

**PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KELENGKAPAN ALAT  
PELINDUNG DIRI (APD) PADA PEKERJA DENGAN PENGOLAHAN  
CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK  
ONCE (YOLO)**

**SKRIPSI**

*Dijadikan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

**Oleh :**

**ALI MUNIR LUBIS**

**NPM : 2110017111045**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KELENGKAPAN ALAT  
PELINDUNG DIRI (APD) PADA PEKERJA DENGAN PENGOLAHAN  
CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK  
ONCE (YOLO)**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

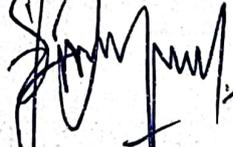
**Oleh :**

**ALI MUNIR LUBIS**

**NPM : 2110017111045**

**Disetujui Oleh:**

**Pembimbing**



**Dr. Ir. Ija Darmana MT., IPM**

**NIK: 940 700 335**

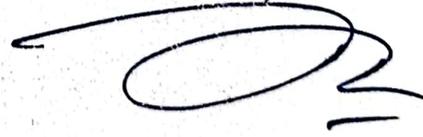
**Diketahui Oleh**

**Fakultas Teknologi Industri  
Dekan,**



**Prof. Dr. Eng. Reni Resmiarti, ST, MT**  
**NIK: 990 500 496**

**Jurusan Teknik Elektro  
Ketua,**



**Ir. Arzul., MT**  
**NIK: 941 100 396**

**LEMBARAN PENGUJI**  
**PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KELENGKAPAN ALAT**  
**PELINDUNG DIRI (APD) PADA PEKERJA DENGAN PENGOLAHAN**  
**CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK**  
**ONCE (YOLO)**

**SKRIPSI**

**ALI MUNIR LUBIS**

**NPM : 2110017111045**

**Dipertahankan di depan penguji Skripsi**  
**Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro**  
**Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta**  
**Hari: Sabtu, 21 Januari 2023**

No. Nama

1. **Dr. Ir. Ija Damana, M.T., IPM**

(Ketua dan Penguji)

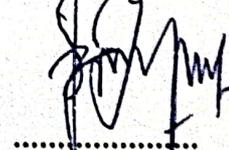
2. **Mirza Zoni, S.T., M.T.**

(Penguji)

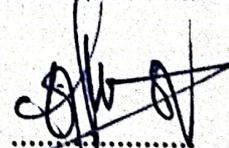
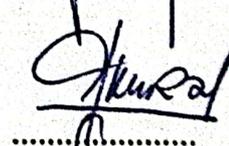
3. **Ir. Yani Ridal, M.T.**

(Penguji)

Tanda Tangan



25  
2 2023



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul "Perancangan Alat Pendeteksi Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Pekerja Dengan Pengolahan Citra Digital Menggunakan Algoritma You Only Look Once (YOLO)" adalah benar – benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan – bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

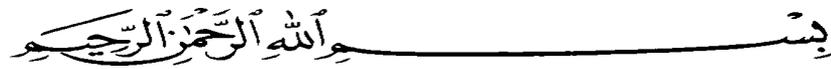
Padang, 21 Januari 2023



Ali Munir Lubis

NPM: 2110017111045

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul *“perancangan alat pendeteksi kelengkapan alat pelindung diri (apd) pada pekerja dengan pengolahan citra digital menggunakan algoritma you only look once (yolo)”*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak, karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Ija Darmana,,M.T.,IPM, selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga laporan ini dapat diselesaikan.

1. Drs. Gong Matua Lubis & Binar S.Pd sebagai orang tua yang selalu memberikan dukungan do'a dan semangat demi keselamatan, kesehatan dan kesuksesan anaknya
2. Istri, Titik Porwasih, You are the best thing happen in my life
3. Ibu Prof. Dr. Reni Desimiarti, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Arzul, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
5. Bapak Dr.Ir. Ija Darmana,,M.T.,IPM Selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Bapak Ir. Yani Ridal., MT selaku Penasehat kelas mandiri angkatan 21.
7. Bapak/ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
8. Teman-teman yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan pembuatan skripsi ini.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam skripsi ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang akan membangun penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, 18 Januari 2023

Penulis

## ABSTRAK

APD merupakan alat yang digunakan oleh tenaga kerja untuk melindungi seluruh tubuh atau sebagian tubuh terhadap kemungkinan adanya potensi bahaya atau kecelakaan kerja. Setiap pekerjaan selalu mengandung potensi resiko bahaya dalam bentuk kecelakaan kerja. Sebelum tahun 2014 ada peningkatan jumlah kasus kecelakaan akibat kerja dari 9.891 menjadi 35.917 kasus kecelakaan kerja. Tahun 2010 Jamsostek mencatat terjadi kasus kecelakaan kerja sebanyak 98.711 kasus. Berdasarkan hasil studi didapatkan data jumlah karyawan tenaga kerja sebesar 135 karyawan pekerja yang tidak mematuhi penggunaan APD menunjukkan 78% atau 105 karyawan dari 135 karyawan, dan 22% atau 30 karyawan dari 135 karyawan yang mematuhi penggunaan APD sesuai aturan. Salah satu cara untuk dapat meningkatkan kesadaran pekerja untuk menggunakan APD adalah dengan membuat suatu sistem dapat mendeteksi kelengkapan APD seorang pekerja, sehingga pekerja tidak dapat memasuki area pabrik apabila tidak menggunakan APD lengkap Kamera merupakan suatu sensor yang dapat digunakan untuk menangkap gambar untuk dapat diolah oleh komputer sehingga dapat mendeteksi pekerja yang tidak menggunakan APD lengkap. Algoritma yang akan digunakan untuk dapat mengenali objek adalah algoritma *you only look once (YOLO)*. YOLO merupakan salah satu algoritma terbaik untuk dapat mengenali suatu objek dengan tingkat akurasi dan kecepatan proses yang tinggi. Nantinya sistem ini diharapkan dapat mendeteksi kelengkapan APD pekerja dengan keakuratan diatas 80% dan dapat meningkatkan kesadaran untuk menggunakan APD.

Kata Kunci : *APD, Kecelakaan, Pekerja, Pengolahan Citra, YOLO*

## ABSTRACT

PPE is a tool used by workers to protect the whole body or part of the body against the possibility of potential hazards or work accidents. Every job always contains a potential risk of danger in the form of work accidents. Prior to 2014 there was an increase in the number of work-related accident cases from 9,891 to 35,917 work-related accident cases. In 2010 Social Security recorded 98,711 cases of work accidents. Based on the study results, it was found that the number of workforce employees was 135 employees who did not comply with the use of PPE, showing 78% or 105 employees out of 135 employees, and 22% or 30 employees out of 135 employees who adhered to the use of PPE according to the rules. One way to increase worker awareness of using PPE is to create a system that can detect the completeness of a worker's PPE, so that workers cannot enter the factory area if they do not use complete PPE. Camera is a sensor that can be used to capture images to be processed by a computer. so that it can detect workers who do not use complete PPE. The algorithm that will be used to recognize objects is the you only look once (YOLO) algorithm. YOLO is one of the best algorithms to be able to recognize an object with a high level of accuracy and processing speed. Later this system is expected to be able to detect the completeness of PPE workers with accuracy above 80% and can increase awareness to use PPE.

Kata Kunci : *PPE, Accident, Workers, Image Processing, YOLO*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBARAN PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBARAN PENGUJI</b>	
<b>LEMBARAN PERNYATAAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>BAB I</b>	<b>I-1</b>
<b>PENDAHULUAN</b>	<b>I-1</b>
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah	I-3
I.4 Tujuan Penelitian	I-3
I.5 Manfaat Penelitian	I-3
<b>BAB II</b>	<b>II-4</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>II-4</b>
2.1. Tinjauan Penelitian	II-4
2.2. Landasan Teori	II-7
2.2.1. Alat Pelindung Diri (APD)	II-7
2.2.2. Python	II-9
2.2.3. Open CV	II-10
2.2.4. Citra Digital	II-12
2.2.5. Pengolahan Citra Digital (Digital Image Processing)	II-13
2.2.6. Pengenalan Pola	II-14
2.2.7. Pendekatan Secara Statistik	II-14
2.2.8. Pendekatan Secara Struktural	II-15
2.2.9. Artificial Intelligence	II-16
2.2.10. Machine Learning	II-16

2.2.11. Deep Learning	II-17
2.2.12. Artificial Neural Network	II-17
2.2.13. CNN / ConvNet (Convolutional Neural Network)	II-18
2.2.14. YOLO (You Only Look Once)	II-22
<b>BAB III</b>	<b>III-39</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>III-39</b>
3.1. Alat dan Bahan Penelitian	III-39
3.2. Alur Penelitian	III-39
3.3. Uraian Penelitian	III-40
3.3.1. Identifikasi Masalah	III-40
3.3.2. Studi Literatur	III-41
3.3.3. Perancangan	III-41
3.3.4. Pengumpulan Data	III-43
3.3.5. Pelatihan Jaringan (Training Process)	III-44
<b>BAB IV</b>	<b>IV-47</b>
<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	<b>IV-47</b>
<b>4.1 Hasil Perancangan</b>	<b>IV-47</b>
4.2 Implementasi	IV-47
4.2.1. Pengumpulan Data	IV-47
4.2.2. Pelabelan Objek	IV-49
4.2.3. Pelatihan Sistem (Training)	IV-50
4.2.4. Proses Deteksi YOLO v5	IV-55
4.3. Pengujian Performa Sistem	IV-58
4.3.1. Pengujian Akurasi Deteksi Objek	IV-58
4.3.2. 4.2.2 Pengujian Pengaruh Jarak Deteksi	IV-62
<b>BAB V</b>	<b>V-65</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>V-65</b>
V.1 5.1 Kesimpulan	V-65
V.2 5.2 Saran	V-65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>V-66</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 APD Untuk Bagian Kepala	II-9
Gambar 2. 2 Logo Python	II-9
Gambar 2. 3 Logo Open CV	II-12
Gambar 2. 4 Citra Digital dalam sumbu kordinat x dan y.	II-12
Gambar 2. 5 Diagram Pendekatan Secara Statistik.	II-15
Gambar 2. 6 Diagram Pendekatan Secara Struktual.	II-16
Gambar 2. 7 Struktur jaringan saraf tiruan	II-18
Gambar 2. 8 Arsitektur Convolutional Neural Network	II-19
Gambar 2. 9 Arsitektur CNN	II-20
Gambar 2. 10 Arsitektur sederhana YOLO.	II-23
Gambar 2. 11 Model dari metode YOLO.	II-25
Gambar 2. 12 Arsitektur YOLO	II-27
Gambar 2. 13 Pembagian citra SxS grid	II-28
Gambar 2. 14 Pembagian nilai dari setiap grid sel	II-29
Gambar 2. 15 Intersection Over Union	II-29
Gambar 2. 16 Mengukur Tensor dari 2 kelas yang sama	II-30
Gambar 2. 17 Perhitungan bbox dengan <i>class</i> yang sama.	II-30
Gambar 2. 18 Perhitungan bbox dengan class yang sama.	II-31
Gambar 2. 19 Hasil perhitungan matrix bb	II-31
Gambar 2. 20 Perhitungan bbox dengan class yang berbeda	II-32
Gambar 2. 21 Perhitungan bbox dengan class yang berbeda	II-32
Gambar 2. 22 Perhitungan bbox dengan class yang berbeda	II-33
Gambar 2. 23 Hasil dari matriks bb	II-33
Gambar 2. 24 Pengurutan Class berdasarkan Skor	II-34
Gambar 2. 25 Pendaftaran Semua bbox dengan Skor kelas	II-34
Gambar 2. 26 Mencari nilai IoU pada setiap bbox	II-35
Gambar 2. 27 Mencari nilai IoU pada setiap bbox	II-35
Gambar 2. 28 Mencari nilai IoU pada setiap bbox	II-36
Gambar 2. 29 Hasil akhir peneteksian YOLO	II-36
Gambar 2. 30 Confusion Matrix	II-37

Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	III-40
Gambar 3. 2 Posisi kamera dan objek deteksi.	III-41
Gambar 3. 3 Blok Diagram	III-42
Gambar 3. 4 Flowchart Proses metode YOLO (You Only Look Once)	III-43
Gambar 3. 5 Situs google.com dengan kata kunci safety glasses.	III-44
Gambar 3. 6 Alur pelatihan Jaringan	III-45
Gambar 3. 7 Arsitektur jaringan deteksi objek YOLO v5	III-46
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan	IV-47
Gambar 4. 2 Gambar yang dikumpulkan dari Google.com	IV-48
Gambar 4. 3 Gambar yang dikumpulkan dari foto dilingkungan kerja	IV-49
Gambar 4. 4 Proses Pelabelan Citra	IV-50
Gambar 4. 5 Isi dari <i>file</i> “.txt” pelabelan citra	IV-50
Gambar 4. 6 Command konfigurasi untuk training	IV-51
Gambar 4. 7 Tampilan window CMD pada saat proses training	IV-52
Gambar 4. 8 Tampilan hasil training pada window CMD	IV-53
Gambar 4. 9 Gambar 4.8 Grafik hasil proses training	IV-53
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan akurasi dan presisi	IV-54
Gambar 4. 11 Perbandingan Pelabelan dan Prediksi.	IV-55
Gambar 4. 12 Kode program import libraries	IV-55
Gambar 4. 13 Kode program pembuatan bounding box	IV-56
Gambar 4. 14 Kode program penulisan bounding box ke citra	IV-57
Gambar 4. 15 Hasil citra deteksi	IV-57
Gambar 4. 16 Setup untuk pengujian akurasi.	IV-58
Gambar 4. 17 Pengujian deteksi dengan jarak 2 meter	IV-62
Gambar 4. 18 Hasil pengujian deteksi dengan jarak 2 meter.	IV-62

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Akurasi Deteksi Objek	IV-59
Tabel 4. 2 Tabel Confusion Matrix hasil deteksi APD pada dataset penulis	IV-61
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Akurasi Deteksi Berdasarkan Jarak Deteksi	IV-63
Tabel 4. 4 Tabel Confusion Matrix hasil deteksi APD pada dataset penulis	IV-64

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Alat pelindung diri (untuk selanjutnya disingkat dengan APD) merupakan alat yang digunakan oleh tenaga kerja untuk melindungi seluruh tubuh atau sebagian tubuh terhadap kemungkinan adanya potensi bahaya atau kecelakaan kerja (Safety, 2008). Penggunaan APD menjadi bentuk pengendalian resiko terakhir untuk melindungi tenaga kerja dari bahaya keselamatan kerja.

Menerapkan kepatuhan menggunakan APD penting dilakukan sebagai tanggung jawab perusahaan untuk melindungi tenaga kerja dari bahaya keselamatan kerja dan kesehatan kerja. Islam mengajarkan kita sebagai manusia agar dalam melakukan pekerjaan harus mementingkan penggunaan alat pelindung diri dan berperilaku yang baik agar dalam bekerja jangan tergesah-gesah (QS. Al-Isra : 11).

Setiap pekerjaan selalu mengandung potensi resiko bahaya dalam bentuk kecelakaan kerja. Besarnya potensi kecelakaan dan penyakit kerja tersebut tergantung dari jenis produksi, teknologi yang dipakai, bahan yang digunakan, tata ruang dan lingkungan bangunan serta kualitas manajemen dan tenaga-tenaga pelaksana. Sebelum tahun 2014 ada peningkatan jumlah kasus kecelakaan akibat kerja dari 9.891 menjadi 35.917 kasus kecelakaan kerja. Tahun 2010 Jamsostek mencatat terjadi kasus kecelakaan kerja sebanyak 98.711 kasus (Menakertrans, 2011). Berdasarkan data *International Labour Organization (ILO)* tahun 2013, 1 pekerja di dunia meninggal setiap 15 detik karena kecelakaan kerja dan 160 pekerja mengalami sakit akibat kerja.

Di tahun sebelumnya (2012) *ILO* mencatat angka kematian dikarenakan kecelakaan dan penyakit akibat kerja (PAK) sebanyak 2 juta kasus setiap tahun. Lebih lanjut dr. Muchtaruddin mengungkapkan, dari hasil laporan pelaksanaan kesehatan kerja di 26 Provinsi di Indonesia tahun 2013, jumlah kasus penyakit umum pada pekerja ada sekitar 2.998.766 kasus, dan jumlah kasus penyakit yang berkaitan dengan pekerjaan berjumlah 428.844 kasus.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan oleh Rizka Ayu Zahara, Santoso Ujang Effendi, Nurul Khairani. 2017. Kepatuhan Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD). penelitian di Perusahaan Rokok (untuk selanjutnya disingkat dengan PR) Putra Masa Depan pada tanggal 3 Februari 2018 didapatkan data jumlah karyawan tenaga kerja sebesar 135 karyawan pekerja yang tidak mematuhi penggunaan APD menunjukkan 78% atau 105 karyawan dari 135 karyawan, dan 22% atau 30 karyawan dari 135 karyawan yang mematuhi penggunaan APD sesuai aturan di PR. Putra Masa Depan. Hasil wawancara beberapa karyawan yang tidak mematuhi penggunaan APD dengan benar mengatakan mereka tidak ingin menggunakan sebagian APD terutama masker, sarung tangan dan ear plug pada saat bekerja dikarenakan tidak terbiasa atau sudah kebal dan susah bernafas.

Salah satu cara untuk dapat meningkatkan kesadaran pekerja untuk menggunakan APD adalah dengan membuat suatu sistem dapat mendeteksi kelengkapan APD seorang pekerja, sehingga pekerja tidak dapat memasuki area pabrik apabila tidak menggunakan APD lengkap. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran untuk menggunakan APD.

Penelitian ini diilhami oleh penelitin sebelumnya yang berjudul " RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI WAJAH DAN PENDETEKSI SUHU TUBUH OTOMATIS GUNA MEMINIMALISIR PENYEBARAN COVID-19" (Rifah Tri Hapsari: Universitas Muhammadiyah Makassar 2021), maka dalam penelitin ini akan dikembangkan sebuah sistem dengan judul **PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KELENGKAPAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD) PADA PEKERJA DENGAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)**. Perancangan sistem tersebut diharapkan dapat membantu meningkatkan kesadaran untuk selalu menggunakan APD lengkap didalam area kerja.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang maka penulis merumuskan rumusan masalahnya:

1. Bagaimana merancang pendeteksian kelengkapan APD?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem pendeteksi kelengkapan APD pada pekerja di dalam area kerja?

## **I.3 Batasan Masalah**

Agar tidak meluasnya pembahasan maka penulis menentukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Sistem ini melakukan pengolahan citra di laptop/PC yang terhubung dengan *external* kamera
2. Sistem ini hanya dapat mendeteksi 2 jenis APD yaitu helm dan kaca mata safety.
3. Menggunakan 2 suara yang berbeda untuk indikator pendeteksian helm dan kaca mata safety
4. Pengujian terhadap jarak hanya dilakukan untuk jarak 1-5 meter

## **I.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah maka dapat disimpulkan tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Dapat merancang sebuah sistem pendeteksi kelengkapan APD
2. Dapat mengimplementasikan sistem pendeteksi kelengkapan APD ini pada area kerja

## **I.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat membuat sistem pengenalan objek dengan tingkat akurasi dan kecepatan proses yang tinggi.
2. Bagi penulis supaya dapat menambah wawasan, pengetahuan, dan pengembangan ilmu penulis khususnya yang berhubungan dengan sistem kendali dan otomatis.
3. Bagi industri dapat mengurangi tingkat kecelakaan kerja akibat tidak menggunakan alat pelindung diri dengan memberikan peringatan pada pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung diri.