



Buku Tugas Akhir

Pengembangan Alat Pencampur Cairan Berbasis PLC untuk Tujuan Edukasi.

Nicholas Andrew Gumulya
2016630018

Pembimbing:
Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D.
Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc.

Diajukan untuk memenuhi salah
satu syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik

Januari 2021

Pengembangan Alat Pencampur Cairan Berbasis PLC untuk Tujuan Edukasi.

Nicholas Andrew GUMULYA
2016630018

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan.

Panitia Penguji :

Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D., Pembimbing 1

Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc.,
Pembimbing 2

Levin Halim, S.T., M.T., Penguji 1

Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T., Penguji 2

© 2021, Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrai Mekatronika)– Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit no 94, Bandung 40141, INDONESIA.

Dokumen ini dilindungi oleh undang-undang. Tidak diperkenankan mereproduksi seluruh ataupun sebagian isi dokumen ini dalam bentuk apa pun, baik secara cetak, photoprint, mikrofilm, elektronik, atau cara lainnya tanpa izin tertulis dari Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika), Universitas Katolik Parahyangan.

All rights reserved. No part of the publication may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm, electronic or any other means without written permission from the Department of Electrical Engineering (Mechatronics), Parahyangan Catholic University.

Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:

Pengembangan Alat Pencampur Cairan Berbasis PLC untuk Tujuan Edukasi.

oleh:

Nicholas Andrew Gumulya

NPM : 2016630018

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir 2 (IME 184500) di Program Studi Sarjana
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAI.

TANDA PERSETUJUAN SELESAI,

Bandung, Januari 2021

Ketua Program Studi Sarjana

Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika

Dr. Ir. Ali Sadiyoko, M.T

Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,

Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D.

Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc.

**PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU
MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIAT**

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

NICHOLAS ANDREW GUMULYA

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

"PENGEMBANGAN ALAT PENCAMPUR CAIRAN BERBASIS PLC
UNTUK TUJUAN EDUKASI. "

adalah hasil pekerjaan Saya. Seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka Saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada Saya.

Bandung,

Nicholas Andrew Gumulya

NPM: 2016630018

Lembar Persembahan

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk
almamater tercinta,
bangsa dan negara.

Pedoman Penggunaan Buku Tugas Akhir

Buku Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Katolik Parahyangan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Buku Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Staf dosen dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan dapat menggunakan Buku Tugas Akhir ini sebagai rujukan pada penelitian-penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang dikeluarkan oleh Koordinator Tugas Akhir dan/atau Tim Dosen Pembimbing.

Abstrak

Programmable Logic Controller yang diciptakan pada saat revolusi industri ketiga yang digunakan sebagai proses otomatisasi di dunia industri digunakan untuk meminimalkan penggunaan sumber daya manusia di pabrik. Karena PLC banyak digunakan di dunia industri, mata kuliah PLC diajarkan di program studi Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan. Namun, sampai saat ini di mata kuliah tersebut belum ada alat peraga berbasis PLC yang dapat digunakan untuk mensimulasikan proses di industri. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini penulis mengembangkan purwarupa yang sudah ada sehingga menjadi alat peraga yang dapat digunakan untuk mata kuliah PLC. Pengembangan yang dilakukan adalah dengan menambahkan motor pengaduk dengan pengontrol RPM untuk mengontrol kecepatan putaran pada motor. Selain itu penulis juga menambahkan kontainer plastik untuk menampung cairan dari hasil pencampuran. Alat tersebut dapat digunakan untuk melakukan proses pencampuran kedua cairan yang berbeda. Tujuan dari tugas akhir ini adalah mengembangkan alat peraga yang sudah ada sebagai alat edukasi pada mata kuliah PLC. Dari hasil pengujian yang dilakukan, alat yang dikembangkan tersebut dapat berjalan baik sesuai dengan fungsinya, yaitu dari melakukan proses pemompaan air hingga proses pencampuran cairan.

Abstract

Programmable Logic Controller which was created during the third industrial revolution, is commonly used in the automation processes in the industrial world to minimize the use of human resources in factories. Because PLC is widely used in the industrial world, PLC courses are taught at the Mechatronics Concentration of Electrical Engineering study program, Parahyangan Catholic University. However, until now in this course, there are no PLC-based teaching aids that can be used to simulate industrial processes. Therefore, in this final project the authors develop an existing prototype so that it can be used as a teaching aid for PLC courses. The development carried out is by adding a mixer motor with an RPM controller to control the rotation speed of the motor. In addition, the authors also added a plastic box container to accommodate the liquid from the mixing. This tool can be used to carry out the process of mixing the two different liquids. The purpose of this final project is to develop existing teaching aids as an educational tool in PLC courses. From the results of the tests carried out, the tool developed can run well in accordance with its function, namely from carrying out the water pumping process to the mixing of the liquid.

Kata Pengantar

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul "Pengembangan Alat Pencampur Caian dengan PLC sebagai Alat Edukasi". Penulisan tugas akhir ini dibuat sebagai syarat untuk melanjutkan ke Tugas Akhir 2.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat dukungan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi yang besar dalam penyelesaian proposal ini. Dengan segenap hati ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D. dan Dr. Christian Fredy Naa, S.Si., M.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir di Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika yang telah membantu memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ali Sadiyoko ST., M.T. yang telah merancang sistem modul simulasi industri pengolahan air dan merekomendasikan kepada penulis untuk menggunakan modul tersebut untuk pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Kedua orang tua penulis, Ir. Jacobus Eddy Gumulya dan Ir. Nurbaiti yang telah memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan proposal Tugas Akhir ini.
4. Felick Kurnia, mahasiswa Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan yang sudah memodifikasi modul yang sebelumnya dibuat oleh Bapak Ali Sadiyoko ST., M.T.
5. Seluruh dosen Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
6. Muhammad Annura Subhan, Kevin Adi Perdana, Jefri Sinurat, Rafael Olsen Bunardy, dan rekan-rekan di Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika baik yang sedang mengambil, dan sudah mengambil Tugas Akhir.

Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan kedepannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Palembang, 15 Januari 2021

Nicholas Andrew Gumulya

Daftar Isi

Abstrak	ix
Abstract	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Gambar	xix
Daftar Simbol dan Variabel	xxi
Daftar Singkatan	xxiii
1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah dan Asumsi	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir	3
1.6 Metodologi Tugas Akhir	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 <i>Paper Review</i>	5
2.2 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	8

2.2.1	<i>Ladder Diagram</i>	9
2.2.2	Fungsi Logika Dasar PLC	11
2.3	<i>Relay</i>	17
2.4	Sensor Suhu	17
2.5	Sensor Ketinggian Air	18
2.6	Konsentrasi Larutan	19
2.7	<i>Mixer Agitator</i>	20
2.8	<i>Buck Converter Step Down</i>	21
3	Perancangan Sistem	23
3.1	Alat Peraga Sebelum Dikembangkan	23
3.2	Usulan Pengembangan	27
3.2.1	Desain Sistem	28
3.3	Pengembangan Alat Peraga	28
3.3.1	Pemasangan Motor DC sebagai Motor Pengaduk	28
3.3.2	Penambahan Wadah Penampungan Hasil Pencampuran Cairan	30
3.3.3	Desain Akhir dari Alat Peraga	31
3.4	<i>Ladder Diagram</i>	33
3.5	Diagram Alir	37
3.6	Spesifikasi Sistem	39
3.6.1	Debit dari Pompa Air	39
3.7	Kecepatan Rotasi dari Motor Pengaduk	43
4	Analisis Sistem	49
4.1	Mengukur Keakuratan Sensor Temperatur Air	49
4.2	Analisis Seberapa Banyak Tetesan Pewarna Makanan yang Dibutuhkan sebagai Cairan <i>Solute</i>	52
4.3	Analisis Pengujian Keseluruhan Sistem dengan menggunakan PLC	55
5	Simpulan dan Saran	57
5.1	Simpulan	57
5.2	Saran	58
	Daftar Pustaka	59
	Lampiran A Manual Guide Alat Pencampuran Cairan Berbasis PLC Mitsubishi FX3S	63

Daftar Tabel

2.1	<i>Paper Review</i>	6
2.2	Tabel Kebenaran AND	11
2.3	Tabel Kebenaran OR	12
2.4	Tabel Kebenaran NOT	13
2.5	Tabel Kebenaran NAND	14
2.6	Tabel Kebenaran NOR	15
2.7	Tabel Kebenaran X-OR	16
3.1	Tabel Keterangan <i>Input</i> dan <i>Output</i> dari <i>Ladder Diagram</i> . . .	37
3.2	Percobaan Pada Motor Pompa Air	42
4.1	Perbandingan Pengukuran Sensor Temperatur dengan Termometer Masak	50
4.2	Perbandingan Pengukuran Suhu Tubuh	50
4.3	Hasil Pengukuran dengan menggunakan Sensor Temperatur Air .	51
4.4	Hasil Pengukuran Suhu dari Cairan Solute dengan menggunakan Sensor Temperatur Air	54

Daftar Gambar

2.1	PLC Mitsubishi FX3S [9]	8
2.2	Contoh <i>ladder diagram</i> [12]	10
2.3	Gerbang Logika AND	11
2.4	Gerbang Logika AND pada <i>ladder diagram</i>	11
2.5	Gerbang Logika OR	12
2.6	Gerbang Logika OR pada <i>ladder diagram</i>	12
2.7	Gerbang Logika NOT	13
2.8	Gerbang Logika NOT pada <i>ladder diagram</i>	13
2.9	Gerbang Logika NAND	14
2.10	Gerbang Logika NAND pada <i>ladder diagram</i>	14
2.11	Gerbang Logika NOR	15
2.12	Gerbang Logika NOR pada <i>ladder diagram</i>	15
2.13	Gerbang Logika X-OR	16
2.14	Gerbang Logika X-OR pada <i>ladder diagram</i>	16
2.15	<i>Relay</i> SRA-12VDC-AL [13]	17
2.16	Sensor suhu DS18B20 [16]	18
2.17	<i>Mixer agitator propeller</i> [20]	20
2.18	LM2596 [22]	21
3.1	Komponen utama [24] [25]	23
3.2	Alat peraga bagian atas [24] [25]	24
3.3	Alat peraga bagian bawah [24] [25]	25
3.4	Pemanas air dan relay yang digunakan	26
3.5	Diagram blok	28
3.6	Kondisi pengaduk sekarang	29
3.7	Rancangan rangkaian pengaduk air	29
3.8	Pipa PVC untuk mengalirkan cairan ke wadah penampungan cairan yang sudah tercampur	31
3.9	Desain akhir dari sisi depan	32
3.10	Desain akhir dari sisi kanan	33

3.11	<i>Rung</i> 1	34
3.12	<i>Rung</i> 2	34
3.13	<i>Rung</i> 3	35
3.14	<i>Rung</i> 4	36
3.15	Diagram alir	38
3.16	Motor Pompa DP-537 [27]	39
3.17	Volume 10 liter	40
3.18	Volume 5 liter	41
3.19	<i>Box</i> hitam dan ilustrasinya dengan kecepatan 0 RPM	44
3.20	<i>Tachometer digital</i>	45
3.21	Hasil pengukuran kecepatan rotasi motor pengaduk	46
4.1	Pewarna makanan berwarna biru [28]	52
4.2	Cairan yang dicampur dengan pewarna sebanyak satu hingga lima kali tetesan	53
4.3	Cairan yang dicampur dengan pewarna sebanyak sepuluh hingga tiga puluh kali tetesan	53
A.1	Cover	64
A.2	Panel input/output PLC	65
A.3	PLC Mitsubishi FX3S	66
A.4	<i>Ladder diagram</i>	67
A.5	Desain alat pencampuran cairan dari tampak depan	68
A.6	Desain alat pencampuran cairan dari tampak atas	69

Daftar Simbol dan Variabel

C_p	konsentrasi pada zat terlarut (%)
C_c	konsentrasi pada zat pelarut (%)
m_p	massa zat terlarut (gram)
m_c	massa zat pelarut (gram)
m_l	massa larutan (gram)
Q	laju air (liter/s)
V	volume air (liter)
t	waktu (s)

Daftar Singkatan

FTI	Fakultas Teknologi Industri
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
SDM	Sumber Daya Manusia
MSG	Monosodium Glutamat
SMK	Sekolah Menengah Kejuruan
D3	Diploma Tiga
S1	Sarjana
UNPAR	Universitas Katolik Parahyangan
TM	Teknik Mekatronika

Bab 1

Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan latar belakang permasalahan, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, metodologi tugas akhir, dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada tahun 1969, dunia industri mengalami perubahan yang sangat besar dari periode sebelumnya. Peristiwa itu dinamakan sebagai revolusi industri ketiga. Revolusi ini ditandai dengan adanya pengembangan penggunaan mesin yang menggunakan tenaga dari listrik yang kemudian dikembangkan untuk otomasi. Salah satu teknologi yang diciptakan pada revolusi industri tersebut adalah *Programmable Logic Controller* (PLC) [1]. PLC berfungsi sebagai pengontrol untuk proses otomatisasi di dunia industri dapat beroperasi secara digital. PLC yang didisain untuk penggunaan di lingkungan industri ini dirancang untuk menggantikan relay dalam sistem kontrol. Penggantian relay dengan menggunakan PLC berguna untuk meningkatkan produktivitas dalam proses produksi.

Pada saat ini, penggunaan PLC sangat lazim digunakan pada dunia industri [2]. Salah satu alasan terbesar perusahaan yang fokus pada dunia industri menggunakan PLC adalah untuk meminimalkan penggunaan sumber daya manusia (SDM) di pabrik [3]. Sebelum maraknya penggunaan PLC di dunia industri, masih banyak perusahaan menggunakan SDM pada setiap *workstation*. Dengan adanya PLC, penggunaan SDM dapat diminimalisir dengan menggunakan alat otomasi industri berbasis PLC yang cukup diawasi oleh sedikit pekerja.

Salah satu contoh proses yang menggunakan PLC dalam dunia industri adalah proses pencampuran cairan. Contoh produk dari hasil proses pencampuran cairan yang menggunakan PLC di dunia industri adalah cat tembok tanpa warna. Proses pembuatan cat tembok tanpa warna yaitu mencampurkan lateks akrilik dengan air, kemudian dicampurkan dengan bahan pelengkap lainnya [4]. Selain pembuatan cat, contoh lain dari proses pencampuran cairan di industri antara lain proses pembuatan minuman ringan dan pembuatan MSG (monosodium glutamat). Proses pencampuran dalam pembuatan MSG dilakukan untuk mencampurkan tetes tebu (molase) dengan beberapa bahan pelengkap [5].

Hasil studi literatur menunjukkan bahwa PLC dapat mempercepat waktu produksi suatu produk seperti proses pembuatan minuman ringan. Selain proses produksi, penggunaan PLC juga membantu perusahaan untuk menekan pengeluaran karena tidak memerlukan banyak tenaga kerja dalam proses produksinya. Hal ini tentunya sangat menguntungkan perusahaan karena seiring dengan permintaan pasar yang terus meningkat, perusahaan dapat memproduksi lebih banyak produk dengan cepat dan efektif.

Dikarenakan sangat dibutuhkan, PLC sudah diajarkan di jenjang pendidikan SMK, D3, dan S1. Di Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika UNPAR. PLC di UNPAR diajarkan dalam bentuk mata kuliah dan praktikum. Dikarenakan selama mengikuti kegiatan perkuliahan mata kuliah PLC, penulis belum pernah menggunakan alat peraga berbasis PLC yang berhubungan dengan proses industri, oleh karena itu penulis ingin mengembangkan purwarupa yang sudah ada untuk menjadi alat peraga yang dapat menunjukkan simulasi proses pencampuran cairan yang dilakukan di dunia industri.

Purwarupa yang ada saat ini adalah alat yang digunakan untuk melakukan proses pengolahan dengan satu jenis cairan. Purwarupa tersebut juga memiliki kerusakan pada alat pemanas air dan juga kekurangan motor pompa untuk melakukan proses pengadukan. Oleh karena itu, pengembangan yang akan dilakukan akan mencakup perbaikan purwarupa yang sudah ada dan penambahan fitur-fitur yang dapat digunakan untuk menunjukkan proses di industri.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, terdapat masalah-masalah yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Purwarupa alat yang dimiliki oleh Prodi TM belum dapat digunakan untuk menunjukkan proses pencampuran cairan di industri.
2. Terdapat alat peraga di laboratorium, tetapi belum dapat menunjukkan proses pencampuran cairan di industri.

Berdasarkan masalah yang diidentifikasi, maka rumusan masalah dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat alat peraga yang berhubungan dengan proses industri yang dapat dioperasikan dan digunakan untuk sebagai alat edukasi pada mata kuliah PLC?
2. Bagaimana cara membuat sistem otomatisasi pencampuran cairan dengan memanfaatkan alat peraga yang sudah dirancang sebelumnya?

1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Batasan masalah dan asumsi dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menggunakan PLC Mitsubishi FX3S yang sudah terpasang di alat peraga.
2. Desain rancangan menggunakan *base* rancangan yang sudah ada.
3. Penggunaan *valve* yang masih manual sehingga membuat proses dari awal hingga akhir tidak bisa berjalan murni secara otomatis (semi-otomatis).

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan tugas akhir adalah:

1. Mengembangkan alat peraga yang sudah ada sebagai alat edukasi untuk didemonstrasikan pada mata kuliah PLC. Alat peraga tersebut dapat berfungsi untuk melakukan proses pencampuran dan pengadukan dengan dua jenis cairan yang berbeda.
2. Membuat *manual guide* dari alat peraga yang dikembangkan.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat tugas akhir ini adalah:

1. Mengembangkan alat peraga untuk pencampuran cairan yang dapat digunakan untuk pengenalan PLC pada mata kuliah PLC.
2. Sebagai referensi bagi mahasiswa dalam mempelajari implementasi PLC di dunia industri.

1.6 Metodologi Tugas Akhir

Selama proses pengerjaan tugas akhir, metodologi yang digunakan adalah:

1. Melakukan *review* berbagai macam jurnal sebagai referensi tugas akhir.

2. Melakukan proses rekayasa mundur dengan mengamati cara kerja dari alat yang sudah dirancang sebelumnya.
3. Membuat program PLC yang akan digunakan.
4. Melakukan simulasi dengan perangkat lunak PLC.
5. Merancang alat yang dibuat dan memasukkan program yang sudah dibuat ke dalam PLC.
6. Melakukan pengujian dan analisis dari alat peraga yang dikembangkan.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan ini dibagi menjadi 5 bab, yakni sebagai berikut:

1. **Bab 1 Pendahuluan.** Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, metodologi Tugas Akhir serta sistematika penulisan .
2. **Bab 2 Tinjauan Pustaka.** Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan dibutuhkan dalam penyusunan Tugas Akhir seperti *paper review*, PLC beserta dengan penjelasan *ladder diagram*, logika dasar, instruksi *timer*, dan alat-alat yang digunakan seperti *relay*, sensor suhu, sensor ketinggian air, dan modul *step down*.
3. **Bab 3 Perancangan Sistem.** Dalam bab ini dipaparkan antara lain:
 - (a) Alat Peraga Sebelum Dikembangkan.
 - (b) Usulan Pengembangan.
 - (c) Pengembangan alat peraga.
 - (d) *Ladder diagram*.
 - (e) Diagram alir.
 - (f) Spesifikasi Alat Peraga

Bab 4 Analisis. Dalam bab ini berisi mengenai analisa dari percobaan yang dilakukan yaitu keakuratan sensor temperatur air, banyaknya tetesan pewarna yang dibutuhkan, dan pengujian keseluruhan sistem dengan menggunakan PLC.

Bab 5 Simpulan dan Saran. Dalam bab ini berisi mengenai simpulan yang didapatkan dari percobaan dan penelitian dari alat peraga yang dikembangkan dan saran sebagai pendapat yang diberikan oleh penulis dari hasil penelitian yang dilakukan.

