

**SISTEM IDENTIFIKASI JUMLAH PRODUK BERBASIS
PENGOLAHAN CITRA DENGAN ALGORITMA YOLO PADA
PROSES PENGEPAKAN INDUSTRI MANUFAKTUR**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Syamsul Falah

218441020



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Sistem Identifikasi Jumlah Produk Berbasis Pengolahan Citra dengan
Algoritma YOLO pada Proses Pengepakan Industri Manufaktur**

Oleh:

Syamsul Falah

218441020

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Diploma IV
Politeknik Manufaktur Bandung

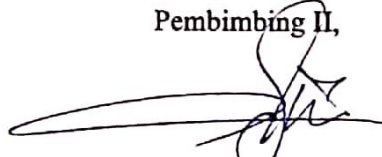
Bandung, Januari 2023

Disetujui,

Pembimbing I,

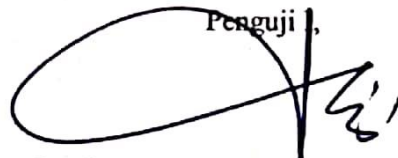

Dr. Susetvo Bagas Bhaskoro, M.T.
NIP 198706222015041002

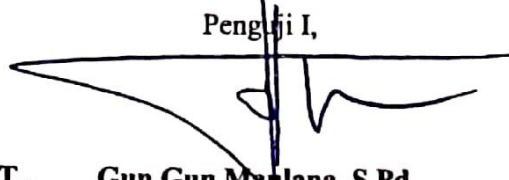
Pembimbing II,


Hadi Suprivanto, S.T., M.T.
NIP 196911081993031002

Disahkan,

Penguji I,


Dr. Setyawan Ajie Sukarno, S.S.T.,
M.T., M.Sc.Eng.
NIP. 198004282008101001


Gun Gun Maulana, S.Pd.,
M.T.
NIP. 198204272014041001

Penguji III


Suharvadi Pancono,
Dipl.Ing.HTL., M.T.
NIP. 196701171990031004

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Syamsul Falah
NIM : 218441020
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma IV
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Sistem Identifikasi Jumlah Produk Berbasis
Pengolahan Citra dengan AlgoritmaYOLO pada
Proses Pengepakan Industri Manufaktur.

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 10 Januari 2023

Yang Menyatakan,

(Syamsul Falah)

NIM 218441020

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Syamsul Falah
NIM : 218441020
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Sistem Identifikasi Jumlah Produk Berbasis
Pengolahan Citra dengan Algoritma YOLO
pada Proses Pengepakan Industri Manufaktur.

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 10 Januari 2023

Yang Menyatakan,

(Syamsul Falah)

NIM 218441020

MOTO PRIBADI

Yakinlah Allah tidak akan pernah meninggalkan hamba-Nya.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subahanahu wa ta'ala*, yang karena karunia dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini dengan sebaik mungkin, dengan rahmat dan ridha-Nya, Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul; “SISTEM IDENTIFIKASI JUMLAH PRODUK BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DENGAN ALGORITMA YOLO PADA PROSES PENGEPAKAN INDUSTRI MANUFAKTUR”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.T.
4. Kedua Pembimbing tugas akhir Bapak Dr. Susetyo Bagas Bhaskoro, M.T. dan Hadi Supriyanto S.T., M.T.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dr. Setyawan Ajie Sukarno, SST., M.T, M.Sc.Eng., Bapak Gun Gun Maulana, S.Pd., M.T., dan Bapak Suharyadi Pancono, Dipl. Ing. HTL., M.T.
6. Panitia tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T., Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja, S.T., M.T.

7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Alm. Asep M. Mulyana, dan Alm. Lia Sri Mulyani yang selalu menjadi motivasi untuk selalu semangat dan untuk menjadi lebih baik lagi.
8. Wali penulis Uun Utari yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Sahabat – sahabat penulis dari Kosan Basis serta sahabat seperjuangan AE dan khususnya AEC 2018 yang telah memberikan bantuan dalam menjalani proses penyelesaian tugas akhir ini.
10. Yang terkasih Nathalia Glori Aurel Shane yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan mendoakan untuk kelancaran penyelesaian Tugas Akhir.
11. Rekan – rekan POLMAN Bandung, kakak tingkat, adik tingkat, dan kawan-kawan yang telah memberikan bantuan, pengalaman, dan waktunya untuk penulis sehingga penulis dapat mengatasi permasalahan yang ada selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Yaa Rabbal'alamiin.

Bandung, Januari 2023

Penulis

ABSTRAK

Machine vision merupakan teknologi yang biasa digunakan pada industri modern untuk analisis dan inspeksi otonom berbasis citra. Machine vision dapat diterapkan untuk deteksi kehadiran, pengukuran otomatis, pembacaan barcode, membandingkan warna, deteksi cacat produk, perhitungan produk otomatis dan lain – lain. Machine vision membantu proses analisis dan inspeksi produk di industri lebih cepat dibandingkan dengan analisis dan inspeksi manual. Penelitian ini menerapkan machine vision pada sistem identifikasi jumlah produk berbasis pengolahan citra pada proses pengepakan industri manufaktur dengan menggunakan algoritma YOLOv4 dan evaluasi sistem confusion matrix. Hasil dari identifikasi disimpan di database dan ditampilkan pada website agar memudahkan proses monitoring. Sistem ini telah melakukan beberapa pengujian terutama pengujian fungsi utama sistem yaitu perhitungan produk, dilakukan 10x percobaan. Kemudian, pengujian variasi intensitas cahaya dengan range 20 – 225lux dan variasi ketinggian dengan range 48 – 68 cm dengan masing – masing pengujian sebanyak 10x percobaan. Dari pengujian yang telah dilakukan diterapkan evaluasi confusion matrix dan menghasilkan akurasi dan presisi sebesar 100% dan error sebesar 0%. Kecepatan komputasi rata – rata dari sistem ini sebesar 6.95 FPS dengan bantuan CUDA.

Kata kunci: *machine vision, object counter, object detection, YOLOv4.*

ABSTRACT

Machine vision is a technology commonly used in modern industry for image-based autonomous analysis and inspection. Machine vision can be applied to presence detection, automatic measurement, barcode reading, color comparison, product defect detection, automatic product calculation and others. Machine vision helps the process of product analysis and inspection in the industry faster than manual analysis and inspection. This study applies machine vision to an image processing-based product number identification system in the manufacturing industry packing process using the YOLOv4 algorithm and evaluation of the confusion matrix system. The results of the identification are stored in a database and displayed on the website to facilitate the monitoring process. This system has carried out several tests, especially testing the main function of the system, namely product calculations, carried out 10x experiments. Then, testing variations in light intensity with a range of 20 – 225 lux and variations in height with a range of 48 – 68 cm with 10 trials each. From the tests that have been carried out, an evaluation of the confusion matrix is applied and produces an accuracy and precision of 100% and an error of 0%. The average computing speed of this system is 6.95 FPS with the help of CUDA.

Keywords: machine vision, object counter, object detection, YOLOv4.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 <i>Machine Vision</i>	II-1
II.1.2 Deteksi Objek (<i>Object Detection</i>).....	II-1
II.1.3 Citra.....	II-2
II.1.4 Algoritma YOLO	II-3
II.2 Tinjauan Alat.....	II-4
II.2.1 Hardware Komputasi	II-4
II.2.2 Webcam Fantech C30 QHD.....	II-5
II.2.3 Mikrokontroler Arduino UNO R3	II-5

II.2.4	Motor Stepper NEMA17-HS4401	II-7
II.2.5	Aluminium Profile	II-7
II.2.6	Sensor Jarak Sharp GP2Y0A02YK0F	II-8
II.2.7	Driver Stepper TB6560 Upgrade	II-9
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-9
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Gambaran Umum Sistem.....	III-1
III.1.1	Diagram Alir Sistem	III-2
III.2	Perancangan Mekanikal Sistem.....	III-3
III.3	Perancangan Elektrikal Sistem	III-3
III.4	Penerapan Metode <i>Waterfall</i> untuk Perancangan <i>Program</i>	III-4
III.4.1	Analisa Tuntutan Sistem	III-5
III.4.2	Perancangan Sistem	III-6
III.4.3	Implementasi Rancangan	III-9
III.4.4	Pengujian Rancangan Sistem	III-15
III.4.5	Evaluasi Sistem	III-20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Hasil Pengujian Rancangan Elektrikal dan Mekanikal Sistem.....	IV-1
IV.2	Hasil Pengujian Rancangan Program Sistem.....	IV-2
IV.2.1	Hasil Pengujian Model Algoritma Deteksi Objek	IV-2
IV.2.2	Hasil Pengujian Logika Penghitung Objek	IV-6
IV.2.3	Hasil Pengujian dengan Variasi Intesitas Cahaya.....	IV-15
IV.2.4	Hasil Pengujian dengan Variasi Ketinggian	IV-21
IV.2.5	Hasil Pengujian Input Data ke Dalam Tabel <i>Database</i>	IV-26
IV.2.6	Hasil Pengujian Integrasi Tabel <i>Database</i> dengan <i>Website</i>	IV-27
BAB V PENUTUP.....		V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA		xviii
LAMPIRAN.....		xxi

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Spesifikasi Laptop ASUS TUF FX505DD.	II-4
Tabel II.2. <i>Webcam</i> Fantech C30 QHD.	II-5
Tabel II.3. Spesifikasi Arduino UNO R3.....	II-6
Tabel II.4. Spesifikasi Motor Stepper NEMA 17-HS4401.	II-7
Tabel II.5. Spesifikasi Sensor Jarak Sharp GP2Y0A02YK0F [21].	II-8
Tabel II.6. Spesifikasi Driver TB6560 Upgrade [22].	II-9
Tabel II.7. Studi Penelitian Terdahulu	II-10
Tabel III.1. Spesifikasi Rancangan Mekanikal.	III-3
Tabel III.2. Spesifikasi Rancangan Elektrikal Sistem.....	III-4
Tabel III.3. Tabel Data – Data Tuntutan Sistem.	III-6
Tabel III.4. Tabel Skema Pengujian Sistem.....	III-15
Tabel III.5. Metode Pengujian Klasifikasi Objek.	III-16
Tabel III.6. Metode Pengujian Nilai Confidence pada Deteksi Objek.	III-16
Tabel III.7. Metode Pengujian Deteksi Objek dengan Kondisi Berbeda.	III-17
Tabel III.8. Metode Pengujian Kecepatan Komputasi.	III-17
Tabel III.9. Metode Pengujian Perhitungan Objek.	III-18
Tabel III.10. Metode Pengujian Perhitungan Objek.	III-19
Tabel III.11. Metode Pengujian Input Data ke Dalam Tabel <i>Database</i>	III-19
Tabel III.12. Metode Pengujian Integrasi Tabel <i>Database</i> dengan <i>Website</i>	III-20
Tabel III.13. Contoh <i>Confusion matrix</i>	III-21
Tabel IV.1. Tabel Hasil Pengujian Elektrikal dan Mekanikal.	IV-1
Tabel IV.2. Pengujian Deteksi dan Klasifikasi Objek.	IV-2
Tabel IV.3. Tabel Hasil Pengujian Nilai Confidence Deteksi Objek.	IV-4
Tabel IV.4. Tabel Hasil Pengujian Kecepatan.	IV-5
Tabel IV.5. Tabel Hasil Pengujian Perhitungan Objek Tutup Botol.	IV-6
Tabel IV.6. Tabel Hasil Pengujian Perhitungan Objek Tutup Botol.	IV-7
Tabel IV.7. Tabel Hasil Pengujian Perhitungan Objek Tutup Botol.	IV-8
Tabel IV.8. Tabel Hasil Pengujian Perhitungan Objek Tutup Botol.	IV-9
Tabel IV.9. Tabel Hasil Pengujian Perhitungan Objek Tutup Botol.	IV-11
Tabel IV.10. Tabel Hasil Pengujian Perhitungan Objek Tutup Botol.	IV-12
Tabel IV.11 Pengujian Deteksi Objek dengan Kondisi Khusus.	IV-13

Tabel IV.12 Pengujian Deteksi Objek dengan Kondisi Khusus.	IV-14
Tabel IV.13 Tabel Pengujian dengan Intesitas Cahaya 225 lux.	IV-15
Tabel IV.14 Tabel Pengujian dengan Intesitas Cahaya 200 lux.	IV-16
Tabel IV.15 Tabel Pengujian dengan Intesitas Cahaya 120 lux.	IV-17
Tabel IV.16 Tabel Pengujian dengan Intesitas Cahaya 90 lux.	IV-19
Tabel IV.17 Tabel Pengujian dengan Intesitas Cahaya 20 lux.	IV-20
Tabel IV.18 Tabel Pengujian dengan Ketinggian 48 cm.	IV-21
Tabel IV.19 Tabel Pengujian dengan Ketinggian 53 cm.	IV-22
Tabel IV.20 Tabel Pengujian dengan Ketinggian 58 cm.	IV-23
Tabel IV.21 Tabel Pengujian dengan Ketinggian 63 cm.	IV-24
Tabel IV.22 Tabel Pengujian dengan Ketinggian 68 cm.	IV-25

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Komponen Dasar <i>Machine Vision</i>	II-1
Gambar II.2. Contoh <i>Objet Detection</i>	II-2
Gambar II.3. Proses alur kerja pada Algoritma YOLO[17].....	II-3
Gambar II.4. Perbandingan YOLOv4 dan YOLOv3.	II-4
Gambar II.5. <i>Webcam Fantech C30 QHD</i>	II-5
Gambar II.6. <i>Arduino UNO R3</i>	II-6
Gambar II.7. <i>Motor Stepper NEMA17-HS4401</i>	II-7
Gambar II.8. <i>Aluminium Profile</i>	II-8
Gambar II.9. <i>Sensor Jarak Sharp GP2Y0A02YK0F</i>	II-8
Gambar II.10. <i>Driver Stepper TB6560 Upgrade</i>	II-9
Gambar III.1. <i>Gambaran Umum Sistem</i>	III-1
Gambar III.2. <i>Diagram Alir Sistem</i>	III-2
Gambar III.3. <i>Rancangan Mekanikal Sistem</i>	III-3
Gambar III.4. <i>Rancangan Elektrikal Sistem</i>	III-3
Gambar III.5. <i>Tahapan – Tahapan Penerapan Metode Penelitian Waterfall</i> [24].	III-5
Gambar III.6. <i>Perbandingan YOLOv4 dengan Model Deteksi Objek Lain</i> [10]. III- 7	
Gambar III.7. <i>Hasil Penerapan Non Maximum Supression</i> [25]......	III-8
Gambar III.8. <i>Struktur Database</i>	III-8
Gambar III.9. <i>Logo CodeIgniter</i>	III-9
Gambar III.10. <i>Contoh Macam Dataset yang Perlu Dikumpulkan</i>	III-10
Gambar III.11. <i>Tampilan LabelImg</i>	III-11
Gambar III.12. <i>Isi dari File .txt</i>	III-11
Gambar III.13. <i>Logo Google Colaboratory</i>	III-12
Gambar III.14. <i>Chart Avg. Loss vs. Iterations</i>	III-12
Gambar III.15. <i>Hasil Training Dataset dengan Transfer Learning</i>	III-13
Gambar III.16. <i>Implementasi Logika Penghitung Objek</i>	III-13
Gambar III.17. <i>Structure Tabel Database pada MySQL</i>	III-14
Gambar IV.1. <i>Isi File obj.names</i>	IV-3
Gambar IV.2. <i>Tabel Database</i>	IV-27

Gambar IV.3. Tabel <i>Database</i>	IV-27
Gambar IV.4. Halaman Dashboard Menampilkan Data dari Tabel <i>Database</i> .	IV-28

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Program Pendeteksian dan Perhitungan Objek.....	xxi
LAMPIRAN 2 Program Motor Stepper.....	xxv

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

YOLO	= <i>You Only Look Once.</i>
CV	= <i>Computer Vision.</i>
AIA	= <i>Automated Imaging Association.</i>
CNN	= <i>Convolutional Neural Network.</i>
IoU	= <i>Intercession over Union.</i>
CPU	= <i>Central Processing Unit.</i>
GPU	= <i>Graphics Processing Unit.</i>
CUDA	= <i>Compute Unified Device Architecture.</i>
DNN	= <i>Deep Neural Network.</i>
NMS	= <i>Non Maximum Supression.</i>
PHP	= <i>Hypertext Preprocessor.</i>
Cm	= <i>centimeter</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Machine vision merupakan teknologi yang biasa digunakan pada industri modern untuk analisis dan inspeksi otonom berbasis citra [1]. Menurut Harry pada artikel [2] menyatakan machine vision dapat diterapkan untuk deteksi kehadiran, pengukuran otomatis, pembacaan barcode, membandingkan warna, deteksi cacat produk, perhitungan produk otomatis dan lain – lain. Machine vision sendiri sering disamakan dengan computer vision [3] dan memiliki sistem yang terdiri dari beberapa proses secara berurutan, diantaranya; akuisisi citra, digitalisasi, *filtering*, pengumpulan informasi, dan eksekusi keputusan [4].

Pada perkembangannya, machine vision telah diterapkan di berbagai bidang industri seperti industri makanan, industri tekstil, dan industri keramik [5] dikarenakan penggunaan machine vision membuat analisis dan inspeksi lebih cepat dibandingkan dengan analisis dan inspeksi manual. Menurut M. A. Khalim dkk. pada penelitian [6] menjelaskan bahwa pada salah satu perusahaan, perhitungan produk masih dilakukan secara manual yang tidak berbanding sama dengan hasil produksi yang lebih besar sehingga perhitungan produk tertumpuk. Oleh karena itu, teknologi menjadi solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut dan salah satu teknologi yang cocok adalah machine vision.

Beberapa tahun terakhir, terdapat beberapa penelitian yang menyinggung tentang penggunaan machine vision baik di industri maupun pada bidang lainnya. Pada penelitian [7] menjelaskan penggunaan machine vision dalam perhitungan produk berupa botol dan telur dengan menggunakan metode Otsu thresholding dan transformasi Hough dengan hasil sistem dapat mendeteksi 26 telur dari 26 telur aktual, mendeteksi 28 telur dari 28 telur aktual, dan dapat mendeteksi 18 botol dari 18 botol aktual secara horizontal, mendeteksi 18 botol dari 18 botol aktual secara vertikal. Pada penelitian [8] menjelaskan penggunaan machine vision dengan algoritma deteksi objek YOLO dan algoritma MOT Deep SORT untuk aplikasi perhitungan buah pir secara real-time dengan hasil rata – rata presisi 98% dan membandingkan penggunaan algoritma YOLO diantaranya; YOLOv4-CSP-608,

YOLOv4-608, YOLOv4-tiny-608, YOLOv4-CSP-512, YOLOv4-512, YOLOv4-tiny-512, YOLOv4-416, YOLOv4-tiny. Pada penelitian [9] menjelaskan penggunaan machine vision dengan algoritma yang sama seperti [8] untuk aplikasi sistem klasifikasi dan perhitungan kendaraan menggunakan evaluasi confusion matrix dengan hasil penelitian rata – rata presisi 98.35%, rata – rata *recall* 99.28%, dan rata – rata *F-measure* 98.81%. Pada penelitian juga membandingkan penggunaan algoritma deteksi objek YOLO diantaranya; YOLOv3, YOLOv3-tiny, YOLOv4, dan YOLOv3-SPP dengan mAP (*mean Average Precision*) secara berurutan 86.6%, 87.13%, 89.7%, dan 98.06%. Menurut [10] YOLOv4 memiliki mAP yang lebih besar 10% dan memiliki FPS lebih besar 12% dibandingkan dengan YOLOv3 sehingga penulis menggunakan algoritma YOLOv4.

Dengan penjelasan di atas, pada penelitian ini penulis telah membuat sistem identifikasi jumlah produk berbasis pengolahan citra pada proses pengepakan industri manufaktur dengan algoritma pendeteksian objek YOLOv4 dan evaluasi confusion matrix. Kemudian, hasil dari identifikasi disimpan di database dan ditampilkan pada website. Sistem ini diharapkan dapat membantu sebuah industri dalam identifikasi jumlah fisik sebuah produk dengan cepat dibandingkan identifikasi manual.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang penelitian, didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana cara meningkatkan akurasi dan presisi dalam perhitungan produk pada proses pengepakan?
- 2) Bagaimana cara pengambilan gambar produk dilakukan?
- 3) Bagaimana cara menentukan produk yang dideteksi dapat terhitung?
- 4) Bagaimana cara monitoring data hasil perhitungan dilakukan?
- 5) Apa saja parameter yang dibutuhkan sehingga sistem dapat mendeteksi dan menghitung objek dengan hasil yang optimal?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

- 1) Sistem menggunakan satu kamera *webcam* dengan resolusi 2560x1440 pixel untuk melakukan deteksi objek.
- 2) Panjang aluminium secara vertikal 75cm dari penampang *pole webcam* dan secara horizontal 20cm dari *pole webcam*.
- 3) Objek yang dideteksi dan dihitung adalah botol kaca dalam *crate* dengan isi maksimal 24 botol.
- 4) Informasi yang dihasilkan dari sistem adalah jumlah perhitungan produk dalam kemasan (*crate*).

I.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Mengacu pada rumusan dan batasan masalah, maka tujuan dari pembuatan alat ini adalah:

- 1) Mengembangkan sistem *machine vision* menggunakan *webcam* dan *library* OpenCV dengan algoritma YOLOv4 untuk penerapan pada perhitungan produk.
- 2) Untuk memudahkan industri dalam perhitungan produk.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Memudahkan pelaku industri dalam proses perhitungan produk dan monitoring pengepakan.
- 2) Memaksimalkan sumber daya dengan teknologi yang sesuai dengan perkembangan zaman.
- 3) Menjadi bahan dasar pembelajaran penulis terkait teknologi di masa yang akan datang.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika laporan Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III PERANCANGAN SISTEM, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL IMPLEMENTASI DAN ANALISIS, berisi hasil pengujian pada beberapa domain dan pengujian sistem kaitan dengan tuntutan yang harus dipenuhi. BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.