



**Perancangan dan Implementasi Trainer Kit PLC Berbasis Industrial
Internet of Things (IIoT) Menggunakan PLC Omron CP1L - M60DT sebagai
Media Pembelajaran Sistem Otomasi Industri**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**



**Dwi Angga
41422110034**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**Perancangan dan Implementasi Trainer Kit PLC Berbasis Industrial
Internet of Things (IIoT) Menggunakan PLC Omron CP1L - M60DT sebagai
Media Pembelajaran Sistem Otomasi Industri**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**Dwi Angga
41422110034**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Angga
NIM : 41422110034
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“ Perancangan dan Implementasi Trainer Kit PLC Berbasis Industrial Internet of Things (IIoT) Menggunakan PLC Omron CP1L - M60DT sebagai Media Pembelajaran Sistem Otomasi Industri”.

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 31 July 2026



Dwi Angga

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : **Dwi Angga**
NIM : **41422110034**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Perancangan dan Implementasi Trainer Kit PLC Berbasis Industrial Internet of Things (IIoT) Menggunakan PLC Omron CP1L - M60DT sebagai Media Pembelajaran Sistem Otomasi Industri.**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 15 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **4 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 15 Agustus 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dwi Angga
NIM : 41422110034
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implementasi Trainer Kit PLC
Berbasis Industrial Internet of Things (IIoT)
Menggunakan PLC Omron CP1L - M60DT
sebagai Media Pembelajaran Sistem Otomasi
Industri

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 4 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:



Yudhi Gunardi S.T., M.T., Ph.D.

NIDN/NUPTK: 0330086902

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 4 Agustus 2026

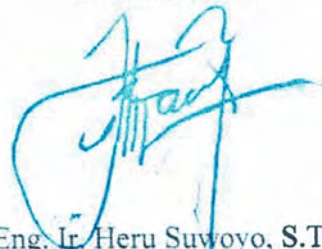
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN/NUPTK: 030703702

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc
NIDN/NUPTK: 0314089201

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
4. Yudhi Gunardi S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini, Terima kasih banyak bapak.
5. Kepada kedua orang tua saya, terima kasih atas kasih sayang, doa, dan perjuangan yang tidak pernah putus. Walaupun berbekal pendidikan Sekolah Dasar, Bapak dan Mamah terbukti menjadi sosok pahlawan sejati yang berhasil memperjuangkan pendidikan terbaik hingga jenjang perguruan tinggi untuk anak-anaknya, Doa saya semoga mereka selalu di berkahi umur yang panjang dan rezeki yang tiada henti serta kesuksesan saya yang terus menyinari mereka di masa tua nanti aamiin allahumma aamiin.
6. Bapak Akhmad Wahyu Dani, Ir., S.T., M.T., selaku Koordinator Laboratorium Universitas Mercu Buana. Terima kasih atas dedikasi dan kesabaran Bapak dalam membimbing penulis dari perancangan hingga penyelesaian alat tugas akhir ini. Semoga kebaikan Bapak menjadi keberkahan.
7. Terima kasih kepada kerabat dekat saya Dimas, hendra, caca yang selalu memotivasi saya untuk terus berkembang di Universitas mercu buana.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 21 July 2026



Dwi Angga

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Angga
NIM : 41422110034
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implementasi Trainer Kit PLC
Berbasis Industrial Internet of Things (IIoT)
Menggunakan PLC Omron CP1L - M60DT
sebagai Media Pembelajaran Sistem Otomasi
Industri

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

MERCU BUANA

Jakarta, 21 July 2026

Yang menyatakan,



Dwi Angga

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI TRAINER KIT PLC BERBASIS INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIOT) MENGGUNAKAN PLC OMRON CP1L - M60DT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM OTOMASI INDUSTRI

DWI ANGGA

ABSTRAK

Studi ini bertujuan merancang, mengintegrasikan, serta menguji performa secara kuantitatif pada *Trainer Kit* Otomasi Industri berbasis *Industrial Internet of Things* (IIoT) demi menjawab tantangan minimnya fasilitas praktikum berbasis *cloud* di era Industri 4.0. Penelitian ini menguji beberapa aspek utama, meliputi konsistensi tegangan *output* PLC, efektivitas sistem proteksi *safety circuit*, tingkat akurasi eksekusi logika *Ladder Diagram*, hingga latensi transmisi data jaringan hibrida IIoT. Objek uji mencakup 24 kanal *output* digital pada PLC Omron CP1L-M60DT, empat modul skenario *Ladder Diagram* (*Traffic Light 4 Simpang*, *Timer Delay*, *Counter*, dan *Arithmetic*), serta kecepatan respon komunikasi data lokal dan *cloud* via HMI Haiwell. Pendekatan *purposive sampling* diterapkan dalam pengambilan data melalui pengujian eksperimental kuantitatif, yang kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif berdasarkan pengukuran langsung variabel kelistrikan, pewaktuan, dan jeda pemutakhiran data (*update delay*). Hasil evaluasi membuktikan performa *Safety Circuit Board* yang optimal dalam melindungi *transistor output*, ditunjukkan oleh nilai tegangan aktif yang stabil pada rentang 22,62 VDC hingga 24,03 VDC (memenuhi batas toleransi 24 VDC $\pm 10\%$) serta nilai isolasi tegangan OFF yang sangat baik di kisaran 0,00 VDC – 0,02 VDC. Pengujian fungsi *Timer Delay* dan *Arithmetic* menunjukkan akurasi tinggi tanpa adanya residu data. Adapun permasalahan lonjakan nilai (*value jumping*) di modul *Counter* akibat gangguan *noise* sinyal dan *bouncing* mekanis berhasil ditanggulangi melalui penerapan algoritma *filter debouncing*. Di samping itu, integrasi Modbus RTU berbasis RS-485 yang menghubungkan PLC ke HMI Haiwell dan *Haiwell Cloud App* menghasilkan latensi data yang amat minim pada jaringan lokal maupun *cloud*. Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa *Trainer Kit* berbasis IIoT ini memiliki keandalan, presisi, serta proteksi keamanan yang tinggi, sehingga sangat efektif dijadikan alat bantu praktikum interaktif guna mendorong pemahaman konsep dan pola pikir kritis mahasiswa mekatronika.

Kata Kunci : Trainer Kit, PLC Omron CP1L-M60DT, IIoT, HMI Haiwell, Safety Circuit, Filter Debouncing.

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI TRAINER KIT PLC BERBASIS
INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIOT) MENGGUNAKAN PLC
OMRON CP1L - M60DT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM
OTOMASI INDUSTRI**

DWI ANGGA

ABSTRACT

This study aims to design, integrate, and quantitatively evaluate the performance of an Industrial Internet of Things (IIoT)-based Industrial Automation Trainer Kit to overcome the scarcity of cloud-connected practical training devices in the Industry 4.0 era. The core parameters investigated encompass PLC output voltage stability, safety circuit protection capability, Ladder Diagram logic execution accuracy, and hybrid IIoT data transmission latency. The experimental samples comprise 24 digital output channels on an Omron CP1L-M60DT PLC, four functional program modules (4-Way Traffic Light, Timer Delay, Counter, and Arithmetic), as well as local and cloud network transmission responsiveness tested via a Haiwell HMI. Data gathering employed a purposive sampling strategy through quantitative experimental testing, followed by quantitative descriptive analysis based on real-time measurements of electrical variables, execution timing, and data update delays. The findings demonstrated the optimal performance of the Safety Circuit Board in shielding the output transistors, achieving stable active voltages ranging from 22.62 VDC to 24.03 VDC (fully compliant with the standard 24 VDC $\pm 10\%$ threshold) and an OFF logic voltage isolation of 0.00 VDC – 0.02 VDC. Execution of the Timer Delay and Arithmetic routines proved highly accurate without residual data. Furthermore, numerical fluctuation anomalies (value jumping) within the Counter module—induced by signal noise and mechanical contact bouncing—were successfully mitigated through the implementation of a software debouncing filter algorithm. Additionally, RS-485 Modbus RTU communication connecting the PLC to the Haiwell HMI and Haiwell Cloud App yielded minimal data update latency on both local and cloud platforms. Ultimately, this research concludes that the developed IIoT-based Trainer Kit possesses high levels of reliability, precision, and operational safety, making it an effective interactive educational tool for accelerating engineering students' technical competence and critical thinking skills in industrial automation.

Keywords: *Trainer Kit, Omron CP1L-M60DT PLC, IIoT, Haiwell HMI, Safety Circuit, Debouncing Filter.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Sistem Otomasi Industri dan IIoT (<i>Industrial Internet of Things</i>)	16
2.3 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC) Omron CP1L-M60DT	17
2.4 <i>Human Machine Interface</i> (HMI) Haiwell Berbasis IioT	18
2.5 Latensi Komunikasi Data (<i>Delay</i>)	19
2.6 Power Supply	20
2.6.1 Layout dan Komponen Antarmuka Modul Power Supply	20

2.6.2 Fungsi dan Peran Komponen dalam Trainer Kit	21
2.7 Lampu LED Indikator 24VDC	21
2.7.1 Fungsi dan Peran Komponen dalam Pembelajaran Praktikum.....	22
2.8 Push Button	23
2.8.1 Konstruksi dan Jenis Kontak Push Button.....	23
2.8.2 Pengkodean Warna dan Fungsi Operasional dalam Trainer Kit.....	24
2.8.3 Peran dan Fungsi dalam Pembelajaran Praktikum	25
2.9 Option Board Komunikasi CP1W-CIF11 (RS-422A/485).....	25
2.9.1 Kontruksi dan Pinout Terminal CP1W – CIF11.....	26
2.9.2 Protokol Komunikasi dan Arsitektur Jaringan	27
2.9.3 Peran dan Fungsi dalam Pembelajaran Praktikum	27
2.10 Banan Jack / Terminal Soket Banana	28
2.10.1 Kontruksi dan Spesifikasi Teknis Banana Jack	28
2.10.2 Peran dan Fungsi dalam Pembelajaran Praktikum	29
2.11 Skun Garpu Y (<i>Fork Spade Cable Lug</i>).....	30
2.11.1 Konstruksi dan Spesifikasi Teknis Skun Garpu Y	30
2.11.2 Peran dan Fungsi dalam Pembelajaran Praktikum	31
2.12 Rangkaian Pengaman Output PLC (<i>Safety Circuit</i>)	32
2.12.1 Skema dan Komponen Rangkaian Pengaman	33
2.12.2 Proses Perakitan dan Pengujian Kualitas (<i>Quality Control</i>).....	34
2.13 Dioda 1N4007	35
2.13.1 Konstruksi dan Spesifikasi Teknis Dioda 1N4007.....	35
2.13.2 Peran Vital sebagai Dioda <i>Freewheeling</i> pada PLC Transistor	36
2.14 DB9 RS232 Terminal Adapter Transfer Female.....	37
2.14.1 Kontruksi dan Spesifikasi DB9 <i>Adapter</i> Aktual.....	38
2.14.2 Protokol RS-232 dan Konfigurasi Pinout Industri.....	39
2.14.3 Peran dan Fungsi dalam Pembelajaran Praktikum	39
2.15 Kabel Tunggal Mini 0,5mm	40
2.15.1 Spesifikasi Teknis dan Karakteristik Kabel Tunggal 0,5 mm	41
2.15.2 Peran dan Fungsi dalam Pembelajaran Praktikum	42
2.16 Fuse Glass F1AL 250V	42
2.16.1 Spesifikasi Teknis dan Kategori Rating Fuse	43

2.16.2 Peran dan Fungsi dalam Pembelajaran Praktikum	44
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	45
3.1 Prosedur Perancangan dan Metodologi Penelitian	45
3.2 Diagram Alir Operasional Sistem IIoT	47
3.3 Blok Diagram Arsitektur Sistem	49
3.4 Perancangan Rangkaian Pengaman Output PLC (<i>Safety Circuit Board</i>)....	50
3.4.1 Analisis Kebutuhan Komponen dan Tata Letak PCB	51
3.4.2 Prosedur Perakitan Keras (<i>Hardware Assembly Step-by-Step</i>)	52
3.4.3 Pengujian Kualitas dan Kalibrasi Rangkaian (<i>Quality Control</i>)	53
3.5 Perancangan dan Fabrikasi Panel Akrilik Menggunakan Metode <i>Laser Cutting</i>	53
3.6 Perancangan <i>Wiring</i> Rangkaian <i>Power Supply</i> , <i>Pilot Lamp</i> 24V/LED, dan <i>Push Button</i>	54
3.7 Pembuatan <i>Ladder Diagram</i> 4 Proyek Simulasi Praktikum	55
3.7.1 Proyek 1: Sistem Kontrol Lampu Lalu Lintas 4 Simping (<i>Traffic Light 4 Intersections</i>)	56
3.8 Perancangan <i>Ladder Diagram</i> Proyek 2: Aplikasi Pewaktu Presisi (Timer Delay Operation)	61
3.8.1 Alokasi Alamat memori dan Parameter Pewaktu (<i>I/O Allocation</i>)	61
3.8.2 Deskripsi dan Analisis Logika Program (<i>Ladder Logic</i>).....	62
3.8.3 Integrasi dengan HMI Haiwell dan Dashboard IIoT Cloud	63
3.9 Perancangan <i>Ladder Diagram</i> Proyek 3: (Counter Operation)	64
3.9.1 Tabel Pemetaan Alamat I/O dan Memori (<i>I/O Allocation Table</i>).....	65
3.9.2 Integrasi Dengan HMI Haiwell dan Dashboard IIoT Cloud.....	66
3.10 Perancangan <i>Ladder Diagram</i> Proyek 4: Pengolahan Aritmatika Data (<i>Arithmetic Operations</i>)	66
3.10.1 Tabel Pemetaan Alamat I/O dan Memori (<i>I/O & Register Allocation Table</i>).....	68
3.10.2 Deskripsi dan Analisis Logika Program (<i>Ladder Logic</i>).....	68
3.10.3 Integrasi dengan HMI Haiwell dan Dashboard IIoT Cloud	70
3.11 Perancangan Antarmuka HMI Haiwell (Human-Machine Interface)	70
3.11.1 Design HMI Haiwell Traffic Light 4 Intersections	71

3.11.2 Design HMI Haiwell Timer (ON-Delay & OFF-Delay)	73
3.11.3 Design HMI Haiwell Project Counter	75
3.11.4 Design HMI Haiwell Project Arithmetic	77
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	81
4.1 Pengujian Trainer Kit	81
4.1.1 Pengujian Trainer Kit Traffic Light.....	81
4.1.2 Pengujian Trainer Kit Timer.....	83
4.1.3 Pengujian Trainer Kit Counter.....	85
4.1.4 Pengujian Trainer Kit Arithmetic	86
4.2 Analisis Permasalahan dan Evaluasi <i>Counter</i> pada Sistem.....	88
4.3 Pengukuran Tegangan <i>Output</i> PLC Melalui Rangkaian Pengaman	89
4.4 Pengujian Latensi (<i>Delay</i>) Respon Sistem	91
4.4.1 Metodologi dan Formulasi Matematika Pengujian.....	92
4.4.2 Data Hasil Pengujian	93
4.4.3 Analisis dan Pembahasan	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	96
5.1 Kesimpulan.....	96
5.2 Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA.....	99
LAMPIRAN.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka.....	10
Tabel 4. 1 Pengukuran Tegangan Output PLC Melalui Rangkaian Pengaman	89
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Waktu Respon Masukan Sakelar ke Pilot Lamp...	93



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLC Omron CP1L-M60DT Sumber: (Omron CP1L Data Sheet, 2023)	17
Gambar 2.2 HMI Haiwell Sumber: (haiwell, 2026)	18
Gambar 2.3 Power Supply	20
Gambar 2.4 Pilot Lamp/ LED 24V	22
Gambar 2.5 Push Button Sumber: (Tokopedia, 2026)	23
Gambar 2.6 Option Board CP1W - CIF11 Sumber : (ElectGo, 2026)	25
Gambar 2.7 Banana Jack Sumber: (Tokopedia, 2026)	28
Gambar 2.8 Skun garpu Y (Fork Spade Cable Lug) Sumber: (Bibli, 2026)	30
Gambar 2.9 Rangkaian Pengaman Output	32
Gambar 2.10 Diode 1N4007 Sumber: (AriatTech.com, 2026)	35
Gambar 2.11 DB9 RS232 Terminal Adapter Sumber: (Amazon, 2026)	37
Gambar 2.12 Kabel Tunggal Mini 0,5mm	40
Gambar 2.13 Fuse Glass F1AL 250V Sumber: (wiautomation.com, 2026)	43
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Sistem Trainer Kit Otomasi IioT	46
Gambar 3.2 Diagram Alir Operasional Sistem IioT	48
Gambar 3.3 Blok Diagram Arsitektur Sistem	49
Gambar 3.4 Perancangan Rangkaian Pengaman Output PLC	51
Gambar 3.5 Perancangan dan Fabrikasi Panel Acrylic	54
Gambar 3.6 Wiring Rangkaian Pilot Lamp, Push Button, dan Power Supply	55
Gambar 3.7 Ladder Diagram Traffic Light	58
Gambar 3.8 Ladder Diagram Timer	61
Gambar 3.9 Ladder Diagram Counter	64
Gambar 3.10 Ladder Diagram Arithmetic	67
Gambar 3.11 Design HMI Haiwell Traffic Light	71
Gambar 3.12 Design Hmi Haiwell Timer	73
Gambar 3.13 Design HMI Haiwell Counter	75
Gambar 3.14 Design HMI Haiwell Arithmetic	78
Gambar 4. 1 Pengujian Trainer Kita Traffic Light	82
Gambar 4. 2 Pengujian Trainer Kit Timer	84

Gambar 4. 3 Pengujian Trainer Kit Counter	85
Gambar 4. 4 Pengujian Trainer Kit Arithmetic.....	87
Gambar 4. 5 Pengukuran Tegangan Output PLC melalui rangkaian pengaman ..	89
Gambar 4. 6 Pengujian Alat pada Latensi Delay	91
Gambar 4. 7 Data hasil pengujian Latensi Delay.....	92



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengerjaan Alat	101
Lampiran 2 Dokumentasi Pengujian Alat	102
Lampiran 3 Bukti Bimbingan.....	104
Lampiran 4 CV.....	105

