

**Pengujian Algoritma *Computer Vision* untuk Deteksi Cacat pada
Produk Hasil *Alumunium Casting* di PT XYZ**

Tugas Akhir

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

Oleh

Renold Nindi Kara Natasasmita

223442909



**PROGRAM STUDI D4 TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Pengujian Algoritma *Computer Vision* untuk Deteksi Cacat pada Produk Hasil *Alumunium Casting* di PT. XYZ

Oleh:

Renold Nindi Kara Natasasmita

223442909

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

Bandung, 23 Juli 2024

Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Noval Lilansa, Dipl.Ing(FH),.MT.
NIP. 197111231995121001

Pembimbing II,



Rizqi Aji Pratama M.Pd.
NIP. 199110272022031005

Disahkan,

Penguji I,



Adhitya Sumardi Sunarya,
S.Si., M.Si.
NIP. 198110052009121005

Penguji II,



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

Penguji III,



Nuryanti, S.T., M.Sc.
NIP. 197604262009122002

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Renold Nindi Kara Natasasmita
NIM : 223442909
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengujian Algoritma *Computer Vision* untuk Deteksi Cacat pada Produk Hasil *Alumunium Casting* di PT. XYZ

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 : 23 – Juli – 2024
Yang Menyatakan,



Renold Nindi Kara Natasasmita
NIM 223442909

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Renold Nindi Kara Natasasmita
NIM : 223442909
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengujian Algoritma *Computer Vision* untuk Deteksi Cacat pada Produk Hasil *Aluminium Casting* di PT. XYZ

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 Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif 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 : 23 – Juli – 2024
Yang Menyatakan,



Renold Nindi Kara Natasasmita
NIM 223442909

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tantangan yang dihadapi oleh PT. XYZ, sebuah perusahaan otomotif terkemuka di Indonesia, dalam mendeteksi kebocoran pada komponen mobil yang diproduksi melalui die casting aluminium. Metode pemantauan manual yang ada saat ini memakan waktu, rentan terhadap kesalahan manusia, dan menimbulkan risiko terhadap kualitas produk dan keselamatan operasional. Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian ini mengusulkan penerapan machine learning, khususnya teknik computer vision, seperti Object Detection untuk mengidentifikasi dan melokalisasi gelembung gas menggunakan Leak Tester Machine yang dilengkapi sensor kamera yang dilengkapi algoritma YOLO dan SSD MobileNetV3 untuk meningkatkan efisiensi proses deteksi. Gambaran umum sistem secara keseluruhan menunjukkan pergeseran dari pendekatan manual ke sistem otomatis, dengan memanfaatkan algoritma computer vision dan hardware seperti Nvidia Jetson dan Digital Camera. Algoritma YOLO dipilih sebagai algoritma terbaik dengan akurasi yang tinggi, mencapai precision sebesar 0.94, recall sebesar 0.82, dan mAP@0.5 sebesar 0.90 dibandingkan dengan algoritma SSD MobileNetV3 yang memiliki precision 0.19 dan recall 0.75, menunjukkan bahwa algoritma YOLO adalah pilihan yang lebih unggul untuk sistem ini. Dengan menggunakan metode Computer Vision untuk deteksi cacat pada produk hasil aluminium casting, efisiensi proses deteksi bubble meningkat dari 5-9 detik per produk menggunakan Human Vision menjadi hanya 1-2 detik per produk, menjadikannya layak digunakan dalam mesin leak tester.

Kata kunci: *Quality Control, Defect Products, Computer Vision, Object Detection, Leak Tester*

ABSTRACT

This research addresses the challenges faced by PT XYZ, a leading automotive company in Indonesia, in detecting leaks in car components manufactured through aluminum die casting. Existing manual monitoring methods are time-consuming, prone to human error, and pose risks to product quality and operational safety. To overcome these challenges, this research proposes the application of machine learning, specifically computer vision techniques, such as Object Detection to identify and localize gas bubbles using a Leak Tester Machine equipped with camera sensors equipped with YOLO and SSD MobileNetV3 algorithms to improve the efficiency of the detection process. The overall system overview shows a shift from a manual approach to an automated system, utilizing computer vision algorithms and hardware such as Nvidia Jetson and Digital Camera. The YOLO algorithm was selected as the best algorithm with high accuracy, achieving a precision of 0.94, recall of 0.82, and mAP@0.5 of 0.90 compared to the MobileNetV3 SSD algorithm which has a precision of 0.19 and recall of 0.75, indicating that the YOLO algorithm is a superior choice for this system. By using the Computer Vision method for defect detection in aluminum casting products, the efficiency of the bubble detection process is improved from 5-9 seconds per product using Human Vision to only 1-2 seconds per product, making it feasible to use in a leak tester machine.

Keywords: *Quality Control, Defect Products, Computer Vision, Object Detection, Leak Tester*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Dalam industri manufaktur, kontrol kualitas (QC) adalah aspek penting untuk memastikan kualitas produk sesuai dengan standar yang ditetapkan [1]. Salah satu risiko dalam QC adalah kebocoran produk. PT XYZ, perusahaan otomotif PMA terkemuka di Indonesia, menghadapi tantangan serius dalam mendeteksi kebocoran pada suku cadang mobil yang diproduksi dengan metode pengecoran aluminium (die casting). Metode deteksi yang mengandalkan pemantauan manusia saat ini menunjukkan keterbatasan signifikan. Proses ini rentan terhadap subjektivitas, ketidakpastian, dan efisiensi rendah, yang mengakibatkan risiko tinggi terhadap kualitas produk dan keselamatan operasional [2].

Berdasarkan hasil wawancara dengan karyawan di PT XYZ, terdapat beberapa masalah dalam pemantauan manusia untuk deteksi kebocoran pada produk. Masalah yang paling menonjol adalah lamanya waktu pemantauan. Karyawan harus memeriksa setiap produk secara manual, satu per satu, yang membutuhkan waktu yang lama. Selain itu, potensi kesalahan manusia juga menjadi masalah yang perlu diperhatikan. Karyawan dapat saja kelelahan atau lalai, sehingga tidak dapat mendeteksi kebocoran dengan akurat. Jika masalah pendeteksian kebocoran tidak segera diatasi, PT XYZ berpotensi menghadapi kerugian serius terkait dengan standar keamanan dan kualitas produk. Risiko ini dapat mencakup kegagalan produk, bahaya operasional, dan dampak finansial akibat *recall* produk atau klaim konsumen. Selain itu, efisiensi produksi juga dapat terganggu, menyebabkan penurunan dalam *output* dan meningkatkan biaya produksi.

Menurut A. Dhillon dan G. K. Verma, penggunaan mesin untuk menggantikan manusia dalam monitoring *defect* pada produk berdampak signifikan terhadap peningkatan kualitas produk dan efisiensi proses produksi seperti yang ditunjukkan pada gambar I.1. *Computer vision* dapat mengatasi keterbatasan dan kelemahan pemantauan manusia, seperti ketidakandalan, ketidakkonsistenan, subjektivitas, dan rentan terhadap kesalahan. Dalam bidang penelitian dan aplikasi berbasis data,

algoritma pembelajaran mesin khususnya *computer vision* telah muncul sebagai alat yang ampuh untuk analisis prediktif, dukungan keputusan, dan otomatisasi. Perkembangan ini telah mendorong munculnya metode baru dalam ranah *Computer Vision* khususnya *Object Detection* [3] untuk membantu membuat sistem yang dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran pada produk suku cadang mobil yang dibuat.

Factor	Weight	Human		IP Software		AI Software		3D Scanning	
		Score	Weighted Score	Score	Weighted Score	Score	Weighted Score	Score	Weighted Score
Inspection Accuracy	12.2	3	36.5	2	24.4	2	24.4	5	60.9
Inspection Consistency	10.9	4	43.6	5	54.5	5	54.5	5	54.5
Inspection Time	11.5	2	23.1	4	46.2	5	57.7	1	11.5
Investment Cost	7.1	2	14.1	4	28.2	2	14.1	1	7.1
Operating Cost	5.1	3	15.4	2	10.3	2	10.3	4	20.5
H/TRL	8.3	3	25.0	1	8.3	3	25.0	5	41.7
Agility	7.7	5	38.5	2	15.4	3	23.1	4	30.8
Flexibility	9.6	4	38.5	2	19.2	3	28.8	4	38.5
Automation	3.8	2	7.7	2	7.7	2	7.7	3	11.5
Standardisation	5.8	1	5.8	1	5.8	2	11.5	3	17.3
Interoperability	3.2	4	12.8	2	6.4	2	6.4	4	12.8
Documentation	5.1	2	10.3	1	5.1	5	25.6	5	25.6
Compliance	9.6	5	48.1	1	9.6	4	38.5	5	48.1
Sum	100		319.2		241.0		327.6		380.8

Gambar I.1 *Weighted Factor Analysis for different inspection agents* [4].

Adopsi metode pembelajaran mesin seperti *Object Detection* [5], merupakan tonggak penting dalam meningkatkan sistem deteksi kebocoran. Teknologi *Object Detection* memungkinkan mesin Penguji Kebocoran Gelembung secara otomatis mengidentifikasi dan melokalisasi gelembung gas [6] yang mengindikasikan kebocoran pada produk suku cadang mobil. Penggunaan *convolutional neural network (CNN)* [5] memungkinkan mesin memahami pola kompleks dalam gambar dan mendapatkan wawasan mendalam tentang struktur produk suku cadang mobil. Berdasarkan permasalahan tersebut, beberapa teknologi terkini telah diadopsi untuk meningkatkan deteksi kebocoran, salah satunya adalah Mesin *Leak Tester* yang dilengkapi dengan *computer vision*. Solusi inovatif ini memanfaatkan teknologi *computer vision* untuk melakukan deteksi otomatis gelembung gas yang mengindikasikan kebocoran [7], memberikan keunggulan tingkat akurasi yang tinggi dengan menggunakan angin sebagai media uji [6]. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat mengatasi sejumlah tantangan yang melekat pada sistem

manual, seperti meningkatkan otomatisasi, akurasi, dan reliabilitas hasil deteksi kebocoran. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat membantu industri manufaktur untuk mengoptimalkan proses pengujian kebocoran pada bejana tekan, meningkatkan efisiensi produksi, dan mengurangi risiko terkait kualitas produk serta keselamatan operasional secara signifikan.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh suatu rumusan masalah yang menjadi dasar pembuatan sistem tersebut, yakni sebagai berikut:

- 1) Bagaimana implementasi metode *Computer Vision* khususnya *Object Detection* dalam mengidentifikasi dan melokalisasi gelembung gas pada Mesin *Leak Tester* ?
- 2) Bagaimana efisiensi waktu proses deteksi *bubble* pada mesin *leak tester* sebelum dan sesudah menggunakan metode *computer vision*?
- 3) Berapa tinggi tingkat kelayakan dari hasil pengujian deteksi *bubble* pada mesin *leak tester* dengan menggunakan metode *object detection*?

I.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan, dapat diperoleh beberapa batasan masalah di antaranya:

- 1) Data pengujian diperoleh dari pengambilan sampel langsung menggunakan kamera yang terpasang pada mesin *Leak Tester* di PT. XYZ.
- 2) Deteksi yang dilakukan hanya pada *bubble* yang diambil dari kamera yang terpasang pada mesin *Leak Tester* di PT. XYZ.
- 3) Metode yang digunakan untuk mendeteksi *Leak Tester* adalah *Object Detection*.
- 4) Gelembung gas yang terdapat pada suku cadang mobil dapat dilihat dengan jelas tidak boleh terpengaruh terhadap cahaya dan *noise*.
- 5) Suku Cadang yang akan dideteksi menggunakan metode *Computer Vision* pada Mesin *leak tester* merupakan suku cadang mobil yaitu *Transfer Holder 4WD*.
- 6) Jarak antara camera dan *object* yang akan dideteksi berkisar antara 200-250mm
- 7) Diameter *bubble* yang akan dideteksi memiliki diameter $> 8\text{mm}$

I.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) mengidentifikasi dan melokalisasi gelembung gas menggunakan metode *Computer Vision* khususnya *Object Detection* pada Mesin *Leak Tester*;
- 2) meningkatkan efisiensi proses dan efisiensi waktu proses dari metode sebelumnya;
- 3) menentukan tingkat kelayakan algoritma *computer vision* untuk deteksi *bubble* pada produk hasil *aluminium casting* berdasarkan perhitungan *matrixs computer vision*.

Sedangkan manfaat yang diharapkan pada penelitian ini sebagai berikut:

- 1) memberikan kemudahan bagi para karyawan PT. XYZ dalam mendeteksi *bubble* pada mesin *Leak Tester*;
- 2) meningkatkan kualitas dan produktivitas hasil produksi suku cadang mobil.
- 3) memberikan berkontribusi untuk pengembangan literatur dalam penelitian yang berhubungan dengan *manufacturing* dan *computer vision*.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Karya Tulis Ilmiah 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 METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi pembahasan hasil dari penelitian dan beberapa pembahasan yang sudah di rancang di bab 3.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dan saran dari karya tulis ilmiah ini.