



© 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



RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM WLC DENGAN STABILITAS TEMPERATUR PEMANAS AIR BERBASIS PLC DAN KONVENSIONAL

HAMAMAN SAMPUL

TUGAS AKHIR

Esfan Cristover Hutabarat

NIM. 2303311092

**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



ANALISIS KINERJA SISTEM INTEGRASI *WATER LEVEL CONTROL* DENGAN PEMANAS AIR BERBASIS PLC DAN KONVENSIONAL

TUGAS AKHIR

HALAMAN JUDUL

Esfan Cristover Hutabarat
2303311092

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

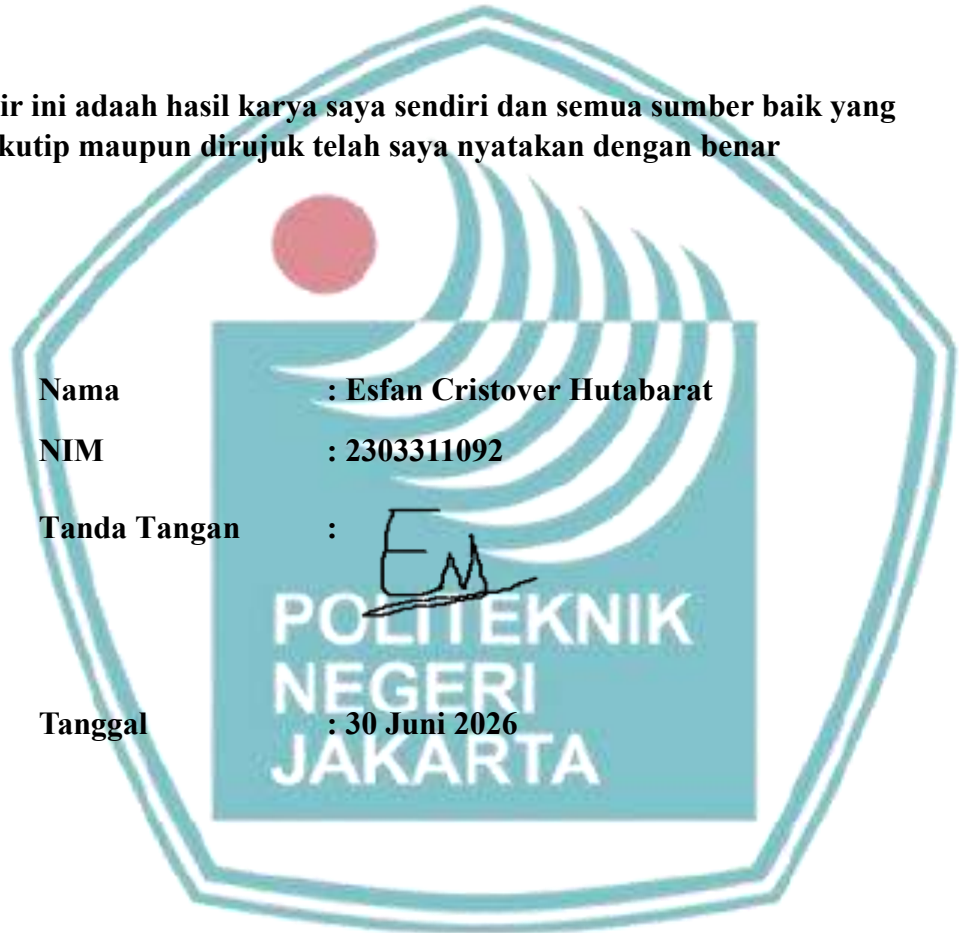
Tugas Akhir ini adaah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Esfan Cristover Hutabarat

NIM : 2303311092

Tanda Tangan : 

Tanggal : 30 Juni 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 mengemukakan 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 : Esfan Cristover Hutabarat
NIM : 2303311092
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Analisis Sistem Kinerja Integrasi *Water Level Control* dengan Pemanas Air Berbasis PLC dan Konvensional

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

Pembimbing I : Muchlishah, S.T., M.T.
NIP 198410202019032015

Pembimbing II : Silawardono, S.T., M.SI.
NIP 196205171988031002

Depok, 22 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T

NIP 197803312003122003



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 syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Analisis Kinerja Sistem Integrasi *Water Level Control* dengan Pemanas Air Berbasis PLC dan Konvensional**" dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (D3) pada Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Selain itu, *prototype* yang dibuat diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran dan modul praktik di Bengkel Listrik Jurusan Teknik Elektro.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
3. Sahabat yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat menjadi referensi dalam bidang teknik elektro.

Depok, 30 Juni 2026

Esfan Cristover Hutabarat



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

ABSTRAK

Sistem pemrosesan fluida di industri memerlukan regulasi volume cairan dan manajemen termal yang andal untuk mencegah waktu henti operasi (*downtime*). Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja *Prototype* Sistem *Water Level Control* (WLC) dengan Pemanas Air menggunakan dua jalur operasi otomatis terpisah, yaitu mode otomatis *Programmable Logic Controller* (PLC) dan mode cadangan otomatis elektrik konvensional. Metode pengujian dilakukan melalui tiga tahapan utama: pengujian proteksi sirkuit pengunci (*interlock*), pengujian respons sirkuit gangguan (*fault*), serta pengujian mekanisme alih kendali (*transfer switch mechanism*). Hasil pengujian sistem pengunci menunjukkan koordinasi sinkronisasi antara pengondisi suhu REX-C100 dan PLC melalui kontak bantu relai MY4 berjalan presisi, di mana elemen pemanas hanya diizinkan aktif jika air berada pada tingkat sedang (LV 2) untuk mencegah risiko pemanasan kering (*dry-heating*). Pada pengujian gangguan aliran (*no-flow*), instruksi tunda waktu (*delay*) selama 12 sekon pada PLC berhasil menyaring gangguan kekosongan aliran sesaat saat awal pemompaan sebelum mengalihkan beban operasi ke pompa cadangan. Pengujian simulasi gangguan beban lebih melalui *Thermal Overload Relay* (TOR) mampu memutus sirkuit fasa secara instan ($< 0,5$ s), serta mengeksekusi mode mati total (*blackout*) saat terjadi gangguan ganda. Pengujian mekanisme alih kendali membuktikan bahwa sakelar pemilih putar bertipe *Break-Before-Make* mampu menghasilkan durasi transisi transien (*transient transition*) yang sangat cepat yaitu kurang dari 0,05 sekon, sehingga momentum inersia motor menjaga putaran pompa tetap kontinu tanpa interupsi pelayanan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi kendali ganda otomatis terbukti andal dalam menjaga kesinambungan pelayanan distribusi air panas serta mengoptimalkan proteksi keselamatan kerja panel industri.

Kata Kunci: *Water Level Control*, *PLC (Programmable Logic Controller)*, Konvensional, *Interlock*, Otomatis.



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

ABSTRACT

Industrial fluid processing systems require reliable liquid volume regulation and thermal management to prevent operational downtime. This Final Project research aims to design and analyze the performance of a Prototype Water Level Control (WLC) System with a Water Heater using two separate automatic operational paths: automatic Programmable Logic Controller (PLC) mode and conventional electrical automatic backup mode. The testing method was conducted through three main stages: safety interlocking circuit testing, fault circuit response testing, and transfer switch mechanism testing. The interlocking system test results showed precise synchronization coordination between the REX-C100 temperature controller and the PLC via MY4 auxiliary relay contacts, where the heating element is only allowed to activate if the water is at a medium level (LV 2) to prevent dry-heating risks. In the no-flow fault testing, a 12-second timer delay instruction on the PLC successfully filtered temporary flow emptiness at the start of pumping before transferring the operating load to the backup pump. Overload fault simulation testing via the Thermal Overload Relay (TOR) was capable of disconnecting the phase circuit instantly (< 0.5 s) and activating a total blackout mode during simultaneous faults. The transfer mechanism testing proved that the Break-Before-Make rotary selector switch circuit achieves a very fast transient transition duration of less than 0.05 seconds, allowing the motor's inertial momentum to maintain pump rotation continuity without service interruption. This study concludes that the integration of the dual-mode automatic control system is reliable in maintaining the continuity of hot water distribution services and optimizing industrial panel work safety protection.

Keywords: *Water Level Control, PLC (Programmable Logic Controller), Conventional, Interlock, Automatic.*

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 ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian <i>Water Level Control</i>	5
2.2 Pengertian Water Heater	5
2.3 <i>Interlocking</i>	6
2.4 Komponen Utama	6
2.4.1 Komponen Relay	6
2.4.2 Komponen PLC.....	7
2.4.4 PID.....	8
2.4.5 <i>Solid State Relay</i>	9
2.4.6 <i>Thermocouple Type – k</i>	10
2.4.7 Elektroda.....	11
2.4.8 Kontaktor.....	11
2.4.9 <i>Thermal Overload Relay (TOR)</i>	12
2.4.10 <i>Heat Element</i>	13
2.4.11 <i>Flow Switch</i>	14
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI.....	15
3.1 Metodologi	15
3.2 Perancangan Alat	17



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

3.2.1 Deskripsi Alat	21
3.2.2 Cara Kerja Alat	21
3.2.3 Diagram Alir Alat	24
3.2.4 Blok Diagram Alat	26
3.2.5 Spesifikasi Alat	27
3.3 Realisasi Alat	38
BAB IV PEMBAHASAN	42
4.1 Pengujian Alat	42
4.2 Pengujian Sistem Proteksi <i>Interlock</i> dan Sinkronisasi Logika	42
4.2.1 Prosedur Pengujian	42
4.2.2 Data Hasil Pengujian	43
4.2.3 Analisa Data	43
4.3 Pengujian Respon Sistem Terhadap Mekanisme <i>Fault</i>	44
4.3.1 Prosedur Pengujian	44
4.3.2 Data Hasil Pengujian	45
4.3.3 Analisa Data	46
4.4 Pengujian Mekanisme Alih Kendali	47
4.4.1 Prosedur Pengujian	47
4.4.2 Data Hasil Pengujian	48
4.4.3 Analisa Data	49
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN	xiii
Lampiran 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xiii
Lampiran 2 <i>WIRING</i> DIAGRAM	xiv
Lampiran 3 PROGRAM PLC	xv
Lampiran 4 <i>ADDRESS</i> PLC	xix
Lampiran 5 DOKUMENTASI Pengerjaan Alat	xxiii



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 GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Water Level Control</i>	5
Gambar 2.2 <i>Water Heater</i>	6
Gambar 2.3 <i>Relay MY4</i>	7
Gambar 2.4 <i>PLC GLOFA</i>	7
Gambar 2.5 <i>Water Level Relay</i>	8
Gambar 2.6 <i>PID</i>	9
Gambar 2.7 <i>Solid State Relay</i>	9
Gambar 2.8 <i>Thermocouple Type-k</i>	10
Gambar 2.9 <i>Elektroda</i>	11
Gambar 2.10 <i>Kontaktor</i>	12
Gambar 2.11 <i>Thermal Overload Relay</i>	13
Gambar 2.12 <i>Heat Element</i>	13
Gambar 2.13 <i>Flow Switch</i>	14
Gambar 3.1 <i>Metodologi</i>	15
Gambar 3.2 <i>Tampak Depan Alat</i>	17
Gambar 3.3 <i>Tampak Samping Alat</i>	18
Gambar 3.4 <i>Tampak Belakang Alat</i>	20
Gambar 3.5 <i>Diagram Alir Alat</i>	24
Gambar 3.6 <i>Blok Diagram Alat</i>	26
Gambar 3.7 <i>Tampak Depan Realisasi Alat</i>	38
Gambar 3.8 <i>Tampak Samping Realisasi Alat</i>	39
Gambar 3.9 <i>Tampak Belakang Realisasi Alat</i>	40



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 Tabel Cara Kerja	21
Tabel 3.2 Keterangan Bentuk Panel Kontrol.....	27
Tabel 3.3 Keterangan Bentuk Bak Air Utama.....	28
Tabel 3.4 Keterangan Bentuk Bak Pemanas Air	28
Tabel 3.5 Keterangan Bentuk Rangka.....	28
Tabel 3.6 Spesifikasi PLC	28
Tabel 3.7 Spesifikasi <i>Water Level Relay</i> / Modul WLC.....	29
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>Proportional–Integral–Derivative</i> (PID).....	29
Tabel 3.9 Spesifikasi <i>Solid State Relay</i> (SSR)	29
Tabel 3.10 Spesifikasi <i>Relay</i> OMRON MY4.....	30
Tabel 3.11 Spesifikasi Kontaktor	30
Tabel 3.12 Spesifikasi <i>Thermal Overload Relay</i> (TOR).....	31
Tabel 3.13 Spesifikasi Pompa Air	31
Tabel 3.14 Spesifikasi <i>Thermocouple</i>	32
Tabel 3.15 Spesifikasi Elektroda.....	32
Tabel 3.16 Spesifikasi <i>Flow Switch</i>	33
Tabel 3.17 Spesifikasi <i>Heat Element</i>	34
Tabel 3.18 Spesifikasi Lampu Indikator	34
Tabel 3.19 Spesifikasi <i>Emergency Button</i>	35
Tabel 3.20 Spesifikasi <i>Selector Switch</i>	35
Tabel 3.21 Spesifikasi <i>Push Button</i>	36
Tabel 3.22 Spesifikasi MCB 3 Phase	36
Tabel 3.23 Spesifikasi MCB 1 Phase	37
Tabel 3.24 Spesifikasi <i>Fuse</i>	37
Tabel 4.1 Pengujian <i>Interlock</i> dan Sinkronisasi	43
Tabel 4.2 Pengujian Respon Sistem Terhadap Mekanisme <i>Fault</i>	45



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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xiii
Lampiran 2 <i>WIRING</i> DIAGRAM	xiv
Lampiran 3 PROGRAM PLC	xv
Lampiran 4 ADDRESS PLC	xix
Lampiran 5 DOKUMENTASI Pengerjaan Alat	xxiii





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

Pada era otomatisasi industri modern, efektivitas operasional dan keandalan sistem kontrol memegang peranan yang sangat vital dalam menentukan produktivitas. Salah satu implementasi yang banyak dijumpai pada berbagai sektor industri proses maupun manufaktur adalah sistem pemrosesan fluida yang melibatkan regulasi volume cairan dan stabilitas termal secara simultan. Integrasi antara pengontrolan ambang batas volume air (*Water Level Control*) dan pemanas air (*water heater*) menjadi aspek krusial untuk memastikan pasokan air panas tersedia secara kontinu, sekaligus melindungi elemen pemanas dari risiko kerusakan struktural akibat kondisi tangki yang kosong (*dry-running*). Oleh sebab itu, diperlukan sebuah sistem kendali terpadu yang tidak hanya mampu bekerja dengan tingkat presisi tinggi, melainkan juga memiliki ketahanan (*resilience*) yang maksimal terhadap potensi kegagalan sistem.

Seiring berkembangnya teknologi otomatisasi, penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) telah menggeser dominasi panel kendali berbasis relai mekanis. Dengan mengintegrasikan algoritma *Proportional-Integral-Derivative* (PID), PLC mampu mengeksekusi kontrol suhu secara adaptif dan dinamis. Respons pembacaan suhu dari sensor termokopel tipe K yang sensitif dapat diolah oleh kontroler untuk mengemudikan *Solid State Relay* (SSR). Penggunaan SSR ini mengeliminasi kelemahan kontaktor mekanis tradisional, karena SSR bekerja dengan prinsip pensakelaran elektronik berbasis semikonduktor yang tidak menimbulkan percikan api, minim aus, dan mampu melakukan pemutusan arus beban secara sangat cepat (halus) demi meminimalkan lonjakan panas (*overshoot*). Kombinasi teknologi ini



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

menawarkan akurasi kontrol yang optimal serta efisiensi konsumsi energi yang signifikan.

Namun, ketergantungan sepenuhnya pada sistem otomatisasi berbasis digital murni juga membawa risiko tersendiri. Ketika sebuah sistem PLC mengalami gangguan fungsional (*hardware fault*, kerusakan memori, atau gangguan suplai daya), seluruh lini produksi yang bergantung pada pasokan air panas tersebut terancam berhenti total (*downtime*). Di dalam dunia industri, waktu henti operasi ini berkorelasi langsung dengan kerugian finansial yang besar. Untuk menanggulangi kerentanan tersebut, konsep kendali yang menerapkan aspek redundansi (sistem cadangan) menjadi sebuah urgensi teknis yang tidak dapat diabaikan.

Salah satu solusi yang adaptif adalah mempertahankan keberadaan sistem elektrik konvensional sebagai unit *back-up* darurat. Ketika PLC berada dalam fase pemeliharaan (*maintenance*) atau mengalami kegagalan fungsi, jalur kendali dapat dialihkan secara aman ke sistem konvensional yang memanfaatkan komponen elektromekanis kokoh seperti *Water Level Relay* (WLR) dan termostat analog. Meskipun metode konvensional ini hanya mengadopsi karakteristik kontrol On/Off sederhana yang menghasilkan fluktuasi suhu lebih tinggi, fungsionalitas dasarnya dinilai sudah lebih dari cukup untuk menjaga agar proses pengisian air dan pemanasan tetap berjalan secara manual tanpa mengorbankan parameter keselamatan kerja.

Berdasarkan dinamika teknis di atas, penelitian mengenai penggabungan kedua metode ini dirasa sangat penting untuk dikaji lebih dalam. Melalui Tugas Akhir ini, dilakukan perancangan dan analisis mendalam dengan judul "Analisis Kinerja Sistem Integrasi *Water Level Control* dengan Pemanas Air Berbasis PLC dan Konvensional". Studi ini difokuskan untuk membedah karakteristik transien kendali PID-SSR pada sistem utama, serta mengevaluasi keandalan mekanisme alih kendali menuju sistem elektrik konvensional sebagai pilar proteksi dan pemeliharaan untuk meminimalkan risiko *downtime* operasi.



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

Permasalahan pada laporan Tugas Akhir ini didasarkan pada permasalahan yang dikemukakan seperti :

1. Bagaimana efektivitas hubungan kerja (*interlock*) dan tingkat keselarasan (*sinkronisasi*) logika antara instrumen pemanas air lewat *Solid State Relay* (SSR) dengan program pada PLC saat menghadapi perubahan kondisi kedalaman air di dalam tangki?
2. Bagaimana respon sistem terhadap mekanisme *fault* seperti *no-flow* atau *overload* guna mengetahui keandalan dan keamanan sistem?
3. Bagaimana keandalan mekanisme alih kendali (*transfer switch mechanism*) dari mode PLC ke mode konvensional tanpa mengganggu kontinuitas pengamanan level air?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis efektivitas sistem proteksi *interlock* dan menguji tingkat keselarasan (*sinkronisasi*) logika antara modul kontrol suhu REX-C100 dengan program PLC terhadap perubahan level kedalaman air di dalam tangki guna memastikan sistem operasi berjalan dengan aman.
2. Mengevaluasi dan menganalisis efektivitas respons keamanan sistem ketika diuji terhadap skenario gangguan *no-flow* (kondisi kering) dan beban lebih (*overload*) demi memastikan tingkat keandalan serta keselamatan operasional alat.
3. Menguji keandalan dan kestabilan mekanisme alih kendali (*transfer switch mechanism*) dari mode PLC menuju mode elektrik konvensional guna menjamin kontinuitas sistem proteksi level air tetap berjalan tanpa interupsi.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Terwujudnya satu unit panel kendali fisik yang mengintegrasikan sistem *Water Level Control* (WLC) dan pemanas air dengan dua jalur operasi



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

terpisah, yaitu mode utama menggunakan PLC (didukung kontroler PID REX-C100 dan SSR) serta mode cadangan menggunakan rangkaian elektrik konvensional.

2. Dokumentasi data ilmiah hasil pengujian yang memetakan perbandingan durasi pengisian pompa, sensitivitas elektroda, stabilitas suhu kontrol PID, serta keandalan sistem proteksi saat terjadi *fault*.
3. Tersusunnya dokumen laporan Tugas Akhir yang komprehensif serta draf artikel ilmiah (pemasaran hasil riset) yang siap dipublikasikan pada jurnal teknik atau prosiding seminar nasional.
4. Menghasilkan *file* program aplikasi kontrol berbasis *Ladder Diagram* yang mengatur logika *interlocking* keselamatan, pembacaan status sensor elektroda, dan manajemen indikasi gangguan (*fault handling* beserta fungsi *buzzer mute*).



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 perancangan, realisasi, dan analisis data pengujian yang telah dilakukan pada sistem integrasi Water Level Control (WLC) dan pemanas air berbasis PLC dan konvensional, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem proteksi sirkuit pengunci (*interlock*) dan sinkronisasi logika antara pengondisi suhu REX-C100 dan program PLC melalui kontak bantu relai MY4 bekerja dengan sangat baik. Elemen pemanas (*heater*) berhasil terkunci secara elektrik saat tangki kosong dan baru dapat aktif setelah air mencapai batas aman tingkat sedang (LV 2), sehingga aman dari risiko kerusakan sirkuit akibat pemanasan kering (*dry-heating*).
2. Sistem memiliki respons yang sangat baik dan handal dalam mengantisipasi mekanisme kegagalan sirkuit (*fault*). Pada program PLC terdapat toleransi tunda waktu (*delay*) selama 5 detik sebelum mengalihkan operasi ke pompa cadangan. Selain itu, proteksi beban lebih melalui kontak mekanis *Normally Close* (NC) pada TOR 95-96 bekerja secara instan untuk menghentikan motor yang bermasalah, serta mampu mengeksekusi mode mati total (*blackout*) demi keselamatan material sirkuit saat terjadi gangguan ganda.
3. Mekanisme alih kendali (*transfer switch mechanism*) menggunakan sakelar pemilih putar (*selector switch*) terbukti handal dalam menjaga kesinambungan pelayanan pengisian air tangki. Melalui penerapan sistem perkabelan hubungan-sebelum-putus, perpindahan mode dari PLC ke konvensional maupun sebaliknya dapat dilakukan di tengah jalan tanpa memicu adanya interupsi atau berhentinya putaran motor pompa secara mendadak.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sirkuit dan penyempurnaan sistem kontrol otomatisasi ini lebih lanjut, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. Menambahkan perangkat antarmuka operator berbasis layar sentuh digital (*Human Machine Interface* / HMI) pada mode utama PLC untuk



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

memudahkan visualisasi monitoring grafik kenaikan suhu secara *real-time* dan pelacakan lokasi gangguan (*troubleshooting*) panel.

2. Mengganti sistem elektroda stik logam konduktivitas dengan sensor ultrasonik tahan panas jika ingin diimplementasikan pada skala industri besar, guna menghindari risiko timbulnya korosi atau kerak air pada batang logam pengukur level cairan dalam jangka panjang.
3. Menambahkan sirkuit proteksi suhu berlebih berupa sakelar termal mekanis (*thermal cut-off*) yang ditempel langsung pada selubung luar tangki atas sebagai sistem redundansi proteksi panas, guna mengantisipasi jika modul REX-C100 atau SSR mengalami kegagalan fungsi *stuck-ON*.





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

- Handono, T., Sutrisno, I., & Setiawan, A. (2021). Aplikasi *Solid State Relay* (SSR) Sebagai Pengganti Kontaktor Mekanis pada Pengaturan Beban Motor Induksi. *Jurnal Otomasi dan Kelistrikan Industri*, 8(2), 45-52.
- Maimunah, S., Budiyanto, A., & Rahmawati, D. (2021). Perancangan Sistem *Water Level Control* (WLC) Berbasis Lingkaran Tertutup pada Waduk Penampungan Fluida Industri. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(1), 18-25.
- Marindani, E., Wibowo, S., & Pratama, R. (2021). Analisis Perbandingan Sistem *Water Level Relay* Konvensional Berbasis Elektroda SUS304 dengan Kendali *Programmable Logic Controller* (PLC). *Jurnal Teknik Elektro dan Otomasi*, 5(3), 112-120.
- Mulyanti, R., Hidayat, T., & Nugroho, B. (2022). Optimasi Kontrol Suhu Menggunakan Kontroler PID REX-C100 pada Pembersih Fluida Manufaktur. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 14(2), 89-96.
- Pramono, B. (2024). *Teknik Pengamanan Sistem Kontrol Panel Industri: Konsep Interlocking dan Redundansi Elektrik*. Jakarta: Erlangga.
- Pratama, A., Lestari, F., & Wijaya, K. (2024). Analisis Fenomena Joule Heating dan Proteksi *Thermal Overload Relay* pada Elemen Pemanas Air Sirkulasi Industri. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 16(1), 34-42.
- Setiawan, H., Gunawan, I., & Ramadhan, F. (2023). Karakteristik Termokopel Tipe-K Menggunakan Efek Seebeck untuk Pengukuran Suhu Cairan Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Fisika Instrumentasi*, 10(2), 73-80.
- Simamora, J. (2023). *Sistem Mekanikal dan Elektrikal Gedung Modern: Teori dan Aplikasi Water Heater*. Bandung: Informatika.
- Siswoyo, T. (2019). *Komponen Sakelar Daya Elektromagnetik: Relai Kontrol dan Kontaktor*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Utomo, M., Saputra, E., & Fahmi, N. (2023). Implementasi *Flow Switch* Sebagai Sistem Proteksi *Dry-Running* pada Jaringan Distribusi Pipa Submersible. *Jurnal Teknik Hidrolik dan Kelistrikan*, 9(1), 56-63.



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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Lampiran 1

Esfan Cristover Hutabarat

Lahir di Jakarta, pada tanggal 26 November 2004

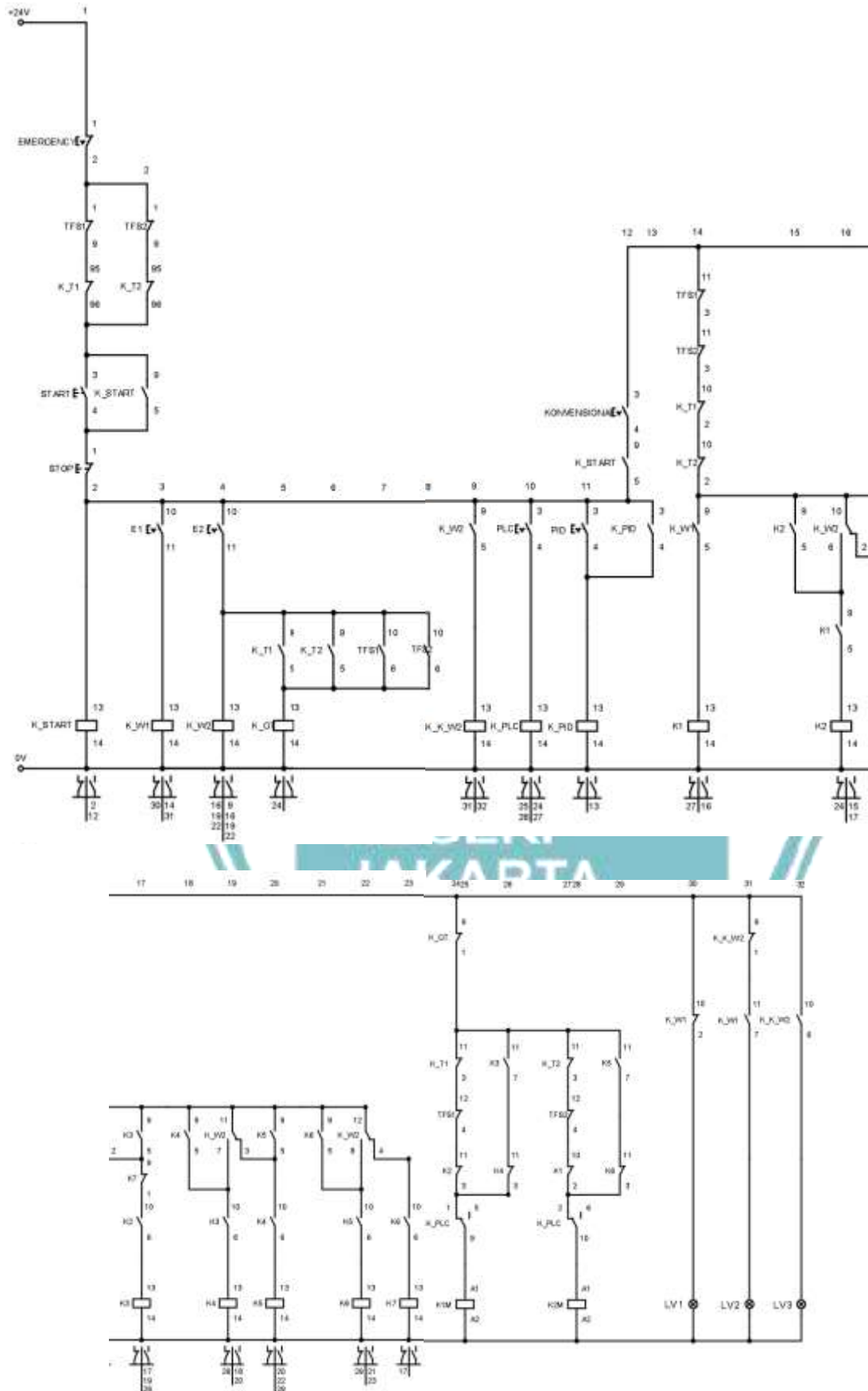
Lulus dari SDN 01 Pagi Cipinang Melayu tahun 2017, SMP Negeri 109 Jatiwaringin tahun 2020, SMA Pusaka 1 Jakarta tahun 2023, Kemudian melanjutkan pendidikan D3 untuk mengambil gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik tahun lulus 2026.

Lampiran 2

WIRING DIAGRAM

Hak Cipta :

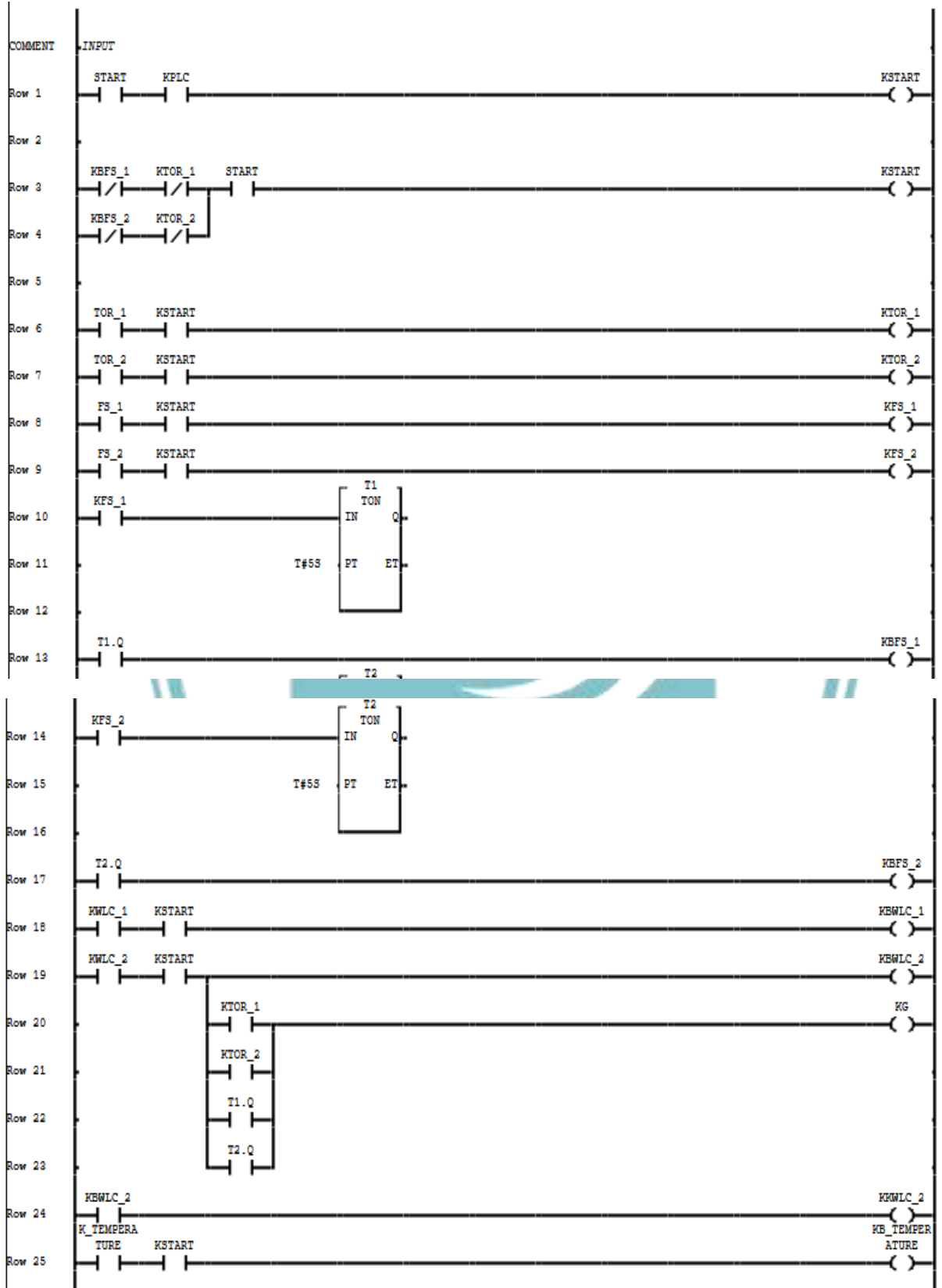
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik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





Lampiran 3

PROGRAM PLC

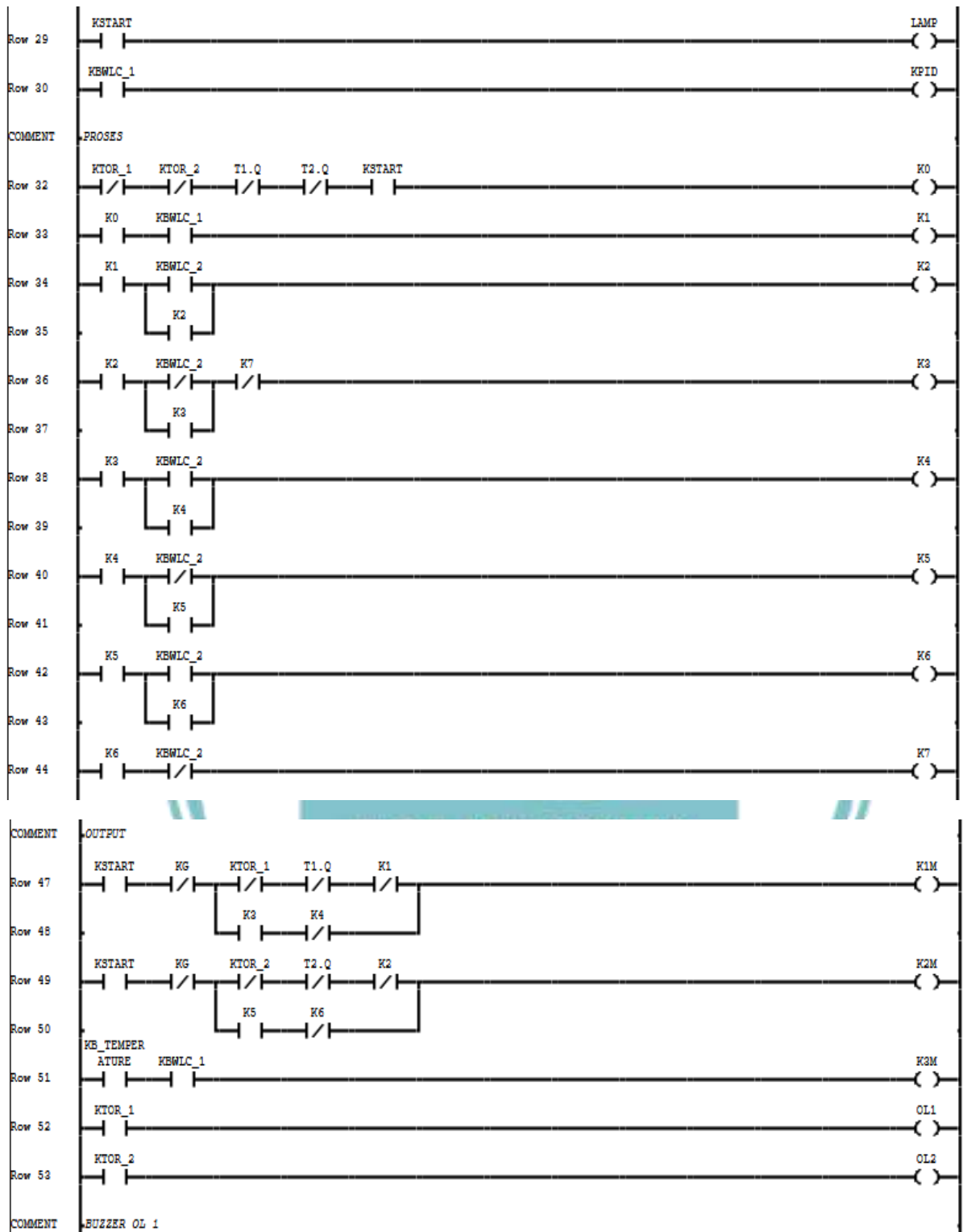


Hak Cipta :

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 :

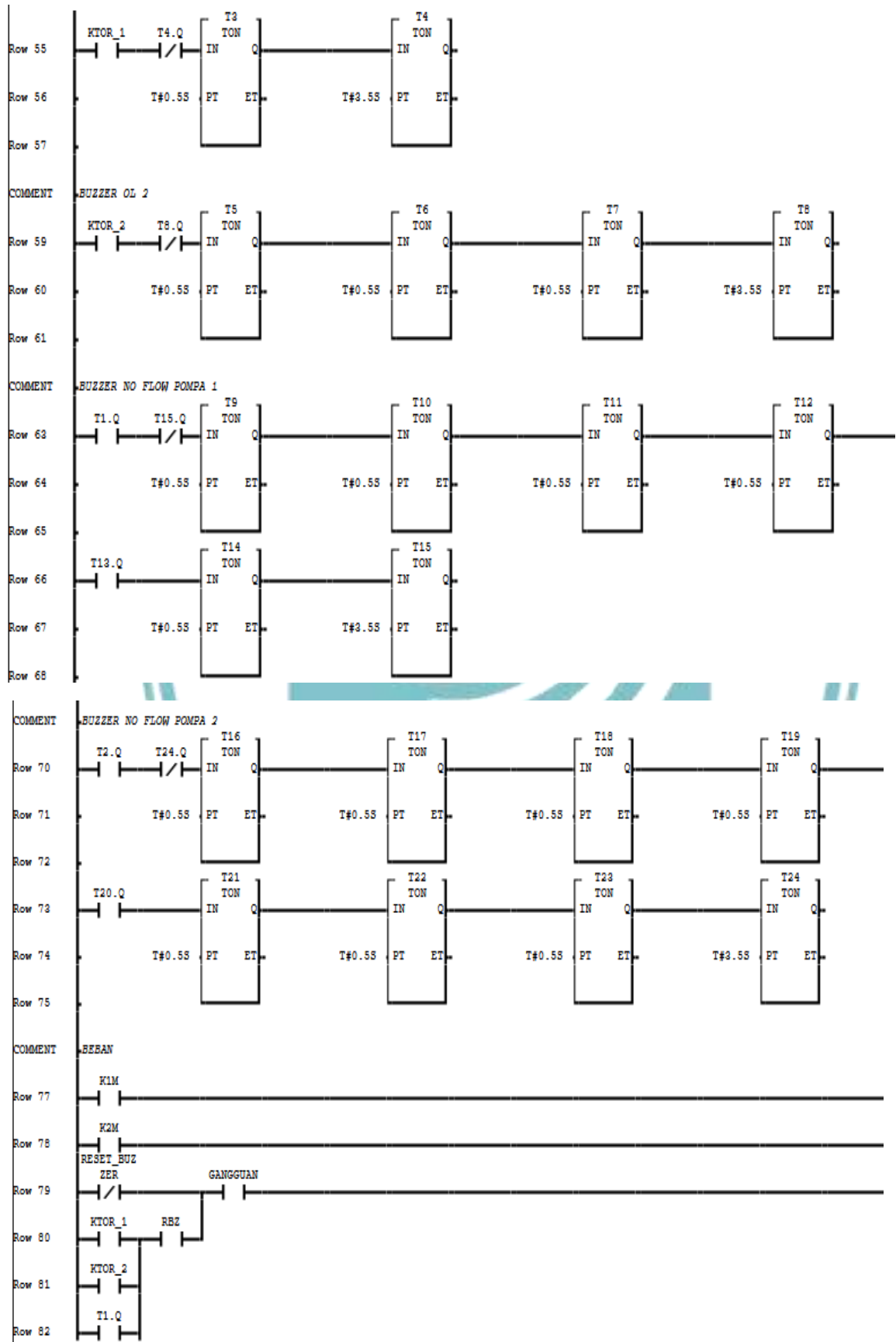
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik 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

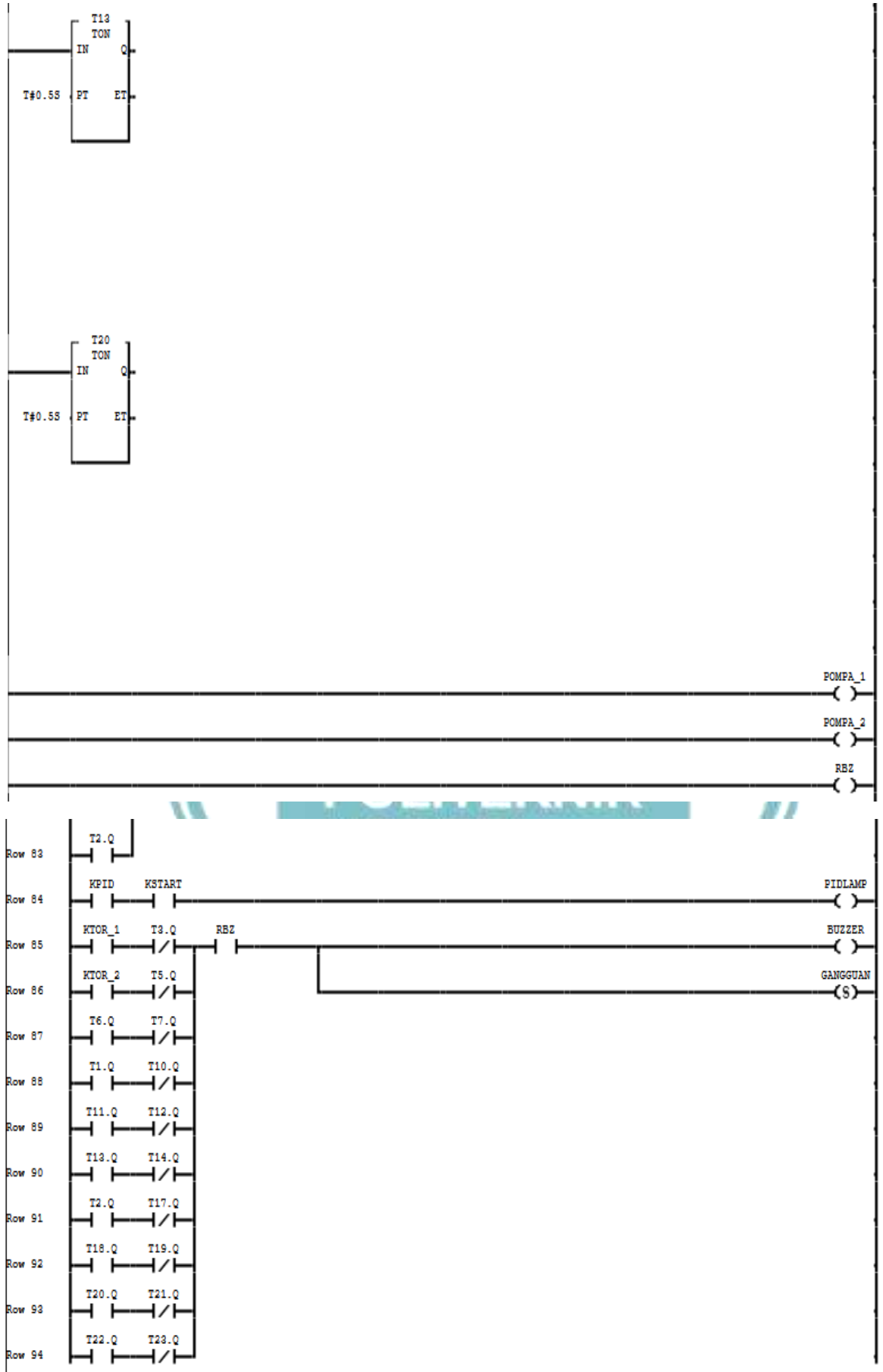




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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





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 4

ADDRESS 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	
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



© 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

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	
K5	VAR	BOOL	
K6	VAR	BOOL	
K7	VAR	BOOL	
KB_TEMPERATUR	VAR	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
KTOR_2	VAR	BOOL	AT %QX0.0.4
KWLC_1	VAR	BOOL	AT %IX0.0.1



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

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 kind	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	
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	



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

T8	VAR	FB Instance	
T9	VAR	FB Instance	
TOR_1	VAR	BOOL	AT %IX0.0.3
TOR_2	VAR	BOOL	AT %IX 0.0.4





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 DOKUMENTASI Pengerjaan Alat

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

