



© 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



**ANALISIS KONSUMSI DAYA DAN RESPONS TEMPERATUR
UNIT PEMANAS PADA *PROTOTYPE* SISTEM WLC**

TUGAS AKHIR

Muhammad Rizky Abdillah

2303311017

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© 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



**ANALISIS KONSUMSI DAYA DAN RESPONS TEMPERATUR
UNIT PEMANAS PADA *PROTOTYPE* SISTEM WLC**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Diploma Tiga

Muhammad Rizky Abdillah

2303311017

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri dan
Semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan
Dengan benar.**

Nama : Muhammad Rizky Abdillah

NIM : 2303311017

Tanda Tangan :

Tanggal : 22 Juli 2026

**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 mengumunkan 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 : Muhammad Rizky Abdillah
NIM : 2303311017
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : *Prototype* Sistem WLC dengan Stabilitas Temperatur Pemanas Air Berbasis PLC dan Konvensional
Sub Judul Tugas Akhir : Analisis Konsumsi Daya dan Respons Temperatur Unit Pemanas Pada *Prototype* Sistem WLC

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Selasa, 7 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I Silawardono, S.T., M.Si.,
NIP. 196205171988031002


(.....)


Pembimbing II Muchlishah, S.T., M.T.,
NIP. 198410202019032015

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Depok, 17 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwivaniti, S. T., M.T.

NIP. 197803312003123002



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat akademis mutlak dalam menyelesaikan program studi Diploma 3 Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan apresiasi dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Silawardono, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu serta memberikan arahan teknis berharga dalam pengerjaan sistem kontrol alat.
2. Ibu Muchlishah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, koreksi struktur penulisan, dan saran demi kesempurnaan laporan ini.
3. Seluruh Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
4. Rekan satu tim yang telah bekerja sama dengan solid, dedikasi, serta diskusi yang konstruktif di laboratorium selama proses perakitan alat.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat nyata bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang otomasi sistem tenaga listrik.

Depok, 16 Juni 2026

Muhammad Rizky Abdillah



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

Analisis Konsumsi Daya dan Respons Temperatur Unit Pemanas pada *Prototype* Sistem WLC

ABSTRAK

Sistem penyediaan air panas pada bangunan non-domestik sangat bergantung pada performa elemen pemanas yang rentan terhadap penurunan efisiensi akibat fluktuasi suhu dan risiko dry heating. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik elemen pemanas dan pola perubahan suhu pada sistem pemanas air berbasis dua bak. Metode analisis dilakukan melalui pengujian eksperimental terhadap laju perpindahan panas dan konsumsi energi listrik secara paralel. Pengujian fungsional saat kondisi mati (power OFF) menunjukkan hambatan awal elemen 1 sebesar $116,80 \Omega$ dan elemen 2 sebesar 125Ω akibat papan dry heating pra-pengujian. Ketika sistem diaktifkan (power ON) pada tegangan 230 Volt, penarikan arus total paralel terkunci konstan stabil pada angka 4 Ampere dengan serapan daya aktif rill sebesar 920 Watt. Karakteristik kawat nichrome yang memiliki koefisien temperatur hambatan rendah $\alpha = 0,0004 \Omega / ^\circ\text{C}$ dipadukan dengan regulasi duty cycle kontroler PID REX-C100 berhasil mengunci suhu target 45°C pada menit ke-15 tanpa mengalami lonjakan arus. Keberhasilan penguncian suhu pada kondisi tunak (steady state) ini membuktikan bahwa perpindahan energi kalor dari permukaan selongsong stainless steel menuju medium fluida berlangsung secara optimal berkat pasokan daya aktif yang stabil. Selain itu, integrasi pengaman interlocking dari modul Water Level Control (WLC) terbukti andal dalam menjaga agar seluruh permukaan elemen pemanas selalu terendam air secara sempurna guna memproteksi sirkuit dari bahaya kegagalan fasa akibat dry heating. Oleh karena itu, kombinasi sistem otomatisasi berbasis PLC dan pengontrol suhu loop tertutup ini sangat direkomendasikan untuk diterapkan pada instalasi pemanas air industri demi meningkatkan efisiensi energi dan keselamatan operasional.

Kata Kunci: Karakteristik Termal, Elemen Pemanas, Perubahan Suhu, PID, Water Level Control.

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

Analysis of Power Consumption and Temperature Response of the Heating Unit in a WLC System Prototype

ABSTRACT

Hot water supply systems in non-domestic buildings highly depend on the performance of heating elements, which are vulnerable to efficiency degradation due to temperature fluctuations and dry heating risks. This study aims to analyze the power consumption of the heating unit against water temperature stability withing a double tank system configuration. The analytical method was conducted through experimental testing of heat transfer rates and electrical parameter behavior under parallel connections. Functional testing under unpowered conditions (Power OFF) revealed an initial resistance of 116,80 Ω for element 1 and 125 Ω for element 2 due to dry heating exposure prior to testin. When the system was energized (Power ON) at a single-phase voltage of 230 Volt, the total parallel current draw remained locked and stable at 4 Amperes, resulting in a real active power consumption of 920 Watts. The characteristics of the nichrome wire, which exhibits a low temperature coefficient of resistance $\alpha = 0,0004 \Omega / ^\circ\text{C}$ combined with the duty-cycle pulse modulation regulation from the REX-C100 PID controller, successfully locked the target temperature of 45°C at the 15 minute mark without any current overshoot. The success of locking the temperature at this steady-state condition proves that the thermal energy transfer from the stainless steel sheath surface to the fluid medium occurs optimally due to the stable active power supply. Furthermore, the interlocking safety integration of the Water Level Control (WLC) module is proven to be reliable in ensuring that the entire surface of the heating elements remains fully submerged in water to protect the circuit from phase failure hazards caused by dry heating. Therefore, the combination of this PLC-based automation system and closed-loop temperature controller is highly recommended for implementation in industrial water heating installations to enhance energy efficiency and operational safety.

Keywords: *Thermal Characteristics, Heating Element, Temperature Stability, PID, Water Level Control.*



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 ISI

HALAMAN SAMPUL	1
HALAMAN JUDUL.....	2
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Luaran.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Komponen Sistem	5
2.1.1 <i>Programmable Logic Controller</i>	5
2.1.2 Relay.....	6
2.1.3 Kontaktor.....	6
2.1.4 <i>Thermal Overload Relay (TOR)</i>	7



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

2.1.5	<i>Water Level Control</i>	7
2.1.6	<i>Propotional Integral Derivative (PID)</i>	8
2.1.7	<i>Solid State Relay (SSR)</i>	9
2.1.8	Elemen Pemanas (<i>Heater</i>).....	9
2.1.9	<i>Thermocouple Type K</i>	10
2.1.10	Elektroda	11
2.1.11	<i>Flow Switch</i>	11
2.2	Karakteristik Elektrikal Elemen Pemanas Resistf.....	12
2.3	Regulasi Beban Termal Berbasis PID dan <i>Solid State Relay</i>	13
2.4	Mekanisme Kontrol dan Proteksi <i>Dry running</i> pada WLC.....	14
2.5	Prinsip Kendali Temperatur Berbasis (SP) dan (PV).....	14
2.6	Standar Suhu Distribusi Air Domestik.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		16
3.1	Rancangan Alat	16
3.1.1	Deskripsi Alat.....	18
3.1.2	Cara Kerja Sistem Pemanas Air	19
3.1.3	Spesifikasi Alat.....	24
3.1.4	Blok Diagram	28
3.2	Realisasi Alat.....	29
3.2.1	Kontruksi Elemen Pemanas pada Bak Atas	29
3.3	<i>Wiring Diagram</i> Sistem Unit Pemanas	30
3.4	Prosedur Pengujian Besaran Elektrikal	31
BAB IV PEMBAHASAN.....		32
4.1	Analisis Data Hasil Pengujian Parameter Elektrikal (Alat OFF)	32



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

4.2	Analisis Data Hasil Pengujian Parameter Elektrikal (Alat ON).....	35
4.2.1	Analisis Karakteristik Kestabilan Arus Beban Elemen.....	39
4.2.2	Korelasi Arus Cabang Terhadap Arus Total	40
4.3	Karakteristik Konsumsi Daya Aktif Aktual (P)	41
4.4	Analisis Pola Hubungan Kuat Arus Terhadap Kenaikan Temperatur	44
4.5	Analisis Karakteristik Kondisi <i>Steady State</i> pada Elemen Pemanas...	45
4.6	Data Nilai <i>Error</i> Sistem (SP - PV).....	45
4.7	Alasan Penentuan Suhu Pengujian pada 30°C dan 45°C	48
BAB V PENUTUP		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....		51
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		52
LAMPIRAN.....		53

**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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Programmable Logic Controller (PLC) Glofa	5
Gambar 2.2 Relay MY4	6
Gambar 2.3 Kontaktor.....	6
Gambar 2.4 Thermal Overload Relay (TOR)	7
Gambar 2.5 WLC Omron 61F-GP-N.....	8
Gambar 2.6 PID REX C100.....	8
Gambar 2.7 Solid State Relay	9
Gambar 2.8 Heater	9
Gambar 2.9 Thermocouple Type K	10
Gambar 2.10 Elektroda	11
Gambar 2.11 Flow Switch	11
Gambar 3.1 Detail Sistem Pemanas Air.....	16
Gambar 3.2 Detail Konstruksi Sistem Dual Bak	17
Gambar 3.3 Cara Kerja Normal	19
Gambar 3.4 Cara Kerja Unit Pemanas	21
Gambar 3.5 Alur Pengujian Heater	23
Gambar 3.6 Blok Diagram	28
Gambar 3.7 Detail Mekanis dan Dimensi Bak Pemanas	29



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

Gambar 3.8 Wiring Diagram Sistem Unit Pemanas	30
Gambar 4.1 Tes Nilai Hambatan Elemen 1	32
Gambar 4.2 Tes Nilai Hambatan Elemen 2	33
Gambar 4.3 Tes Nilai Hambatan Elemen Pararel	33
Gambar 4.4 Grafik Suhu Terhadap Waktu	37
Gambar 4.5 Grafik Parameter Kelistrikan (Tegangan, Arus, Hambatan).....	37
Gambar 4.6 Pengujian Waktu Respons Suhu PID REX-C100	38
Gambar 4.7 Tes Arus Elemen Pararel (kiri) dan Elemen 1 (kanan)	39
Gambar 4.8 Grafik Daya Aktif (Watt) dan Energi (Wh)	43
Gambar 4.9 Grafik Arus Aktual pada Tiga Kondisi Temperatur Fluida	44
Gambar 4.10 Grafik Respons Setpoint (SP) dan Process Value (PV)	47
Gambar 4.11 Grafik Nilai Data <i>Error</i> Sistem.....	47



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 3.1 Spesifikasi Alat	24
Tabel 4.1 Data Pengukuran Respons Kenaikan Temperatur Air	35
Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran Parameter Elektrikal.....	36
Tabel 4.3 Data Nilai Konsumsi Daya Aktif Aktual (P)	41
Tabel 4.4 Data Arus Aktual pada Tiga Kondisi Temperatur Fluida	44
Tabel 4.5 Data Hasil Error Sistem SP - PV	46

**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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Pengerjaan Mekanikal Elektrikal	53
Lampiran 2 Proses Pengerjaan Mekanis Bak Pemanas.....	54
Lampiran 3 Pengujian Sistem dan Pengambilan Data Elektrikal	55
Lampiran 4 Datasheet Cartridge Heater.....	56





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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem penyediaan air panas berkapasitas besar pada fasilitas non-domestik, seperti perhotelan, rumah sakit, dan industri, mengadopsi arsitektur pemanas air terpusat (*centralized water heater sistem*) demi efisiensi ruang dan konsumsi daya. Namun, kendala utama sistem terpusat adalah terjadinya rugi-rugi termal (*thermal losses*) di sepanjang pipa distribusi menuju titik beban yang jauh, menyebabkan air menjadi dingin di dalam pipa jika tidak dikonsumsi dalam waktu lama. Untuk mengatasinya, mutlak diperlukan instalasi jalur sirkulasi balik (*return loop*) yang digerakkan oleh pompa sirkulasi agar temperatur air di dalam pipa tetap terjaga pada setpoint ideal secara instan. Oleh karena itu, implementasi kontroler digital sekelas *Programmable Logic Controller* (PLC) yang diintegrasikan dengan algoritma *Proportional-Integral-Derivative* (PID) menjadi opsi mutakhir untuk meregulasi beban pemanas (Saputra dkk., 2013).

Penggunaan PLC dalam industri utilitas modern dipilih karena perangkat elektronik berbasis mikroprosesor ini menawarkan tingkat fleksibilitas operasional yang sangat tinggi serta ketahanan yang luar biasa terhadap gangguan *noise* listrik di lingkungan sekitar panel. Melalui modul analog dan logika diagram tangga (*ladder diagram*), PLC dapat memproses data masukan dari sensor secara real-time untuk mengatur waktu operasi pompa secara dinamis. Di samping itu, penyempurnaan sistem kendali *on-off* sederhana melalui algoritma PID pada pemanas air bekerja meminimalkan nilai kesalahan antara suhu aktual dengan target. Kombinasi aksi Proporsional, Integral, dan Derivatif ini memungkinkan sistem mencapai suhu target secara halus tanpa mengalami lonjakan panas, sehingga efisiensi energi dan kestabilan termal bak dapat terjaga (Suryatini dkk., 2024).



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

Konfigurasi sistem kendali pemanas tradisional yang sekadar mengandalkan pemutusan arus konvensional menggunakan kontaktor mekanis berbasis sistem *on-off* termostat dinilai kurang adaptif terhadap kebutuhan industri saat ini. Sistem penjalaran panas konvensional tersebut kerap memicu terjadinya lonjakan arus mula (*inrush current*) secara berulang pada instalasi kabel sirkuit utama setiap kali kontaktor melakukan manuver penyambungan (Omron Corporation, 2023). Kondisi tidak teratur yang kasar ini tidak hanya mempercepat penuaan isolasi penghantar akibat panas berlebih (*overheating*), tetapi juga memperpendek umur pakai mekanis dari kontak-kontak kontaktor itu sendiri. Sistem *on-off* biasa memiliki kelemahan melekat berupa tingginya nilai lonjakan suhu berlebih yang melewati batas aman, sehingga mengakibatkan pemborosan konsumsi energi listrik secara akumulatif (Prasetya, 2024).

Untuk mengatasi masalah sistem konvensional, otomasi industri modern memadukan PLC dengan kontroler suhu PID. Kombinasi alat seperti PID REX-C100 dan *Solid State Relay* (SSR) mengatur daya listrik dengan lebih halus melalui modulasi pulsa berkecepatan tinggi pada semikonduktornya. Metode ini menggantikan sistem putus-sambung arus yang kasar, sehingga aliran listrik menjadi proporsional untuk mencapai target suhu air dengan presisi (Suryatini dkk., 2024). Untuk melakukan analisis mendalam mengenai elektrik dan termal tersebut, dikembangkan sebuah penelitian tugas akhir berupa merancang prototipe sistem sirkulasi dengan dua bak penampung untuk menganalisis sistem elektrik dan termal. Pengujian dilakukan pada 30 liter air menggunakan dua elemen pemanas (*immersion heater*) yang dirangkai paralel berkapasitas total 1200 Watt (2 x 600 Watt) dengan target suhu 45°C. Penelitian ini berfokus pada pemetaan dinamika arus listrik, perubahan hambatan dalam, daya aktif, serta efisiensi konversi energi pemanasan yang diatur oleh sistem kendali PID (Suryatini dkk., 2024).



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

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik parameter elektrik berupa arus listrik (I), daya aktif (P), dan hambatan dalam (R) dari dua buah elemen pemanas 600 Watt paralel sewaktu terjadi kenaikan temperatur cairan menuju target suhu 45°C di bak atas kapasitas 30 Liter?
2. Bagaimana karakteristik waktu respons (*response time*) pemanasan air kapasitas 30 Liter menuju setpoint 45°C serta tingkat akurasi kendali temperatur dari pengontrol PID REX-C100?
3. Bagaimana pengaruh laju kenaikan temperatur air per menit (*heating rate*) terhadap lamanya durasi waktu operasi pemanas untuk mencapai kondisi stabil (*steady state*)?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis korelasi antara perubahan suhu operasi air terhadap nilai arus hantaran dan daya aktif aktual yang diserap oleh jaringan elemen pemanas paralel.
2. Menganalisis kecepatan respons kenaikan suhu air terhadap waktu (*heating rate*) serta menguji nilai kesalahan (*error offset*) dari kendali PID REX-C100 selama proses pemanasan.
3. Menganalisis laju kenaikan temperatur fluida air berdasarkan lamanya durasi pengaliran arus listrik konstan pada beban *heater*.



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

1.4 Luaran

Adapun luaran yang diharapkan sebagai berikut:

1. Terwujudnya sebuah *prototype* sistem *Water Level Control* (WLC) dan pemanas air terintegrasi dengan kapasitas bak bawah 48 Liter dan bak atas 30 Liter.
2. Dokumen *hardcopy* yang memuat data pengukuran elektrikl berupa arus total paralel konstan, serapan daya aktif Aktual (Watt), serta draf skema pengawatan sirkuit tenaga unit pemanas.
3. Lembar rancangan instruksi dan kode program diagram tangga (*ladder diagram*) PLC Glofa G7M-DR45U yang mengatur sistem kerja pompa secara bergantian untuk menjamin ketersediaan air terendam.
4. Lembar panduan langkah kerja pengujian elektrikl aman bertegangan 230 V serta kontrol kalibrasi sensor suhu termokopel tipe-K terhadap pembacaan aktual *display* PID.
5. Lembar data hasil uji yang memvalidasi ketepatan urutan kerja *interlocking* pengisian air berbasis PLC dan respons pemutusan daya SSR saat simulasi gangguan aliran bak kering.

**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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis konversi energi yang telah dilakukan pada sistem pemanas air ini, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan suhu operasi air tidak menyebabkan fluktuasi pada arus hantaran listrik. Beban elemen pemanas paralel terbukti menarik arus yang konstan sebesar 4 Ampere (terbagi merata 2 Ampere per elemen) secara kontinu. Stabilitasnya arus ini membuat serapan daya aktif aktual alat terkunci secara presisi di angka 920 Watt sepanjang proses pemanasan.
2. Kecepatan respons kenaikan suhu air (*heating rate*) menuju target *setpoint* 45°C berjalan secara linier dan mulus dalam durasi waktu 15 menit. Kendali kontroler PID REX-C100 terbukti sangat akurat, ditandai dengan keberhasilannya menekan nilai kesalahan (*error offset*) SP-PV hingga menyentuh 0°C tanpa memicu lonjakan suhu berlebih (*overshoot*).
3. Berdasarkan laju kenaikan temperatur fluida selama durasi pengaliran arus listrik konstan pada 15 menit fase awal pemanasan tersebut, kalkulasi akumulasi energi listrik aktual yang diserap oleh jaringan elemen pemanas adalah sebesar 230 Wh.
4. Setelah laju kenaikan temperatur mencapai kondisi tunak (*steady state*) di suhu target 45°C, pengaliran arus konstan dihentikan dan secara otomatis beralih menjadi mekanisme *pulsing* (modulasi nyala-mati) oleh komponen SSR. Hal ini meminimalkan durasi penyalaan elemen untuk menghemat konsumsi energi, dengan sistem yang selalu diproteksi secara penuh oleh sensor WLC dari risiko *dry heating*.

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

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan *prototype* ini pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Mengingat adanya deviasi daya aktif menjadi 920 Watt akibat efek *dry heating* sebelumnya, disarankan untuk menambahkan lapisan isolasi termal pada dinding luar bak penampung. Hal ini bertujuan untuk menekan rugi-rugi panas (*heat loss*) ke udara sekitar sehingga arus listrik yang dikonversi menjadi energi kalor dapat tersalurkan dengan lebih maksimal.
2. Untuk menjaga kecepatan respons pemanasan dan tingkat akurasi *error offset*, disarankan untuk melakukan proses *auto-tuning* secara berkala pada kontroler PID REX-C100. Kalibrasi ini penting agar parameter kontroler tetap adaptif dalam merespons penurunan performa material elemen pemanas di pengujian jangka panjang.
3. Untuk mempermudah analisis durasi operasi dan kalkulasi konsumsi energi listrik secara akurat, disarankan untuk mengembangkan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT). Fitur ini akan membantu operator dalam merekam grafik laju kenaikan suhu dan konsumsi daya secara *real-time* melalui antarmuka *smartphone*.
4. Untuk mengoptimalkan efisiensi energi pada fase *steady state* serta menjamin keselamatan operasional, sensor WLC wajib dikalibrasi secara rutin. Selain itu, logika program (*ladder diagram*) pada PLC dapat ditambahkan "mode hemat energi" untuk secara otomatis menonaktifkan salah satu cabang elemen pemanas saat suhu air mulai stabil di batas target.



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 PUSTAKA

- Arfianto, T., dkk. (2021). "Implementasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Proportional Integral Derivative (PID) dalam Sistem Pengendalian Suhu Fluida Industri Terpusat". *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, 13(1), 45-56.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 03-7065-2005: Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Fahmi, N. K. A., & Kurniawan, W. D. (2025). "Perancangan Sistem Kontrol dan Instrumentasi pada Trainer Water Level Tank Berbasis PLC Omron". *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(2), 189-197.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Omron Corporation. (2023). "Conductive Level Controller and Industrial Temperature Control System Technical Application Manual". *Omron Industrial Automation Knowledge Center Publications*.
- Prasetya, S. D. (2024). "Application PID Controller Level Feed Water Boiler pada Mini Plant Menggunakan PLC dan Solid State Relay". *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 11(2), 112-121.
- Putri, R. I., Setiawan, H. M., & Setiawan, B. (2022). "Analisis Karakteristik Elektrikal dan Koefisien Temperatur Hambatan Elemen Pemanas Resistif Nichrome pada Media Zat Cair". *Jurnal Teknik Elektro dan Ketenagalistrikan*, 9(3), 204-211.
- Sutrisno, A., dkk. (2023). "Stabilitas Parameter Elektrikal Kawat Paduan Nichrome Berdasarkan Gradien Suhu Rendah pada Sistem Instrumen Laboratorium". *Jurnal Sains dan Teknologi Sains Terapan*, 7(2), 88-95.
- Suryatini, F., Salam, A., & Natasha, S. (2024). "Water Level Control and Water Temperature Closed-Loop Optimization in Coupled Tank System with PLC and PID Method". *The Indonesian Journal of Computer Science*, 13(4), 512-521.



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 RIWAYAT HIDUP



Muhammad Rizky Abdillah

Lulus dari SDN 013 Petang pada tahun 2017, SMPN 34 Jakarta pada tahun 2020, SMKN 1 Jakarta pada 2023. Sampai saat Tugas Akhir ini dibuat, penulis masih merupakan mahasiswa aktif Politeknik Negeri Jakarta Program Studi Teknik Listrik.

**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

LAMPIRAN

A. Proses Pengerjaan Alat



Lampiran 1 Proses Pengerjaan Mekanikal Elektrikal

© 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



Lampiran 2 Proses Pengerjaan Mekanis Bak Pemanas

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

B. Pengujian Alat



Lampiran 3 Pengujian Sistem dan Pengambilan Data Elektrikal



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

C. Datasheet *Cartridge Heater*

Date sheets

Resistance Heating Wire	NiCr 80/20 Wire
Wattage Tolerance	+5%, -10%
Resistance Tolerance	+10%, -5%
Length Tolerance	±1 Mm
Diameter Tolerance	±0.02mm
Standard Cold Zone	5-10mm
Insulation Resistance (Cold)	≥ 500 MΩ
Maximum Leakage Current (Cold)	≤ 0.5 MA
Thermocouple Location	Type J / K / Ground Wire

Lampiran 4 Datasheet *Cartridge Heater*

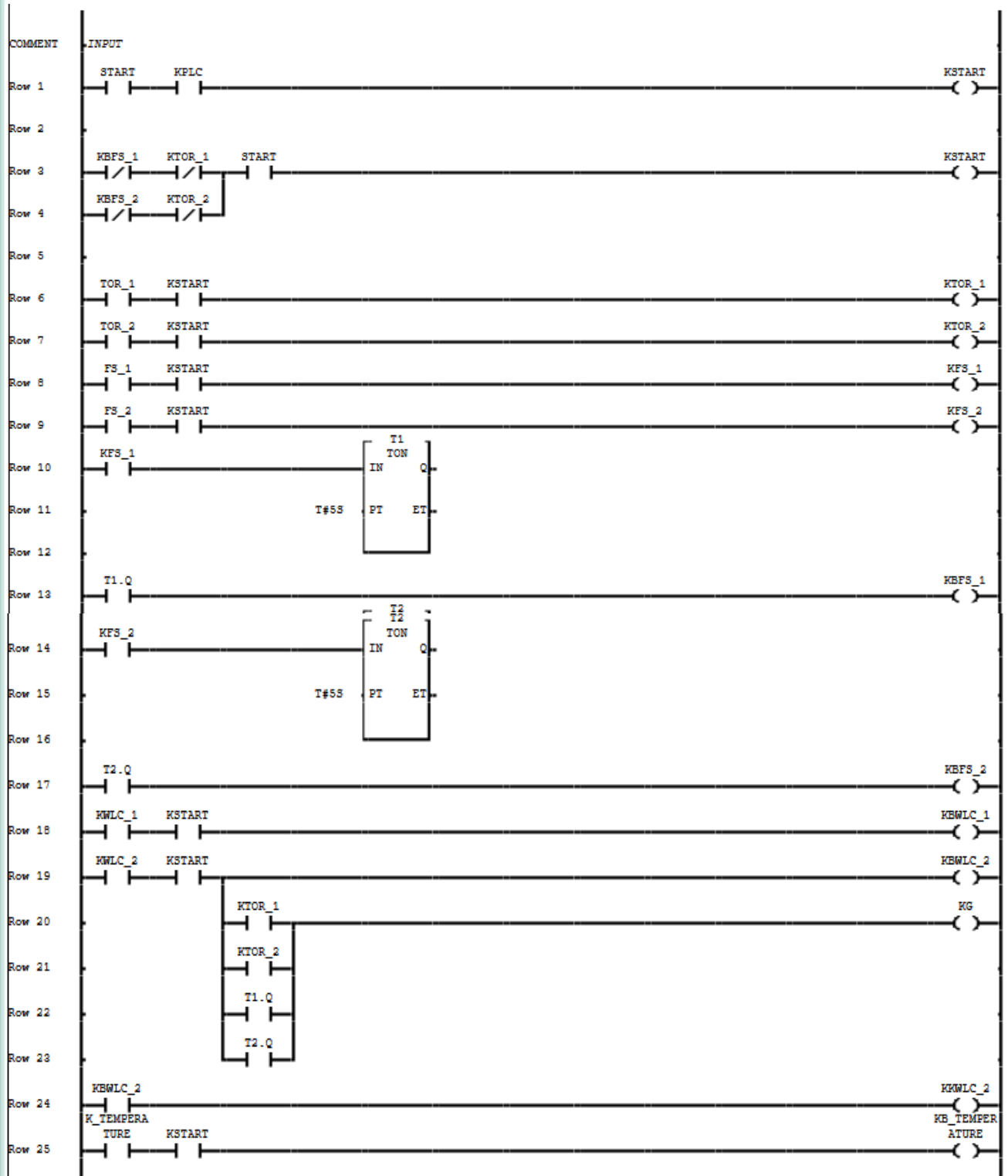
Sumber: <https://www.basstor.com/heating-elements/electric-heater-element-cartridge-resistance.html>

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

D. Program PLC

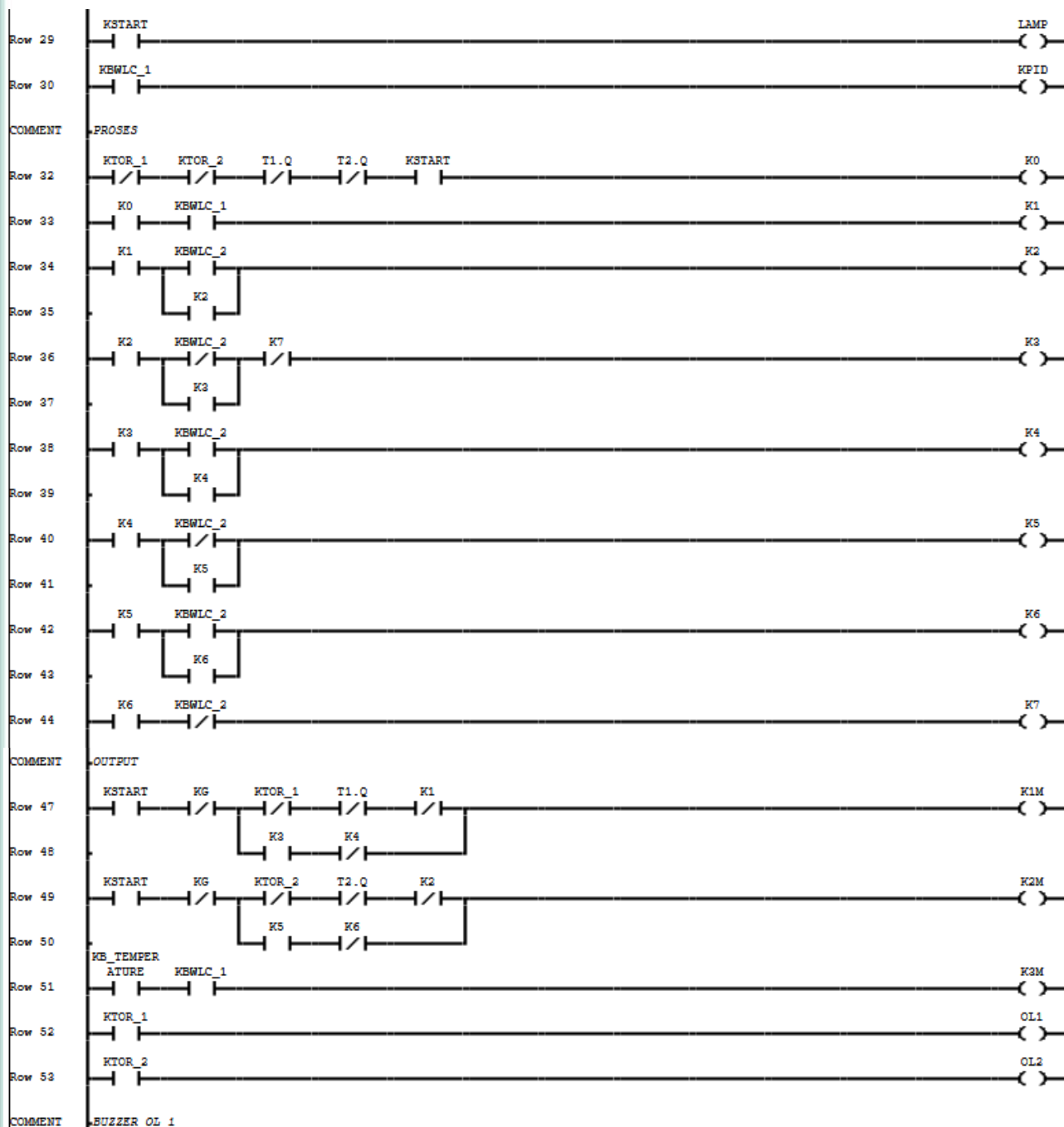
Hak Cipta :

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



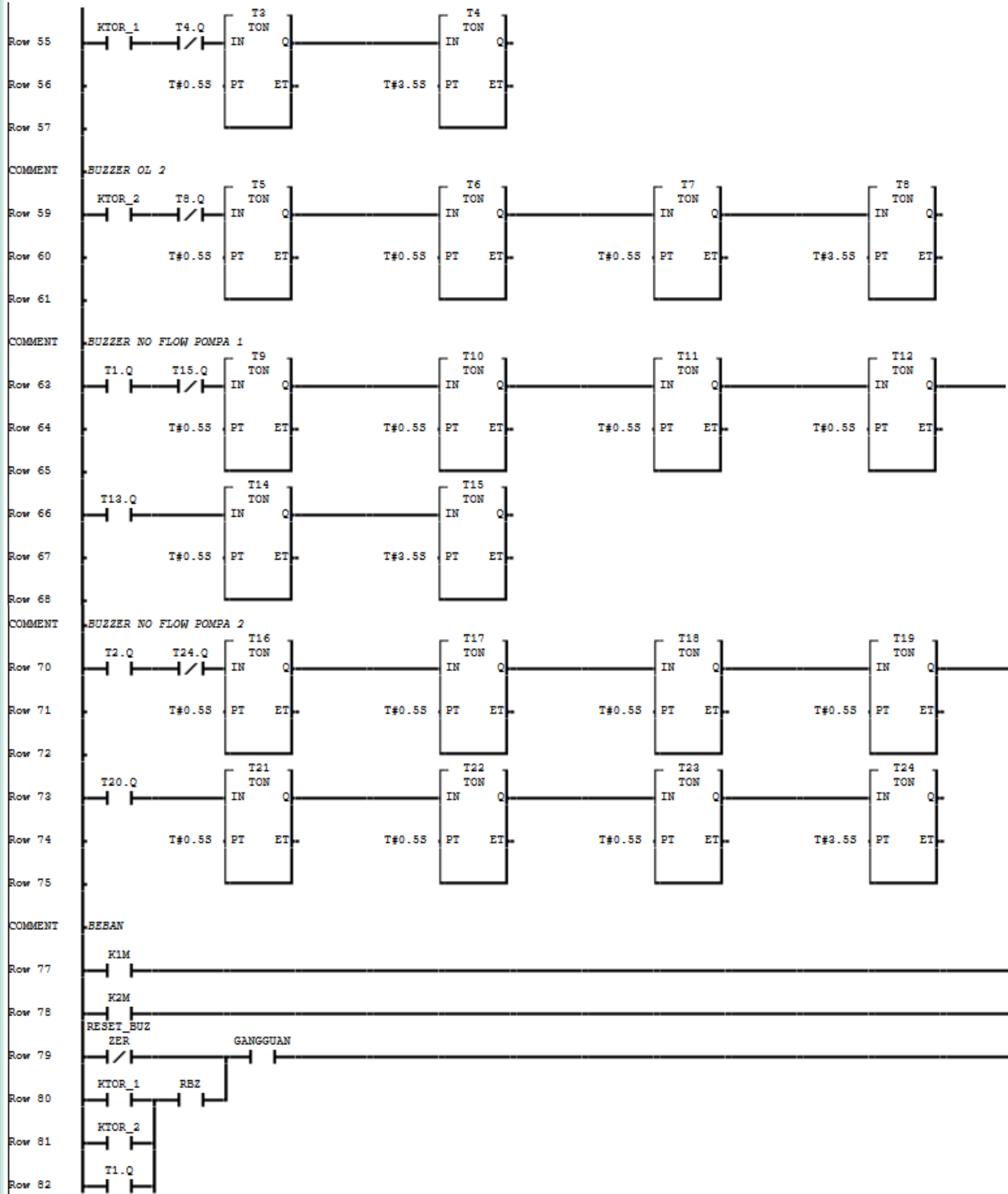
Hak Cipta :

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



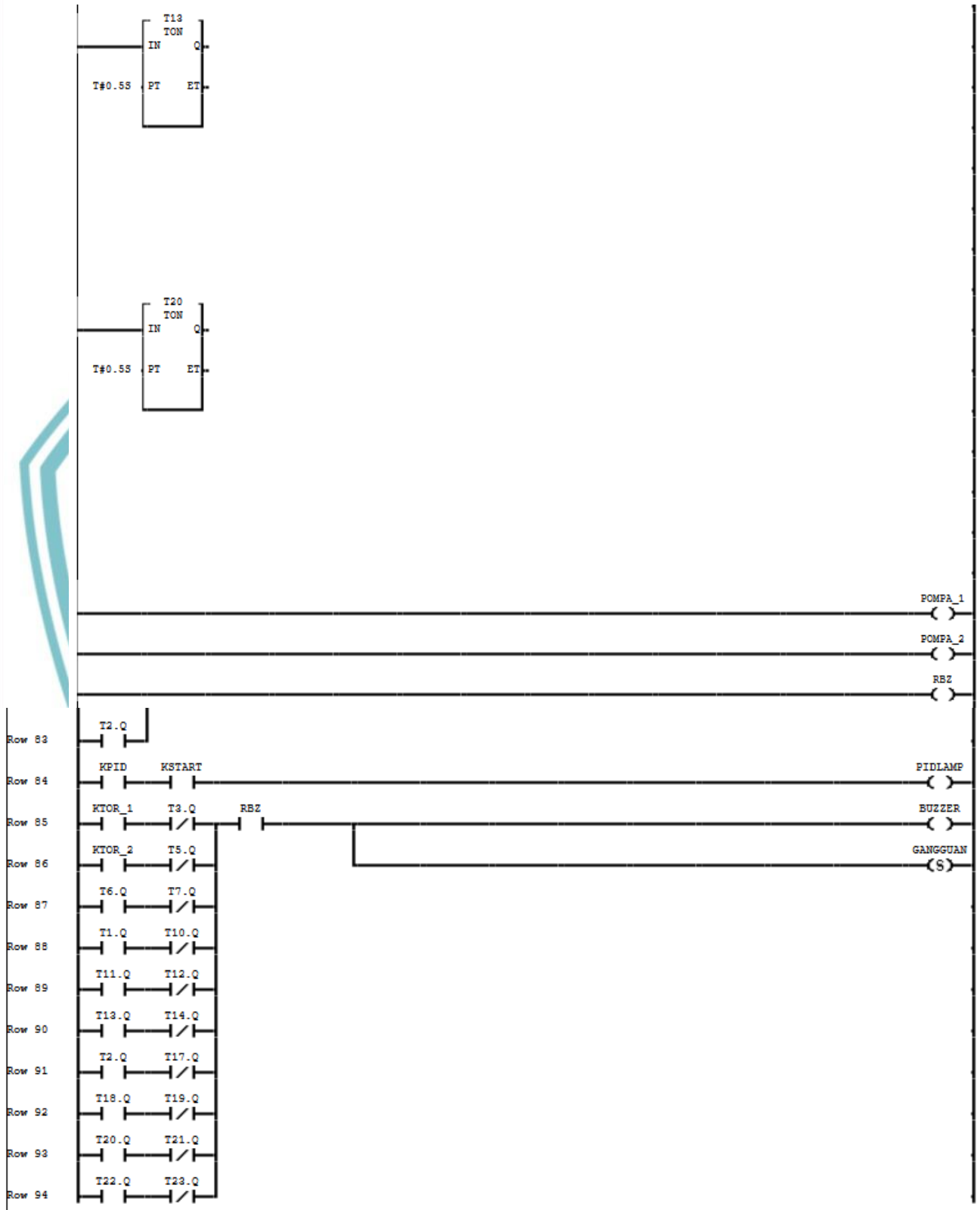
Hak Cipta :

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 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



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

E. Alamat I/O PLC

Variable name	Variable kind	Data type	(Memory allocation) (Initial value)
BUZZER	VAR	BOOL	AT %QX0.0.11
FS_1	VAR	BOOL	AT %IX0.0.5
FS_2	VAR	BOOL	AT %IX0.0.6
GANGGUAN	VAR	BOOL	
INST0	VAR	FB Instance	
INST1	VAR	FB Instance	
INST10	VAR	FB Instance	
INST11	VAR	FB Instance	
INST12	VAR	FB Instance	
INST13	VAR	FB Instance	
INST14	VAR	FB Instance	
INST15	VAR	FB Instance	
INST16	VAR	FB Instance	
INST17	VAR	FB Instance	
INST18	VAR	FB Instance	
INST19	VAR	FB Instance	
INST2	VAR	FB Instance	
INST20	VAR	FB Instance	
INST21	VAR	FB Instance	
INST22	VAR	FB Instance	



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

INST23	VAR	FB Instance
INST24	VAR	FB Instance
INST25	VAR	FB Instance
INST26	VAR	FB Instance
INST3	VAR	FB Instance
INST4	VAR	FB Instance
INST5	VAR	FB Instance
INST6	VAR	FB Instance
INST7	VAR	FB Instance
INST8	VAR	FB Instance
INST9	VAR	FB Instance
K_TEMPERATUR	EVAR	BOOL AT %IX0.0.7
K0	VAR	BOOL
K1	VAR	BOOL
K1M	VAR	BOOL

Variable name	Variable kind	Data type (Memory allocation) (Initial value)
K2	VAR	BOOL
K2M	VAR	BOOL
K3	VAR	BOOL
K3M	VAR	BOOL
K4	VAR	BOOL



© 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

K5	VAR	BOOL
K6	VAR	BOOL
K7	VAR	BOOL
KB_TEMPERATU	REVAR	BOOL
KBFS_1	VAR	BOOL AT %QX0.0.5
KBFS_2	VAR	BOOL AT %QX0.0.6
KBT_1	VAR	BOOL AT %QX0.0.3
KBT_2	VAR	BOOL AT %QX0.0.4
KBWLC_1	VAR	BOOL
KBWLC_2	VAR	BOOL
KFS_1	VAR	BOOL
KFS_2	VAR	BOOL
KG	VAR	BOOL
KKWLC_2	VAR	BOOL
KPID	VAR	BOOL
KPL	VAR	BOOL
KPLC	VAR	BOOL AT %IX0.0.9
KSTA	VAR	BOOL
KSTART	VAR	BOOL
KT	VAR	BOOL
KTOR	VAR	BOOL
KTOR_1	VAR	BOOL AT %QX0.0.3



© 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

KTOR_2	VAR	BOOL	AT %QX0.0.4
KWLC_1	VAR	BOOL	AT %IX0.0.1
KWLC_2	VAR	BOOL	AT %IX0.0.2
LAMP	VAR	BOOL	AT %QX0.0.14
OL1	VAR	BOOL	AT %QX0.0.7
OL2	VAR	BOOL	AT %QX0.0.8
PIDLAMP	VAR	BOOL	
POMPA_1	VAR	BOOL	AT %QX0.0.0

Variable name	Variable skind	Data type	(Memory allocation) (Initial value)
POMPA_2	VAR	BOOL	AT %QX0.0.1
RBZ	VAR	BOOL	
RESET_BUZZER	VAR	BOOL	AT %IX0.0.8
START	VAR	BOOL	AT %IX0.0.0
T1	VAR	FB Instance	
T10	VAR	FB Instance	
T11	VAR	FB Instance	
T12	VAR	FB Instance	
T13	VAR	FB Instance	
T14	VAR	FB Instance	
T15	VAR	FB Instance	
T16	VAR	FB Instance	



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

T17	VAR	FB Instance
T18	VAR	FB Instance
T19	VAR	FB Instance
T2	VAR	FB Instance
T20	VAR	FB Instance
T21	VAR	FB Instance
T22	VAR	FB Instance
T23	VAR	FB Instance
T24	VAR	FB Instance
T3	VAR	FB Instance
T4	VAR	FB Instance
T5	VAR	FB Instance
T6	VAR	FB Instance
T7	VAR	FB Instance
T8	VAR	FB Instance
T9	VAR	FB Instance
TOR_1	VAR	BOOL AT %IX0.0.3
TOR_2	VAR	BOOL AT %IX0.0.4