Ketika Proses Reflow Oven Berjalan*/
    if (switchStatus == SWITCH_1)
    {
      /*Inisialisasi Waktu Pengirim serial pada saat proses dimulai*/
      timerSeconds = 0;
      /*Inisialisasi Waktu Mulai Kontrol PID*/
      windowStartTime = millis();
      /*Setpoint menuju proses minimal preheat dari proses Pemanasan*/

      // Tell the PID to range between 0 and the full window size
      reflowOvenPID.SetOutputLimits(0, windowSize);

      reflowOvenPID.SetTunings(PID_KP_PREHEAT, PID_KI_PREHEAT,
      PID_KD_PREHEAT);

      setpoint = TEMPERATURE_PREHEAT;
    }
  }
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

sp = 150;

reflowOvenPID.SetSampleTime(PID_SAMPLE_TIME);
// Turn the PID on

reflowState = REFLOW_STATE_PREHEAT;
}
}

break;

case REFLOW_STATE_PREHEAT:

reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
goprint = PRINT_ON;

if (input >= TEMPERATURE_PREHEAT) {
digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
}
if (timerSeconds >= 210){
digitalWrite(ssrPin1, LOW);
reflowOvenPID.SetTunings(PID_KP_SOAK, PID_KI_SOAK, PID_KD_SOAK);
setpoint = TEMPERATURE_SOAK_HOLD;
sp = 155;
reflowState = REFLOW_STATE_SOAK1;
}
break;

case REFLOW_STATE_SOAK1:

reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
if (input >= TEMPERATURE_SOAK_HOLD) {
digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
}
if (timerSeconds >= 280){
digitalWrite(ssrPin1, LOW);
setpoint = TEMPERATURE_SOAK_MAX;
sp = 165;
reflowState = REFLOW_STATE_SOAK2;
}
break;

case REFLOW_STATE_SOAK2:

reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
if (input >= TEMPERATURE_SOAK_MAX) {
digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
}
if (timerSeconds >= 285){
digitalWrite(ssrPin1, LOW);

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

reflowOvenPID.SetTunings(PID_KP_REFLOW, PID_KI_REFLOW, PID_KD_REFLOW);
setpoint = TEMPERATURE_REFLOW_SNPB;
sp = 225;
reflowState = REFLOW_STATE_REFLOW;
}
break;

case REFLOW_STATE_REFLOW:

reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
if (input >= (TEMPERATURE_REFLOW_SNPB - 7)){
reflowStatus = REFLOW_STATUS_OFF;
digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
// Proceed to cooling state
setpoint = TEMPERATURE_COOL_MIN;
sp = 40;
reflowState = REFLOW_STATE_COOL;
}
break;

case REFLOW_STATE_COOL:
// If minimum cool temperature is achieve

if (input <= TEMPERATURE_COOL_MIN)
{
digitalWrite(ssrPin1, LOW);
reflowState = REFLOW_STATE_COMPLETE;
}
break;

case REFLOW_STATE_COMPLETE:
goprint = PRINT_OFF;
switchStatus = SWITCH_NONE;
digitalWrite(buzz_vcc, HIGH);
break;

case REFLOW_STATE_TOO_HOT:
// If oven temperature drops below room temperature
if (input < TEMPERATURE_ROOM)
{
switchStatus = SWITCH_NONE;
}
break;

case REFLOW_STATE_ERROR:
// If thermocouple problem is still present
if (isnan(input))
{
// Wait until thermocouple wire is connected

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

    reflowState = REFLOW_STATE_ERROR;
  }
  else
  {
    // Clear to perform reflow process
    reflowState = REFLOW_STATE_IDLE;
  }
  break;
}
if (reflowStatus == REFLOW_STATUS_ON)
{
  now = millis();

  reflowOvenPID.Compute();

  if ((now - windowStartTime) > windowSize)
  {
    // Time to shift the Relay Window
    windowStartTime += windowSize;
  }
  if (output > (now - windowStartTime)) {
    // Turn relay on to heat oven
    digitalWrite(ssrPin, HIGH);
    // Turn on LED to indicate oven is powered
  } else {
    // Turn relay off to turn oven off
    digitalWrite(ssrPin, LOW);
    // Turn LED off to indicate oven is not powered
  }
  } else {
    // Reflow oven process is off, ensure oven is off
    digitalWrite(ssrPin, LOW);
  }
  }
  ssr();
}

void sistem_PID_Sn_Bi()
{
  /*****Waktu Sekarang*****/
  unsigned long now;

  /*Waktu Untuk Membaca Sensor Thermocouple*/
  if (millis() > nextRead)
  {
    /*Read thermocouple next sampling period*/
    nextRead += SENSOR_SAMPLING_TIME;
    /*Read current temperature*/
    input = readThermocouple();
  }
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

/*****Mengecek Input Setelah Proses Berjalan*****/
if (millis() > nextCheck)
{
/*****Cek Input dalam Beberapa Detik*****/
nextCheck += 1000;
/*****Jika Proses Reflow Berjalan ON*****/
if (goprint == PRINT_ON)
{
/*****Menjalankan Timer Untuk Kurva Analisis*****/
timerSeconds++;

/****Mengirim Variabel Proses Melalui Serial Komunikasi****/

Serial.print(input); // Temperature value from MAX31855
Serial.print(",\t");
Serial.print(sp); // Target temperature
Serial.print(",\t");
Serial.print(lcdMessagesReflowStatus[reflowState]);
Serial.print(",\t");
Serial.println(timerSeconds);

/****Mengirim Variabel Proses Ke Tampilan TFT LCD Arduino*****/
ready();
}
}

/* Reflow oven controller state machine*/
switch (reflowState)
{
case REFLOW_STATE_IDLE:
/*Keadaan jika Suhu Oven diatas keadaan suhu ruang*/
if (input >= TEMPERATURE_ROOM_2)
{

reflowState = REFLOW_STATE_TOO_HOT;
}

else
{
/*Kondisi Ketika Proses Reflow Oven Berjalan*/
if (switchStatus == SWITCH_1)
{
/*Inisialisasi Waktu Pengirim serial pada saat proses dimulai*/
timerSeconds = 0;
/*Inisialisasi Waktu Mulai Kontrol PID*/
windowStartTime = millis();
/*Setpoint menuju proses minimal preheat dari proses Pemanasan*/

// Tell the PID to range between 0 and the full window size

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

reflowOvenPID.SetOutputLimits(0, windowSize);

reflowOvenPID.SetTunings(PID_KP_PREHEAT2, PID_KI_PREHEAT2,
PID_KD_PREHEAT2);

setpoint = TEMPERATURE_PREHEAT2;

sp = 110;

reflowOvenPID.SetSampleTime(PID_SAMPLE_TIME);
// Turn the PID on

reflowState = REFLOW_STATE_PREHEAT;
}

}

break;

case REFLOW_STATE_PREHEAT:

reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
goprint = PRINT_ON;

if (input >= TEMPERATURE_PREHEAT2) {
digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
}
if (timerSeconds >= 177)
{
digitalWrite(ssrPin1, LOW);
reflowOvenPID.SetTunings(PID_KP_SOAK2, PID_KI_SOAK2, PID_KD_SOAK2);
setpoint = TEMPERATURE_SOAK_HOLD_2;
sp = 120;
reflowState = REFLOW_STATE_SOAK1;
}

case REFLOW_STATE_SOAK1:

reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
if (input >= TEMPERATURE_SOAK_HOLD_2) {
digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
}
if (timerSeconds >= 233){
digitalWrite(ssrPin1, LOW);
setpoint = TEMPERATURE_SOAK_MAX_2;
sp = 140;
reflowState = REFLOW_STATE_SOAK2;

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

}
break;

case REFLOW_STATE_SOAK2:

    reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
    if (input > TEMPERATURE_SOAK_MAX_2 - 16){
        digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
    }
    if (timerSeconds >= 280) {
        digitalWrite(ssrPin1, LOW);
        reflowOvenPID.SetTunings(PID_KP_REFLOW2, PID_KI_REFLOW2,
PID_KD_REFLOW2);
        setpoint = TEMPERATURE_REFLOW_SNBI;
        sp = 170;
        reflowState = REFLOW_STATE_REFLOW;
    }
    break;

case REFLOW_STATE_REFLOW:

    reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
    if (input >= (TEMPERATURE_REFLOW_SNBI - 5))
    {
        reflowStatus = REFLOW_STATUS_OFF;
        digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
        setpoint = TEMPERATURE_COOL_MIN_2;
        sp = 40;
        reflowState = REFLOW_STATE_COOL;
    }
    break;

case REFLOW_STATE_COOL:

    if (input <= TEMPERATURE_COOL_MIN_2)
    {
        digitalWrite(ssrPin1, LOW);
        reflowState = REFLOW_STATE_COMPLETE;
    }
    break;

case REFLOW_STATE_COMPLETE:

    goprint = PRINT_OFF;
    switchStatus = SWITCH_NONE;
    digitalWrite(buzz_vcc, HIGH);
    break;

case REFLOW_STATE_TOO_HOT:

    // If oven temperature drops below room temperature
    if (input < TEMPERATURE_ROOM_2)

```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

{
    switchStatus = SWITCH_NONE;
}
break;

case REFLOW_STATE_ERROR:
    // If thermocouple problem is still present
    if (isnan(input))
    {
        // Wait until thermocouple wire is connected
        reflowState = REFLOW_STATE_ERROR;
    }
    else
    {
        // Clear to perform reflow process
        reflowState = REFLOW_STATE_IDLE;
    }
    break;
}

// PID computation and SSR control
if (reflowStatus == REFLOW_STATUS_ON)
{
    now = millis();

    reflowOvenPID.Compute();

    if ((now - windowStartTime) > windowSize)
    {
        // Time to shift the Relay Window
        windowStartTime += windowSize;
    }
    if (output > (now - windowStartTime)) {
        // Turn relay on to heat oven
        digitalWrite(ssrPin, HIGH);
    } else {
        // Turn relay off to turn oven off
        digitalWrite(ssrPin, LOW);
        // Turn LED off to indicate oven is not powered
    }
} else {
    // Reflow oven process is off, ensure oven is off
    digitalWrite(ssrPin, LOW);
}

ssr();
}

void sistem_PID_Sn_Ag()
{

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

/*****Waktu Sekarang*****/
unsigned long now;

/*Waktu Untuk Membaca Sensor Thermocouple*/
if (millis() > nextRead)
{
  /*Read thermocouple next sampling period*/
  nextRead += SENSOR_SAMPLING_TIME;
  /*Read current temperature*/
  input = readThermocouple();
}
/*****Mengecek Input Setelah Proses Berjalan*****/
if (millis() > nextCheck)
{
  /*****Cek Input dalam Beberapa Detik*****/
  nextCheck += 1000;
  /*****Jika Proses Reflow Berjalan ON*****/
  if (goprint == PRINT_ON)
  {
    /*****Menjalankan Timer Untuk Kurva Analisis*****/
    timerSeconds++;

    /***Mengirim Variabel Proses Melalui Serial Komunikasi***/

    Serial.print(input); // Temperature value from MAX31855
    Serial.print(",\t");
    Serial.print(sp); // Target temperature
    Serial.print(",\t");
    Serial.print(lcdMessagesReflowStatus[reflowState]);
    Serial.print(",\t");
    Serial.println(timerSeconds);

    /****Mengirim Variabel Proses Ke Tampilan TFT LCD Arduino*****/
    ready();
  }
}

/* Reflow oven controller state machine*/
switch (reflowState)
{
  case REFLOW_STATE_IDLE:
    /*Keadaan jika Suhu Oven diatas keadaan suhu ruang*/
    if (input >= TEMPERATURE_ROOM_3)
    {

      reflowState = REFLOW_STATE_TOO_HOT;
    }

  else

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

{
/*Kondisi Ketika Proses Reflow Oven Berjalan*/
if (switchStatus == SWITCH_1)
{
/*Inisialisasi Waktu Pengirim serial pada saat proses dimulai*/
timerSeconds = 0;
/*Inisialisasi Waktu Mulai Kontrol PID*/
windowStartTime = millis();
/*Setpoint menuju proses preheat dari proses Pemanasan*/

// Tell the PID to range between 0 and the full window size
reflowOvenPID.SetOutputLimits(0, windowSize);

reflowOvenPID.SetTunings(PID_KP_PREHEAT3, PID_KI_PREHEAT3,
PID_KD_PREHEAT3);

setpoint = TEMPERATURE_PREHEAT3;

sp = 130;

reflowOvenPID.SetSampleTime(PID_SAMPLE_TIME);
// Turn the PID on

reflowState = REFLOW_STATE_PREHEAT;
}
}

break;

case REFLOW_STATE_PREHEAT:

reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
goprint = PRINT_ON;

if (input >= TEMPERATURE_PREHEAT3) {
digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
}

if (timerSeconds >= 194)
{
digitalWrite(ssrPin1, LOW);
reflowOvenPID.SetTunings(PID_KP_SOAK3, PID_KI_SOAK3, PID_KD_SOAK3);
setpoint = TEMPERATURE_SOAK_HOLD_3;
sp = 150;
reflowState = REFLOW_STATE_SOAK1;
}
break;

case REFLOW_STATE_SOAK1:

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
if (input >= TEMPERATURE_SOAK_HOLD_3 - 10) {
    digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
}
if (timerSeconds >= 230)
{
    digitalWrite(ssrPin1, LOW);
    setpoint = TEMPERATURE_SOAK_MAX_3;
    sp = 170;
    reflowState = REFLOW_STATE_SOAK2;
}
break;

case REFLOW_STATE_SOAK2:

    reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
    if (input >= TEMPERATURE_SOAK_MAX_3 - 26) {
        digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
    }
    if (timerSeconds >= 315)
    {
        digitalWrite(ssrPin1, LOW);
        reflowOvenPID.SetTunings(PID_KP_REFLOW3, PID_KI_REFLOW3,
PID_KD_REFLOW3);
        setpoint = TEMPERATURE_REFLOW_SNAG;
        sp = 240;
        reflowState = REFLOW_STATE_REFLOW;
    }
    break;

case REFLOW_STATE_REFLOW:

    reflowStatus = REFLOW_STATUS_ON;
    if (input >= (TEMPERATURE_REFLOW_SNAG - 10))
    {
        reflowStatus = REFLOW_STATUS_OFF;
        digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
        setpoint = TEMPERATURE_COOL_MIN_3;
        sp = 40;
        reflowState = REFLOW_STATE_COOL;
    }
    break;

case REFLOW_STATE_COOL:
    if (input <= TEMPERATURE_COOL_MIN_3)
    {
        digitalWrite(ssrPin1, LOW);
        reflowState = REFLOW_STATE_COMPLETE;
    }
    break;

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

case REFLOW_STATE_COMPLETE:
  goprint = PRINT_OFF;
  switchStatus = SWITCH_NONE;
  digitalWrite(buzz_vcc, HIGH);
  break;

case REFLOW_STATE_TOO_HOT:
  // If oven temperature drops below room temperature
  if (input < TEMPERATURE_ROOM_3)
  {
    switchStatus = SWITCH_NONE;
  }
  break;

case REFLOW_STATE_ERROR:
  // If thermocouple problem is still present
  if (isnan(input))
  {
    // Wait until thermocouple wire is connected
    reflowState = REFLOW_STATE_ERROR;
  }
  else
  {
    // Clear to perform reflow process
    reflowState = REFLOW_STATE_IDLE;
  }
  break;
}

// PID computation and SSR control
if (reflowStatus == REFLOW_STATUS_ON)
{
  now = millis();

  reflowOvenPID.Compute();

  if ((now - windowStartTime) > windowSize)
  {
    // Time to shift the Relay Window
    windowStartTime += windowSize;
  }
  if (output > (now - windowStartTime)) {
    // Turn relay on to heat oven
    digitalWrite(ssrPin, HIGH);
  } else {
    // Turn relay off to turn oven off
    digitalWrite(ssrPin, LOW);
  }
} else {

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

// Reflow oven process is off, ensure oven is off
digitalWrite(ssrPin, LOW);
}

ssr();
}

void ssr() {
// If switch 1 is pressed
if (switchStatus == SWITCH_1)
{
if (reflowStatus == REFLOW_STATUS_ON)
{
reflowOvenPID.SetMode(AUTOMATIC);
}
}
// PID computation and SSR control
if (switchStatus == SWITCH_NONE)
{
reflowStatus = REFLOW_STATUS_OFF;
reflowState = REFLOW_STATE_IDLE;
goprint = PRINT_OFF;
}
if (reflowStatus == REFLOW_STATUS_OFF)
{
reflowOvenPID.SetMode(MANUAL);
digitalWrite(ssrPin, LOW);
}
}

void keybutton() {
char key = button.getKey();
if (key != NO_KEY) {
if (key == '4' && menuStatus == !lcd_1 && menuStatus == !lcd_2 && menuStatus ==
!lcd_3) {
if (currentMenu > 0) {
currentMenu--;
} else {
currentMenu = menuSize - 1;
} MenuChanged();
} else {}
if (key == '6' && menuStatus == !lcd_1 && menuStatus == !lcd_2 && menuStatus ==
!lcd_3) {
if (currentMenu < menuSize - 1) {
currentMenu++;
} else {
currentMenu = 0;
} MenuChanged();
} else {}
if (key == 'A' && currentMenu == 0 && reflowStatus == REFLOW_STATUS_OFF) {

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

tftlcd_1();
menuStatus = lcd_1;
} else if (key == 'C' && menuStatus == lcd_1) {
  ready();
  switchStatus = SWITCH_1;
} else if (key == '*' && menuStatus == lcd_1) {
  switchStatus = SWITCH_NONE;
  digitalWrite(buzz_vcc, LOW);
} else if (key == '#' && menuStatus == lcd_1 && reflowStatus ==
REFLOW_STATUS_OFF) {
  digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
} else if (key == 'D' && menuStatus == lcd_1 && reflowStatus ==
REFLOW_STATUS_OFF) {
  digitalWrite(ssrPin1, LOW);
} else {}
if (key == 'A' && currentMenu == 1 && reflowStatus == REFLOW_STATUS_OFF) {
  tftlcd_2();
  menuStatus = lcd_2;
} else if (key == 'C' && menuStatus == lcd_2) {
  ready();
  switchStatus = SWITCH_1;
} else if (key == '*' && menuStatus == lcd_2) {
  switchStatus = SWITCH_NONE;
  digitalWrite(buzz_vcc, LOW);
} else if (key == '#' && menuStatus == lcd_2 && reflowStatus ==
REFLOW_STATUS_OFF) {
  digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
} else if (key == 'D' && menuStatus == lcd_2 && reflowStatus ==
REFLOW_STATUS_OFF) {
  digitalWrite(ssrPin1, LOW);
} else {}
if (key == 'A' && currentMenu == 2 && reflowStatus == REFLOW_STATUS_OFF) {
  tftlcd_3();
  menuStatus = lcd_3;
} else if (key == 'C' && menuStatus == lcd_3) {
  ready();
  switchStatus = SWITCH_1;
} else if (key == '*' && menuStatus == lcd_3) {
  switchStatus = SWITCH_NONE;
  digitalWrite(buzz_vcc, LOW);
} else if (key == '#' && menuStatus == lcd_3 && reflowStatus ==
REFLOW_STATUS_OFF) {
  digitalWrite(ssrPin1, HIGH);
} else if (key == 'D' && menuStatus == lcd_3 && reflowStatus ==
REFLOW_STATUS_OFF) {
  digitalWrite(ssrPin1, LOW);
} else {}
if (key == 'B' && switchStatus == SWITCH_NONE) {
  MenuChanged();
  menuStatus = mainmenu;

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

} else {}
}
}

void MenuChanged() {
  tft.fillScreen(WHITE);
  tft.setRotation(3);

  tft.setTextSize(3);
  tft.setCursor(20, 90);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.print(menuItems[currentMenu]);

  tft.setTextSize(1);
  tft.setCursor(380, 200);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.print("KEYPAD BUTTON:");

  tft.setTextSize(1);
  tft.setCursor(380, 220);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.print("<- : TURN LEFT");

  tft.setTextSize(1);
  tft.setCursor(380, 240);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.print("-> : TURN RIGHT");

  if (currentMenu == 0 || currentMenu == 1)
  {
    tft.setTextSize(1);
    tft.setCursor(380, 260);
    tft.setTextColor(BLACK);
    tft.print("ENTER : PROCESS");
  }
  if (currentMenu == 2)
  {
    tft.setTextSize(1);
    tft.setCursor(380, 260);
    tft.setTextColor(BLACK);
    tft.print("ENTER : PROCESS");
  }

  tft.setTextSize(1);
  tft.setCursor(20, 300);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.print("Instrumentasi & Kontrol Industri");

  tft.setTextSize(3);

```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

tft.setCursor(90, 20);
tft.setTextColor(BLACK);
tft.print("MAIN MENU REFLOW");
}

void tftlcd_1() {

  tft.fillScreen(BLACK);
  tft.setTextSize(1);
  tft.setTextColor(WHITE);

  //y definition
  tft.setCursor(15, 20);
  tft.print("(C)");

  tft.setCursor(0, 30);
  tft.print("250");

  tft.setCursor(0, 50);
  tft.print("230");

  tft.setCursor(0, 70);
  tft.print("210");

  tft.setCursor(0, 90);
  tft.print("190");

  tft.setCursor(0, 110);
  tft.print("170");

  tft.setCursor(0, 130);
  tft.print("150");

  tft.setCursor(0, 150);
  tft.print("130");

  tft.setCursor(0, 170);
  tft.print("110");

  tft.setCursor(0, 190);
  tft.print("90");

  tft.setCursor(0, 210);
  tft.print("70");

  tft.setCursor(0, 230);
  tft.print("50");

  tft.setCursor(0, 250);
  tft.print("30");

```





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
tft.setCursor(0, 270);
tft.print("10");
```

```
tft.setCursor(0, 280);
tft.print("0");
```

```
//x definition
```

```
tft.setCursor(20, 280);
tft.print("0");
```

```
tft.setCursor(70, 280);
tft.print("100");
```

```
tft.setCursor(120, 280);
tft.print("200");
```

```
tft.setCursor(170, 280);
tft.print("300");
```

```
tft.setCursor(220, 280);
tft.print("400");
```

```
tft.setCursor(270, 280);
tft.print("500");
```

```
tft.setCursor(320, 280);
tft.print("600");
```

```
tft.setCursor(370, 280);
tft.print("700");
```

```
tft.setCursor(420, 280);
tft.print("800");
```

```
tft.setCursor(445, 280);
tft.print("850");
```

```
tft.setCursor(462, 275);
tft.print("(s)");
```

```
tft.drawLine(20, 275, 460, 275, WHITE);
tft.drawLine(20, 40, 20, 275, WHITE);
//frame
tft.drawLine(0, 295, 380, 295, WHITE);
tft.drawLine(0, 310, 380, 310, WHITE);
tft.drawLine(0, 295, 0, 310, WHITE);
tft.drawLine(90, 295, 90, 310, WHITE);
```





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
tft.drawLine(170, 295, 170, 310, WHITE);
tft.drawLine(280, 295, 280, 310, WHITE);
tft.drawLine(380, 295, 380, 310, WHITE);
```

```
//draw set point
tft.drawLine(20, 250, 50, 250, WHITE);
tft.drawLine(50, 250, 120, 125, WHITE);
tft.drawLine(120, 125, 160, 125, WHITE);
tft.drawLine(160, 125, 203, 55, WHITE);
tft.drawLine(203, 55, 210, 55, WHITE);
tft.drawLine(210, 55, 450, 215, WHITE);
```

```
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(5, 300);
tft.print("Temp:");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(80, 300);
tft.print("C");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(95, 300);
tft.print("Time:");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(160, 300);
tft.print("s");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(175, 300);
tft.print("SetPoint:");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(265, 300);
tft.print(" C");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(285, 300);
tft.print("State:");

tft.setCursor(0, 0);
tft.setTextSize(1);
tft.setTextColor(YELLOW);
tft.print("Reflow Profil Sn-Pb PID");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 30);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("KEYPAD BUTTON:");
```

```
tft.setTextSize(0.5);
tft.setCursor(360, 40);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("ENTER : REFRESH");
```

```
tft.setTextSize(1);
```





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
tft.setCursor(360, 50);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("BACK : MAIN MENU");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 60);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("RUN : START");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 70);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("STOP : ABORT");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 80);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("FAN ON");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 90);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("FAN OFF");
}
```

```
void tftlcd_2() {
```

```
tft.fillScreen(BLACK);
tft.setTextSize(1);
tft.setTextColor(WHITE);
```

```
//y definition
tft.setCursor(15, 80);
tft.print("(C)");
```

```
tft.setCursor(0, 90);
tft.print("190");
```

```
tft.setCursor(0, 110);
tft.print("170");
```

```
tft.setCursor(0, 130);
tft.print("150");
```

```
tft.setCursor(0, 150);
tft.print("130");
```

```
tft.setCursor(0, 170);
tft.print("110");
```





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
tft.setCursor(0, 190);
tft.print("90");

tft.setCursor(0, 210);
tft.print("70");

tft.setCursor(0, 230);
tft.print("50");

tft.setCursor(0, 250);
tft.print("30");

tft.setCursor(0, 270);
tft.print("10");

tft.setCursor(0, 280);
tft.print("0");

//x definition

tft.setCursor(20, 280);
tft.print("0");

tft.setCursor(70, 280);
tft.print("100");

tft.setCursor(120, 280);
tft.print("200");

tft.setCursor(170, 280);
tft.print("300");

tft.setCursor(220, 280);
tft.print("400");

tft.setCursor(270, 280);
tft.print("500");

tft.setCursor(320, 280);
tft.print("600");

tft.setCursor(370, 280);
tft.print("700");

tft.setCursor(420, 280);
tft.print("800");

tft.setCursor(445, 280);
tft.print("850");
```





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
tft.setCursor(462, 275);
tft.print("(s)");
```

```
tft.drawLine(20, 275, 460, 275, WHITE);
tft.drawLine(20, 90, 20, 275, WHITE);
```

```
//frame
tft.drawLine(0, 295, 380, 295, WHITE);
tft.drawLine(0, 310, 380, 310, WHITE);
tft.drawLine(0, 295, 0, 310, WHITE);
tft.drawLine(90, 295, 90, 310, WHITE);
tft.drawLine(170, 295, 170, 310, WHITE);
tft.drawLine(280, 295, 280, 310, WHITE);
tft.drawLine(380, 295, 380, 310, WHITE);
```

```
//draw set point
tft.drawLine(20, 250, 40, 250, WHITE);
tft.drawLine(40, 250, 110, 160, WHITE);
tft.drawLine(110, 160, 160, 150, WHITE);
tft.drawLine(160, 150, 200, 115, WHITE);
tft.drawLine(200, 115, 215, 115, WHITE);
tft.drawLine(215, 115, 440, 225, WHITE);
```

```
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(5, 300);
tft.print("Temp:");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(80, 300);
tft.print("C");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(95, 300);
tft.print("Time:");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(160, 300);
tft.print("s");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(175, 300);
tft.print("SetPoint:");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(265, 300);
tft.print(" C");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(285, 300);
tft.print("State:");
```

```
tft.setCursor(0, 0);
tft.setTextSize(1);
tft.setTextColor(YELLOW);
tft.print("Reflow Profil Sn-Bi PID");
```





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 30);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("KEYPAD BUTTON:");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 40);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("ENTER : REFRESH");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 50);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("BACK : MAIN MENU");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 60);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("RUN : START");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 70);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("STOP : ABORT");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 80);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("FAN ON");
```

```
tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 90);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("FAN OFF");
}
```

```
void tftlcd_3() {
```

```
tft.fillScreen(BLACK);
tft.setTextSize(1);
tft.setTextColor(WHITE);
```

```
//y definition
tft.setCursor(15, 20);
tft.print("(C)");
```

```
tft.setCursor(0, 30);
tft.print("250");
```





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
tft.setCursor(0, 50);
tft.print("230");

tft.setCursor(0, 70);
tft.print("210");

tft.setCursor(0, 90);
tft.print("190");

tft.setCursor(0, 110);
tft.print("170");

tft.setCursor(0, 130);
tft.print("150");

tft.setCursor(0, 150);
tft.print("130");

tft.setCursor(0, 170);
tft.print("110");

tft.setCursor(0, 190);
tft.print("90");

tft.setCursor(0, 210);
tft.print("70");

tft.setCursor(0, 230);
tft.print("50");

tft.setCursor(0, 250);
tft.print("30");

tft.setCursor(0, 270);
tft.print("10");

tft.setCursor(0, 280);
tft.print("0");

//x definition

tft.setCursor(20, 280);
tft.print("0");

tft.setCursor(70, 280);
tft.print("100");

tft.setCursor(120, 280);
tft.print("200");
```





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
tft.setCursor(170, 280);
tft.print("300");

tft.setCursor(220, 280);
tft.print("400");

tft.setCursor(270, 280);
tft.print("500");

tft.setCursor(320, 280);
tft.print("600");

tft.setCursor(370, 280);
tft.print("700");

tft.setCursor(420, 280);
tft.print("800");

tft.setCursor(445, 280);
tft.print("850");

tft.setCursor(462, 275);
tft.print("(s)");

tft.drawLine(20, 275, 460, 275, WHITE);
tft.drawLine(20, 40, 20, 275, WHITE);
//frame
tft.drawLine(0, 295, 380, 295, WHITE);
tft.drawLine(0, 310, 380, 310, WHITE);
tft.drawLine(0, 295, 0, 310, WHITE);
tft.drawLine(90, 295, 90, 310, WHITE);
tft.drawLine(170, 295, 170, 310, WHITE);
tft.drawLine(280, 295, 280, 310, WHITE);
tft.drawLine(380, 295, 380, 310, WHITE);

//draw set point
tft.drawLine(20, 250, 40, 250, WHITE);
tft.drawLine(40, 250, 110, 145, WHITE);
tft.drawLine(110, 145, 180, 120, WHITE);
tft.drawLine(180, 120, 225, 45, WHITE);
tft.drawLine(225, 45, 228, 45, WHITE);
tft.drawLine(228, 45, 450, 215, WHITE);

tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(5, 300);
tft.print("Temp:");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(80, 300);
tft.print("C");
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(95, 300);
tft.print("Time:");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(160, 300);
tft.print("s");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(175, 300);
tft.print("SetPoint:");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(265, 300);
tft.print(" C");
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(285, 300);
tft.print("State:");

tft.setCursor(0, 0);
tft.setTextSize(1);
tft.setTextColor(YELLOW);
tft.print("Reflow Profil Sn-Ag PID");

tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 30);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("KEYPAD BUTTON:");

tft.setTextSize(0.5);
tft.setCursor(360, 40);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("ENTER : REFRESH");

tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 50);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("BACK : MAIN MENU");

tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 60);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("RUN : START");

tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 70);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("STOP : ABORT");

tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 80);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("FAN ON");

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

tft.setTextSize(1);
tft.setCursor(360, 90);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.print("FAN OFF");
}

void ready() {
  unsigned long currentMillis = millis();
  int j;

  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setCursor(5, 300);
  tft.print(" ");
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.print(input);

  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setCursor(105, 300);
  tft.print(" ");
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.print(timerSeconds);

  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setCursor(175, 300);
  tft.print(" ");
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.print(sp);

  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setCursor(285, 300);
  tft.print(" ");
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.print(IcdMessagesReflowStatus[reflowState]);
  if (timerSeconds <= 850)
  {
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
      previousMillis = currentMillis;
      j = timerSeconds / 2;
      tft.drawPixel(j + 20, 280 - input, RED);
    }
  }
}

delay(500);

tft.fillRect(35, 300, 45, 10, BLACK);
tft.fillRect(125, 300, 35, 10, BLACK);
tft.fillRect(228, 300, 40, 10, BLACK);
tft.fillRect(320, 300, 50, 10, BLACK);
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```
void loop() {
  if (menuStatus == lcd_1)
  {
    sistem_PID_Sn_Pb();
  }
  else if (menuStatus == lcd_2)
  {
    sistem_PID_Sn_Bi();
  }
  else if (menuStatus == lcd_3)
  {
    sistem_PID_Sn_Ag();
  }
  keybutton();
}
/*****END*****/
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4. Foto Alat Reflow Oven



Foto 1. Reflow Oven Tampak Depan



Foto 2. Reflow Oven Tampak Depan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Foto 3. Reflow Oven Tampak Samping

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Datasheet Arduino Mega 2560

Technical Specification

EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#), Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6. Datasheet Sn₄₂Bi₅₈

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5th/F, Jimdu Building, BanXueqiang Road No.1-4, Bantian Street, Longqiang Distric, Shenzhen City China
http://www.bbismolder.com/P: +86 15889673537/ T: +86 0755 36852840 E-mail: sales@bbim.cn

Specification	Sn42-Bi58
Appearance	Black Tacky paste
Packing	500g/jar; 250g/jar; 50g/jar; 100g/cartridge tube

Sn42-Bi58 Metal Chemical Composition:

Sort	Chemical composition (wt.%)							
	Sn	Bi	Ag	Pb	Fe	Cu	Al	Cd
Sn42-Bi58	42±1	58±1	<0.00 02	<0.01	<0.002	<0.005	<0.00 02	<0.002

Physical Speciality

Sort	(°C) Melting Point	g/cm ³ Spec. Gravity	MPa% Tensile Strength
Sn42-Bi58	138°C	8.62g/cm ³	38-48

Reflowing Chart of Sn42-Bi58 Low Temperature Solder Paste

Heating rate	The Time Required to 120 °C	Constant Temperature 80 - 130°C	Peak Temperature	> 180°C	Cooling Rate
1-3 °C/sec	< 60—90secs	60—120secs	< 170 ±5°C	< 40—80secs	<4°C / S

Recommended reflow process parameters

Feature of Sn42Bi58 solder paste
Reduces thermal damage to components and substrate
Energy saving is not the only benefit of a low temperature reflow profile. A low temperature profile reduces thermal damage to components during double-sided reflow and allows for use of



SAC305 No Clean Solder Paste 4900P Technical Data Sheet

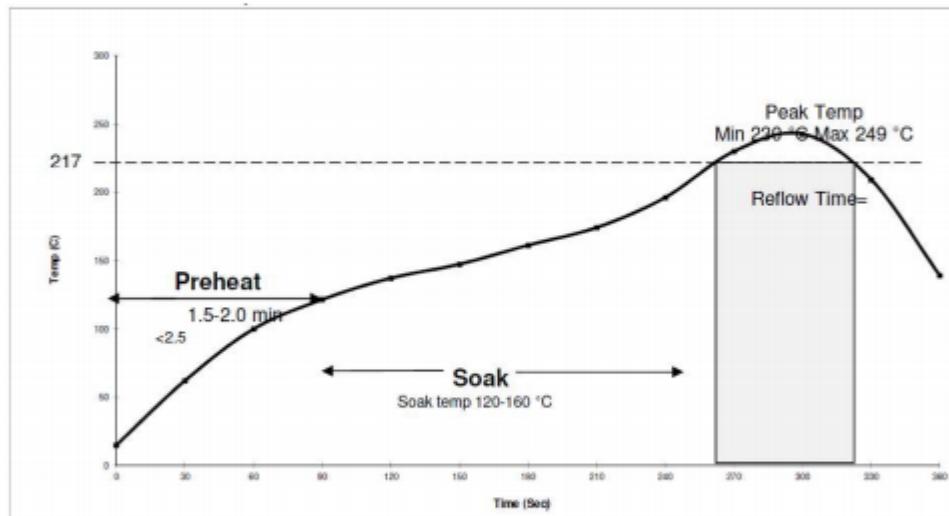
ISO 9001:2008 Registered Quality System, Burlington, Ontario, CANADA SAE Global File: 004008

4900P

Reflow

Best results have been achieved when the 4900P is reflowed in a forced air convection oven with a minimum of 7 zones (top and bottom).

The following is a recommended profile for a forced air convection reflow process. The melting temperature of the solder, the heat resistance of the components, and the characteristics of the PCB (i.e. density, thickness, etc.) determine the actual reflow profile.



The Preheat Zone, which is also referred to as the ramp zone, is used to elevate the temperature of the PCB to the desired soak temperature. In the preheat zone, the rate of temperature rise should not exceed 2.5 °C/s to avoid thermal chock stresses. The oven preheat zone normally occupies 25–33% of the heated tunnel length.

The Soak Zone normally occupies 33–50% of the heated tunnel length. It exposes the PCB to a relatively stable temperature that allows the components of different mass to reach a uniform temperature. The soak zone also allows the flux to concentrate and the volatiles to escape from the paste.

The Reflow Zone, or spike zone, elevates the temperature of the PCB assembly from the activation temperature to the recommended peak temperature. The activation temperature is always slightly below the alloy melting point, while the peak temperature is always above its melting point.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 8. Datasheet SSR

FOTEK SSR SERIES DC TO AC SOLID STATE RELAY

Specification

Type	Terminal Type					PCB Type
Model	SSR-10DA	SSR-25DA	SSR-40DA	SSR-25DA-H	SSR-40DA-H	SSR-P03DA
Rated Load Current	10A	25A	40A	25A	40A	3A
Input Data						
Operating Voltage	3-32VDC					
Min. ON / OFF Voltage	ON > 2.4V , OFF < 1.0V					
Trigger Current	7.5mA / 12V					
Control Method	Zero Cross Trigger					
Output Data						
Operating Voltage	24-380VAC		90-480VAC		24-380VAC	
Min. Block Voltage	600 VAC < Repetive >					
Voltage Drop	1.6 V / 25 C					
Max. Durated Current	135A	275A	410A	275A	410A	135A
Leakage Current	3.0mA	3.0mA	3.0mA	5.0mA	5.0mA	3.0mA
Response Time	ON < 10ms , OFF < 10ms					
General Data						
Dielectro Strength	Over 2.5KVAC / 1min.					
Isolation Strength	Over 50MΩ / 500VDC					
Operating Temperature	-20 C ~+80 C					
Housing Material	Intensive ABS					
Weight	Appr 105g					Appr 15g
Connection Diagram						

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta