

**PERANCANGAN MODEL INSPEKSI
BERDASARKAN GAMBAR BERBASIS METODE
*IMAGE PROCESSING***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Freddy Lorensius
NPM : 6132001063



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2024**

**PERANCANGAN MODEL INSPEKSI
BERDASARKAN GAMBAR BERBASIS METODE
*IMAGE PROCESSING***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Freddy Lorensius
NPM : 6132001063



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2024**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Freddy Lorensius
NPM : 6132001063
Program Studi : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : PERANCANGAN MODEL INSPEKSI BERDASARKAN
GAMBAR BERBASIS METODE IMAGE PROCESSING

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Februari 2024
Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri

(Dr. Ceicalia Tesavrita, S.T., M.T., Ph.D.)

Pembimbing Pertama

(Dedy Suryadi, S.T., M.S., Ph.D.)

Pembimbing Kedua

(Ir. Hanky Fransiscus, S.T., M.T.)

PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Freddy Lorensius

NPM : 6132001063

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:
**PERANCANGAN MODEL INSPEKSI BERDASARKAN GAMBAR BERBASIS
METODE IMAGE PROCESSING**

adalah hasil pekerjaan saya dan 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, 5 Januari 2024



Freddy Lorensius
NPM : 6132001063

ABSTRAK

Industri manufaktur di Indonesia merupakan salah satu industri yang selalu berkembang di Indonesia. Hingga tahun 2022, Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat telah terdapat 29.000 perusahaan industri manufaktur yang beroperasi dari skala menengah dan besar. Dalam proses produksi manufaktur, perusahaan harus mampu memastikan kualitas barang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. CV X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri kain dan memproduksi berbagai produk, salah satunya handuk. CV X telah beberapa kali mendapatkan keluhan dan pengembalian produk karena *retailer* menerima handuk dalam kondisi cacat yang lolos dari proses inspeksi perusahaan. Lolosnya handuk cacat dari proses inspeksi terjadi karena karyawan yang melakukan kesalahan dan perusahaan memiliki angka *turnover* setiap bulan sehingga perlu dilakukan pelatihan ulang untuk proses inspeksi. Penelitian akan dilakukan untuk merancang model inspeksi otomatis yang tidak memerlukan pelatihan khusus dengan *Convolutional Neural Network* yaitu *Structural Similarity Index* (SSIM). Model inspeksi akan menggunakan SSIM untuk membandingkan kemiripan kondisi handuk yang baik dan cacat untuk mendeteksi perbedaan yang ada. *Design of Experiment* juga akan dilakukan untuk menentukan pengaruh dari setiap parameter dan kombinasinya terhadap *output* yang dihasilkan untuk mendeteksi cacat pada produk. Berdasarkan percobaan DoE, diketahui parameter terbaik adalah *scaling factor* 350, *min contour* bernilai 700, *max contour* bernilai 6000, yang mampu menghasilkan tingkat akurasi sebesar 86,7% dalam mendeteksi *defect* pada handuk CV X.

Kata Kunci: *Convolutional Neural Network, Structural Similarity Index, Handuk*

ABSTRACT

The manufacturing industry in Indonesia is one of the industries that is always developing in Indonesia. Until 2022, Badan Pusat Statistik (BPS) noted that there will be 29,000 manufacturing industrial companies operating on a medium and large scale. In the manufacturing production process, the company must be able to ensure the quality of goods meets predetermined specifications. CV X is a company that operates in the fabric industry and produces various products, one of which is towels. CV The failure of defective towels from the inspection process occurs because employees make mistakes and the company has a turnover rate every month so retraining is needed for the inspection process. Research will be carried out to design an automatic inspection model that does not require special training with a Convolutional Neural Network, namely the Structural Similarity Index (SSIM). The inspection model will use SSIM to compare the similarity of good and defective towel conditions to detect any differences. Design of Experiment will also be carried out to determine the effect of each parameter and its combination on the output produced to detect defects in the product. The aim of the research will focus on designing a model and determining the best combination of parameters to detect defective products in towels. Based on DoE, it is known that the best parameter uses scaling factor 350, min contour with the value of 700, max contour with the value of 6000, resulting in accuracy up to 86,7% to detect a defect on CV X' towel

Keywords: *Convolutional Neural Network, Structural Similarity Index, Towel*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, penyertaan, dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Model Inspeksi Berdasarkan Gambar Berbasis Metode *Image Processing*”. Penelitian dan penulisan dari skripsi dilakukan guna memenuhi syarat untuk mencapai gelar sarjana pada bidang jurusan teknik industri Universitas Katolik Parahyangan. Dalam proses penyusunan penelitian skripsi ini, penulis memperoleh banyak masukan, saran, kritik, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu mendukung dalam proses kuliah dari awal hingga penulisan skripsi ini, dan juga kepada Kakak Elizabeth dan Kakak Theresia
2. Bapak Dedy Suryadi, S.T., M.S., Ph.D. dan Bapak Ir. Hanky Fransiscus, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan, bimbingan, saran, dan masukan selama proses pembuatan laporan skripsi
3. Bapak Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM. Dan Bapak Dr. Ir. Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si selaku dosen penguji proposal skripsi yang telah memberikan masukan kepada penulis
4. Ibu Ir. Loren Pratiwi, S.T., M.T. dan Bapak Prof. Ir. Sani Susanto, M.T., Ph.D., CRMP., IPU., AER. Selaku dosen penguji sidang skripsi yang telah memberikan masukan kepada penulis
5. Pemilik CV X yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan pengambilan data dan observasi untuk keperluan penelitian
6. Filbert Jonathan, Felix Lieguna, Keane Bobby Sanders, Aldian Emerson, dan Laurensius Avellino yang selalu memberikan dukungan, tempat bercerita, dan membantu penulis selama berkuliah di Teknik Industri UNPAR hingga proses penyusunan skripsi
7. Jerry Lucas, Jefrie Sanjaya, Renkein Sitorus, Stevany Audrey dan Vincent Evan yang telah memberikan semangat dan mendengarkan keluh kesah penulis

8. Staf Divisi Akademik dan Profesi HMPSTI 2023 yaitu Dafi Hafizh, Yovita Nathania, Jericho Sugiarto, dan Yohanes Setiawan yang mendampingi selama satu tahun dan menjadi teman cerita penulis
9. Asisten dosen Praktikum Sistem Terintegrasi semester ganjil 2023/2024 yang memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama proses penulisan skripsi
10. Teman-teman seperjuangan kelas A TI UNPAR yang selalu menemani selama berkuliah di TI UNPAR
11. Pihak-pihak lainnya yang tidak mungkin disebutkan satu-persatu yang telah membantu proses penelitian skripsi ini

Semoga Tuhan juga memberikan penyertaan dan berkat kepada seluruh pihak yang membantu dan mendampingi penulis selama proses kuliah hingga penulisan skripsi. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penelitian ini, oleh sebab itu penulis mengharapkan adanya kritik, saran, dan masukan untuk membangun serta memperbaiki penelitian ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membaca

Bandung, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | ii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | I-1 |
| I.1 Latar Belakang | I-1 |
| I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah | I-3 |
| I.3 Pembatasan dan Asumsi Masalah..... | I-9 |
| I.4 Tujuan Penelitian | I-9 |
| I.5 Manfaat Penelitian | I-9 |
| I.6 Metodologi Penelitian | I-10 |
| I.7 Sistematika Penulisan | I-12 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | II-1 |
| II.1 Kualitas | II-1 |
| II.2 <i>Structural Similarity Index</i> (SSIM) | II-2 |
| II.3 <i>Deep Learning</i> | II-5 |
| II.4 <i>Artificial Neural Network</i> (ANN) | II-6 |
| II.5 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)..... | II-7 |
| II.6 <i>Convolutional Layer</i> | II-8 |
| II.7 <i>Pooling</i> | II-9 |
| II.8 <i>Transfer Learning</i> | II-10 |
| II.9 <i>Design of Experiment</i> | II-11 |
| II.10 <i>Confusion Matrix</i> | II-13 |
| II.11 <i>Contour</i> | II-15 |
| BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA | III-1 |
| III.1 Pengumpulan Gambar Produk Cacat | III-1 |
| III.2 Pembuatan Model Inspeksi dengan SSIM | III-2 |
| III.3 Pengujian Model dengan SSIM..... | III-7 |

| | | |
|------------------------------|---|-------------|
| III.4 | Penyederhanaan Lingkungan Inspeksi | III-11 |
| III.5 | <i>Design of Experiment</i> | III-13 |
| III.5.1 | Penentuan Variabel Faktor | III-13 |
| III.5.2 | Penentuan Level Faktor | III-14 |
| III.5.3 | Penentuan Variabel Respon | III-16 |
| III.5.4 | Pengumpulan Data Respon | III-18 |
| III.5.5 | Pengolahan Data dengan ANOVA | III-21 |
| III.6 | Perbaikan Model | III-23 |
| BAB IV | ANALISIS | IV-1 |
| IV.1 | Analisis Model Awal SSIM | IV-1 |
| IV.2 | Analisis Penentuan Level dan Faktor | IV-3 |
| IV.2 | Analisis Pengujian ANOVA | IV-7 |
| IV.4 | Analisis Perbaikan Model | IV-8 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | V-1 |
| V.1 | Kesimpulan | V-1 |
| V.2 | Saran | V-1 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |
| RIWAYAT HIDUP PENULIS | | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|--------|
| Tabel I.1 Data Jumlah Produksi CV X April 2023 – Oktober 2023 | I-4 |
| Tabel I.2 Jumlah dan Persentase Produk Cacat CV X..... | I-5 |
| Tabel I.3 Jumlah Produk <i>Return</i> dari <i>Retailer</i> Akibat Lolos Inspeksi..... | I-5 |
| Tabel III.1 Rekapitulasi Jenis Cacat dan Nilai SSIM..... | III-8 |
| Tabel III.2 Perbandingan Nilai SSIM dengan Perubahan Pencahayaan | III-10 |
| Tabel III.3 Treatment dan Kombinasi DoE | III-15 |
| Tabel III.4 <i>Confusion Matrix</i> Handuk Pertama <i>Treatment 1</i> | III-17 |
| Tabel III.5 Rekapitulasi Hasil Response <i>Accuracy</i> | III-19 |
| Tabel III.6 Rekapitulasi <i>Treatment Scaling Factor 300</i> | III-24 |
| Tabel III.7 Rekapitulasi <i>Accuracy</i> Optimasi Model..... | III-25 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|--------|
| Gambar I.1 Contoh Produk Handuk Cacat dari CV X Handuk Robek (Kiri) dan Handuk Berlubang (Kanan)..... | I-7 |
| Gambar I.2 Metodologi Penelitian | I-12 |
| Gambar II.1 Metode SSIM | II-3 |
| Gambar II.2 Kategori dalam <i>Deep Learning</i> | II-5 |
| Gambar II.3 Urutan Lapisan ANN | II-7 |
| Gambar II.4 Arsitektur CNN (Sumber : Nour, 2018) | II-8 |
| Gambar II.5 Perhitungan dalam <i>Convolutional Layer</i> | II-9 |
| Gambar II.6 Proses <i>Max Pooling</i> (Hidayat. A. 2019) | II-10 |
| Gambar II.7 Konsep <i>Transfer Learning</i> dalam Klasifikasi Gambar..... | II-11 |
| Gambar II.8 Model Umum Sistem..... | II-12 |
| Gambar II.9 Tabel <i>Confusion Matrix</i> | II-13 |
| Gambar II.10 Contoh Penerapan <i>Contour Detection</i> | II-16 |
| Gambar III.1 Pengumpulan Gambar Enam Produk Cacat..... | III-1 |
| Gambar III. 2 Impor <i>Library</i> untuk SSIM | III-3 |
| Gambar III.3 Proses <i>Input</i> Gambar | III-3 |
| Gambar III.4 Proses Perbandingan Gambar..... | III-4 |
| Gambar III.5 Perbedaan Pengambilan <i>Contour</i> RETR_TREE (Kiri) dan RETR_External (Kanan)..... | III-5 |
| Gambar III.6 Percobaan Awal Model SSIM | III-6 |
| Gambar III.7 Hasil SSIM Model Awal..... | III-7 |
| Gambar III.8 <i>Structural Similarity Index</i> Produk Cacat dan Baik..... | III-8 |
| Gambar III.9 Hasil SSIM dengan Perubahan Pencahayaan..... | III-9 |
| Gambar III.10 Stasiun Kerja Pengambilan Gambar..... | III-12 |
| Gambar III.11 Penyetaraan Latar dan Gambar Handuk | III-13 |
| Gambar III.12 Pembuatan Interval pada Program | III-16 |
| Gambar III.13 Handuk Pertama dengan <i>Treatment 1</i> | III-17 |
| Gambar III.14 Pengolahan <i>Two-Way ANOVA</i> | III-22 |
| Gambar III.15 <i>Main Effect Plot Scaling Factor</i> Awal | III-24 |
| Gambar III.16 <i>Main Effect Plot</i> Variabel <i>Accuracy</i> | III-26 |

| | |
|---|-------|
| Gambar IV.1 Deteksi Perbedaan dengan Orientasi Produk Berbeda..... | IV-2 |
| Gambar IV.2 Deteksi Cacat dengan <i>Min Contour</i> Terlalu Kecil..... | IV-4 |
| Gambar IV.3 Deteksi Cacat dengan <i>Max Contour</i> Terlalu Besar | IV-5 |
| Gambar IV.4 Hasil ANOVA Optimasi Model | IV-11 |

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A SSIM KONDISI AWAL
LAMPIRAN B SSIM PERUBAHAN PENCAHAYAAN
LAMPIRAN C PENGOLAHAN *TREATMENT 1*
LAMPIRAN D PENGOLAHAN *TREATMENT 2*
LAMPIRAN E PENGOLAHAN *TREATMENT 3*
LAMPIRAN F PENGOLAHAN *TREATMENT 4*
LAMPIRAN G PENGOLAHAN *TREATMENT 5*
LAMPIRAN H PENGOLAHAN *TREATMENT 6*
LAMPIRAN I PENGOLAHAN *TREATMENT 7*
LAMPIRAN J PENGOLAHAN *TREATMENT 8*
LAMPIRAN K PENGOLAHAN *TREATMENT 9*
LAMPIRAN L PENGOLAHAN *TREATMENT 10*
LAMPIRAN M PENGOLAHAN *TREATMENT 11*
LAMPIRAN N PENGOLAHAN *TREATMENT 12*
LAMPIRAN O REKAPITULASI *CONFUSION MATRIX*
LAMPIRAN P PROGRAM MODEL

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas terkait pendahuluan dari penelitian yang akan dilakukan terkait perancangan model inspeksi berdasarkan gambar berbasis metode *image processing*. Pendahuluan terdiri dari latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Berikut merupakan pembahasan terkait pendahuluan tersebut.

I.1 Latar Belakang

Industri manufaktur merupakan salah satu motor utama perekonomian dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, diketahui bahwa hingga tahun 2022, terdapat 29.000 perusahaan industri manufaktur skala menengah dan besar. Hal tersebut didorong dengan kebutuhan permintaan pasar yang semakin bervariasi baik dari kalangan masyarakat langsung atau dari perusahaan langsung. Tingginya permintaan tersebut perusahaan untuk mampu memproduksi barang dengan kualitas yang baik untuk sampai ke tangan konsumen. Kualitas produk yang diterima konsumen akan menentukan kepuasan konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Kepuasan konsumen akan berpengaruh terhadap keputusan konsumen dalam memilih produk agar konsumen tidak berpindah ke perusahaan pesaing. Dengan demikian, pengendalian kualitas yang dilakukan sangat penting karena kepuasan konsumen akan berpengaruh terhadap penjualan perusahaan.

Tejaningrum (2013) menyatakan bahwa konsistensi dalam dimensi kualitas produk mempengaruhi kepuasan pelanggan. Kualitas dari produk tidak hanya ditunjukkan oleh performansi, fitur, reliabilitas, estetika, tapi harus juga ditentukan dari konsistensi bentuk dimensinya. Produk yang dihasilkan dalam proses manufaktur juga dapat memiliki bentuk yang beragam atau dapat dikatakan memiliki kompleksitas yang berbeda-beda. Variabilitas dalam hasil produksi dapat terjadi dari bentuk, ukuran, warna, dan lain-lain. Hal tersebut menyebabkan proses

quality control harus dilakukan secara ketat karena satu produk memerlukan pengecekan dari berbagai tampak atau sudut pandang. Contohnya adalah satu produk perlu dilakukan pengecekan dari tampak atas, bawah, kiri, kanan, dan tampak lainnya apabila diperlukan. Oleh karena itu, perusahaan harus menginvestasikan dan mengimplementasikan sumber daya yang optimal untuk memastikan tidak terdapat produk *defect* yang lolos sebelum diterima oleh konsumen.

Spesifikasi produk yang bersifat kompleks tersebut dapat menyebabkan kemungkinan kesalahan pada proses *quality control* apabila dilakukan secara manual oleh tenaga kerja manusia. Terlebih lagi terdapat perusahaan yang membutuhkan pengendalian mutu pada hasil produksi yang kuantitasnya besar atau melakukan *mass production* untuk produknya.

Wang, Ma, Zhang, Gao dan Wu (2018) menyatakan bahwa hingga saat ini, implementasi *deep learning* telah berkembang dalam penelitian dan usaha untuk pengembangan pekerjaan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, salah satunya adalah manufaktur. Analisis data secara mendalam dan akurat yang dilakukan oleh *deep learning* dapat ditransformasikan menjadi fasilitas dalam sistem produksi dan memberikan beberapa keuntungan. Keuntungan tersebut di antara lain adalah berkurangnya biaya operasional, menyesuaikan dengan kebutuhan konsumen yang berubah, meningkatkan produktivitas, mengurangi waktu, dan mendapatkan hasil yang lebih baik untuk berkompetisi secara global. Hingga saat ini, terdapat beberapa arsitektur *deep learning* yang dikembangkan memudahkan pekerjaan dalam manufaktur, seperti *Convolutional Neural Network (CNN)*, *Restricted Boltzmann Machine*, *Auto Encoder*, *Reccurent Neural Network*, dan variasi lainnya. Seluruh konsep *deep learning* tersebut merupakan usaha untuk menciptakan sistem otomasi dalam dunia manufaktur.

Hingga saat ini, telah terdapat beberapa penelitian dilakukan untuk memanfaatkan *deep learning* dalam bidang *quality control*. Contohnya adalah penerapan CNN dalam *quality control* untuk klasifikasi cacat kaleng (Kusumawardani dan Dana, 2020) yang mengidentifikasi jenis cacat pada kaleng berdasarkan gambar yang diambil. Selain itu, terdapat juga potensi penggunaan CNN untuk pengemasan rokok dengan mengidentifikasi pola dalam bentuk kemasan (Nazar, Nurwiyadi, Khumaidi, 2019). Hal tersebut menandakan *deep*

learning memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam dunia industri manufaktur.

Berdasarkan kondisi tersebut, otomasi dalam proses *quality control* merupakan salah satu peluang bagi perusahaan untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas perusahaan. Dengan menggunakan komputer, perusahaan dapat mengoptimalkan kegiatan pengendalian mutu untuk mendeteksi produk cacat. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan model berbasis CNN untuk pengecekan cacat pada barang hasil produksi.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Kondisi pasar yang kompetitif mendorong perusahaan untuk menjual dan memproduksi barang dengan kualitas terbaik. Perusahaan harus menjamin bahwa produk yang didistribusikan dan dijual telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan salah satunya dari segi ukuran dan bentuk. Oleh karena itu, Pengendalian dan penjaminan mutu atau *quality control* dalam suatu perusahaan adalah hal yang penting karena kualitas produksi suatu perusahaan akan menentukan jumlah penjualan. Kualitas produksi yang diterima oleh konsumen juga berpengaruh terhadap kepercayaan konsumen dan kredibilitas perusahaan dalam pasar. Dengan implementasi *quality control* yang tepat, perusahaan juga dapat meminimalisir kerugian dari segi finansial yang disebabkan oleh produk cacat.

Salah satu aspek dalam pengendalian dan penjaminan mutu adalah memastikan kesesuaian hasil produksi dengan spesifikasi bentuk dan ukuran yang telah ditentukan oleh perusahaan saat perencanaan produksi. Proses penjaminan mutu tersebut kemudian dilakukan dengan melakukan perbandingan antara barang hasil produksi dan produk berhasil. Produk dapat dinyatakan lulus tahapan kesesuaian apabila memiliki similaritas atau bersifat identik dengan produk yang dinyatakan sebagai referensi atau patokan produk yang telah berhasil tersebut. Apabila terdapat perbedaan baik dari segi ukuran, warna, bentuk, dan sejenisnya, maka produk tersebut dapat dikatakan cacat dan perlu dilakukan tindakan oleh perusahaan karena produk tersebut gagal memenuhi target yang telah ditentukan.

Dalam kegiatan *quality control* dari hasil produksi yaitu inspeksi, pengecekan dapat dilakukan dengan dua metode utama, yaitu secara manual oleh manusia dan otomatis melalui komputer. Pengecekan secara manual dilakukan

dengan menggunakan manusia sebagai inspektor. Dalam kegiatan produksi pabrik, pengecekan manual biasanya dilakukan oleh pekerja buruh pabrik secara berkala. Pada skala produksi yang besar (*mass production*), proses pengendalian mutu secara manual lebih beresiko untuk dilakukan karena manusia dapat melakukan kesalahan atau *error* dalam kegiatannya apabila telah bekerja terlalu lama. Proses otomasi dalam *quality control* dengan menggunakan komputer merupakan salah satu alternatif bagi perusahaan untuk melakukan pengecekan pada produk yang dibuat dalam kuantitas besar. Di samping itu, pengecekan dengan komputer secara otomatis juga lebih hemat dari segi ekonomis karena tidak perlu mengeluarkan biaya yang berlebihan untuk membayar pekerja. Penggunaan sistem komputer dalam pabrik perlu dilakukan untuk mempertimbangkan efisiensi, keamanan, lingkungan, potensi masa depan, kemudahan penggunaan, pemeliharaan, dan keandalan untuk memastikan keberhasilan dalam jangka panjang (Khoirul, Hidayat, Yuga, Abdillah, dan Yhuto, 2022).

Contoh industri yang melakukan proses pengecekan atau inspeksi secara manual adalah industri tekstil. CV X merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam memproduksi berbagai produk seperti kain untuk jaket, ikat pinggang, dan salah satunya adalah handuk. Tabel I.1 merupakan data penjualan produk yang diproduksi CV X dalam enam bulan terakhir.

Tabel I.1 Data Jumlah Produksi CV X April 2023 – Oktober 2023

| | Handuk | Ikat Pinggang | Jaket kulit |
|-----------------------|---------------|----------------------|--------------------|
| April 2023 | 1194 | 420 | 252 |
| Mei 2023 | 950 | 672 | 315 |
| Juni 2023 | 1205 | 483 | 189 |
| Juli 2023 | 1120 | 357 | 168 |
| Agustus 2023 | 1345 | 504 | 231 |
| September 2023 | 1480 | 588 | 336 |
| Oktober 2023 | 1023 | 336 | 126 |

Salah satu produk dengan produksi terbesar adalah handuk. Proses pembuatan handuk diawali dengan penjahitan dan pemotongan pada kain untuk menjadi handuk, kemudian dilakukan proses inspeksi oleh karyawan untuk memastikan produk tidak memiliki cacat sebelum didistribusikan ke pasar atau *reseller*. Inspeksi dilakukan untuk memastikan tidak terdapat cacat seperti warna luntur, handuk berlubang, atau terdapat serabut bekas jahitan yang berlebihan

pada bagian pinggir handuk. Berdasarkan hasil pengumpulan data, berikut merupakan data terkait jumlah produk cacat yang diproduksi CV X.

Tabel I.2 Jumlah dan Persentase Produk Cacat CV X

| | Handuk | | Ikat Pinggang | | Jaket kulit | |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Jumlah Produk defect | Persentase Cacat (%) | Jumlah Produk defect | Persentase Cacat (%) | Jumlah Produk defect | Persentase Cacat (%) |
| April 2023 | 47 | 3,9 | 11 | 2,4 | 6 | 2,1 |
| Mei 2023 | 38 | 3,9 | 19 | 2,7 | 11 | 3,2 |
| Juni 2023 | 54 | 4,4 | 15 | 3,1 | 6 | 2,7 |
| Juli 2023 | 42 | 3,7 | 7 | 1,9 | 5 | 2,9 |
| Agustus 2023 | 65 | 4,8 | 12 | 2,2 | 6 | 2,5 |
| September 2023 | 51 | 3,4 | 14 | 2,3 | 13 | 3,7 |
| Oktober 2023 | 35 | 3,4 | 6 | 1,6 | 5 | 3,5 |

Data pada Tabel I.2 merupakan jumlah produk cacat yang terdapat pada produk CV X. Berdasarkan hasil wawancara, terdapat beberapa kasus dimana barang cacat lolos inspeksi dan diterima oleh *retailer* dan penjual. Data Tabel I.2 merupakan jumlah nilai cacat yang dideteksi di proses inspeksi ditambahkan dengan barang yang dikembalikan *retailer* karena produk tergolong cacat. Tabel I.3 merupakan data terkait jumlah produk yang dikembalikan oleh *retailer* karena tidak terdapat cacat atau tidak sesuai.

Tabel I.3 Jumlah Produk *Return* dari *Retailer* Akibat Lolos Inspeksi

| | Handuk | Ikat Pinggang | Jaket kulit |
|-----------------------|--------|---------------|-------------|
| April 2023 | 12 | 2 | 0 |
| Mei 2023 | 8 | 2 | 0 |
| Juni 2023 | 9 | 3 | 2 |
| Juli 2023 | 3 | 0 | 1 |
| Agustus 2023 | 9 | 2 | 0 |
| September 2023 | 11 | 3 | 1 |
| Oktober 2023 | 12 | 2 | 1 |
| Total Return | 74 | 15 | 5 |

Berdasarkan Tabel I.3, diketahui bahwa jumlah handuk merupakan jumlah produk yang paling banyak dikembalikan oleh *retailer* akibat lolos dari proses inspeksi yang dilakukan. Pengembalian tersebut memiliki dampak negatif dari perusahaan, contohnya adalah keluhan yang diterima setiap terjaidnya

pengembalian produk dan barang cacat harus dipisahkan tersendiri dalam karung sehingga menimbulkan tumpukan. Hal tersebut menandakan terdapat masalah dalam proses inspeksi akibat ketidaktepatan dan kesalahan yang dilakukan oleh pekerja pada proses inspeksi. Selain barang lolos inspeksi, terdapat juga kasus dimana barang yang dalam kondisi baik terdeteksi sebagai *defective* dan dipisahkan ke keranjang produk cacat. Perusahaan tidak mencatat jumlah produk dalam kategori tersebut dan baru menyadari apabila dilakukan sortir ulang terhadap keranjang yang berisikan produk cacat. Hal tersebut dikarenakan setelah ditemukan barang kondisi baik pada keranjang produk cacat, produk tersebut langsung dipindahkan ke bagian *packaging* untuk dikemas dan dikirim.

Di samping itu, kendala juga terjadi karena CV X setiap bulannya mengalami *turnover* dimana minimal mengalami satu pergantian atau penambahan karyawan. Dalam CV X sendiri, proses perekrutan karyawan menggunakan wawancara yang cukup informal dan tidak terdapatnya kontrak untuk durasi pekerja. Oleh karena itu, pergantian karyawan cukup marak terjadi setiap beberapa minggu karena terdapat karyawan yang mengundurkan diri atau berpindah tempat kerja. Hal tersebut menyebabkan dibutuhkan pelatihan atau *training* untuk meningkatkan keterampilan pekerja baru dalam setiap stasiun, salah satunya inspeksi. Pelatihan tersebut tentu membutuhkan waktu dan keterampilan perlu diasah dalam melakukan inspeksi dan menentukan jenis cacat yang ada. Oleh karena itu, akan sangat membantu apabila terdapat sistem untuk membantu proses inspeksi secara otomatis karena tidak membutuhkan pelatihan seperti pada pekerja. Terdapat *trade-off* dimana sistem akan memakan waktu untuk proses inspeksi, namun hal tersebut relatif lebih baik dalam efektifitas karena tidak membutuhkan pelatihan dan hasil yang didapatkan dapat lebih presisi dibandingkan inspeksi manual yang dilakukan oleh manusia. Sistem inspeksi otomatis merupakan potensi untuk *quality control* pada CV X karena untuk mengimplementasikannya tidak membutuhkan sumber daya yang besar, hanya dibutuhkan sebuah komputer untuk menjalankan program.

Menurut salah satu pekerja, kesalahan dalam inspeksi terjadi dikarenakan jumlah produk yang perlu diinspeksi cukup banyak dan setiap karyawan harus melakukan beberapa pekerjaan pada stasiun berbeda dalam shiftnya. Dalam satu hari, diestimasi CV X perlu untuk melakukan inspeksi sejumlah 80-100 produk per harinya. Pekerjaan yang repetitif selama satu shift

diperkirakan menjadi faktor utama kesalahan dalam inspeksi. Selain itu, tidak adanya spesialis dalam inspeksi juga dapat menjadi salah satu faktor kesalahan karena setiap pekerja juga harus mengerjakan proses pemotongan, penjahitan, dan pengukuran, dan pengemasan dalam pekerjaannya. Kerugian yang dialami adalah menurunnya kepercayaan konsumen karena produk cacat yang lolos harus dikembalikan dan terdapat handuk yang harus dibuang karena tidak mungkin didistribusikan kepada penjual. Oleh karena itu, penting bagi CV X untuk memastikan inspeksi handuk berjalan dengan baik agar kredibilitas dari konsumen tidak turun. Gambar I.1 merupakan contoh produk cacat yang terjadi pada CV X



Gambar I.1 Contoh Produk Handuk Cacat dari CV X. Handuk Robek (Kiri) dan Handuk Berlubang (Kanan)

Dalam proses inspeksi secara manual di CV X, terdapat beberapa kasus dimana *defect* yang terdapat pada handuk seperti pada Gambar I.1 tidak terdeteksi karena kesalahan operator. Hal tersebut berdampak pada lolosnya barang cacat ke tangan konsumen yang kemudian berakhir pada pengembalian atau *return* produk. Faktor kesalahan tersebut dapat terjadi karena kesalahan manusia atau operator yang kurang terlatih dalam melakukan inspeksi. Oleh karena itu, proses inspeksi dapat sangat membantu CV X apabila dapat dilakukan secara otomatis oleh sebuah program. Program yang dapat melakukan inspeksi secara otomatis tersebut memiliki kelebihan seperti tidak diperlukannya pelatihan dan performansi yang tidak akan menurun meski telah beroperasi selama beberapa jam hingga hari. Proses inspeksi dapat dilakukan dengan membandingkan gambar antara produk yang berada dalam kondisi baik sebagai referensi dengan produk yang telah dibuat. Apabila terdapat perbedaan antara gambar produk yang ingin dicek

dengan referensi, maka dapat dinyatakan bahwa produk tersebut tergolong kategori cacat.

Konsep *deep learning* adalah salah satu konsep kecerdasan buatan yang dapat dimanfaatkan dimana kegiatan manusia dapat dilakukan dengan otomatis dan tidak akan mengalami penurunan performansi apabila digunakan dalam jangka waktu panjang. Salah satu konsep *deep learning* yang dapat digunakan dalam inspeksi adalah terkait pemrosesan gambar secara otomatis terhadap barang hasil produksi suatu perusahaan dengan menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN). Metode yang digunakan dalam CNN untuk membantu perusahaan adalah *image processing* atau pemrosesan gambar. *Image processing* adalah teknik mengolah gambar yang mentransformasikan gambar menjadi satuan terkecil untuk mengetahui pola dan konten dalam sebuah gambar yang telah di-*input*. Dengan menggunakan metode tersebut, pabrik dalam melakukan pengendalian mutu dengan membandingkan dua buah gambar dan mengecek kemiripan atau sifat identikal dari kedua gambar tersebut. Gambar pertama adalah referensi utama yang digunakan yaitu produk yang telah berhasil dan memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan secara fisik. Sementara itu, gambar kedua adalah barang hasil produksi perusahaan. Dengan memanfaatkan teknologi tersebut, pabrik dapat melakukan *quality control* secara berkelanjutan tanpa perlu mengkhawatirkan waktu dan performansi karena mesin dapat bekerja secara kontinu tanpa mengalami penurunan performansi. Selain itu, biaya yang dikeluarkan juga relatif tidak terlalu besar dibandingkan dengan membayar pekerja secara manual.

Berdasarkan identifikasi permasalahan tersebut, dapat dirumuskan beberapa tujuan penelitian yang dapat membantu pabrik untuk melakukan proses pengendalian dan penjaminan mutu terhadap barang hasil produksi. Rumusan masalah tersebut dapat disusun dalam bentuk poin-poin untuk menentukan tujuan utama dari penelitian. Berikut merupakan rumusan masalah dari penelitian yang akan dilakukan.

1. Bagaimana rancangan model CNN untuk mendeteksi *defect* dalam proses inspeksi berdasarkan gambar?
2. Kombinasi parameter apa yang merupakan model terbaik untuk mendeteksi produk cacat pada handuk CV X?

I.3 Pembatasan dan Asumsi Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa Batasan dan asumsi yang digunakan. Batasan masalah adalah ruang lingkungan yang dibatasi agar fokus penelitian tidak terlalu luas. Berikut merupakan pembatasan penelitian ini.

1. *Input* yang digunakan dalam penelitian adalah gambar proyeksi dari satu tampak saja
2. Gambar yang akan dibandingkan memiliki orientasi yang sama.
3. Penelitian hanya memiliki satu gambar sebagai referensi perbandingan
4. Produk yang digunakan untuk perbandingan adalah handuk dengan berwarna dengan ukuran 30x30 cm
5. Penelitian hanya sebatas perancangan model dan tidak sampai proses implementasi dan pembuatan stasiun inspeksi berbasis CNN.

I.4 Tujuan Penelitian

Setelah menentukan batasan dan asumsi penelitian. selanjutnya akan disusun tujuan dari penelitian. Tujuan penelitian adalah serangkaian konsep yang ingin dicapai atau diketahui jawabannya setelah penelitian telah dilakukan. Berikut merupakan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini.

1. Menyusun model CNN untuk mendeteksi produk cacat dalam proses inspeksi berdasarkan gambar.
2. Menentukan performansi terbaik dari model CNN yang telah dirancang

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah kegunaan atau fungsi penelitian dalam bagi pihak yang terlibat atau berkepentingan. Dalam penelitian ini. pihak yang terlibat adalah perusahaan dan peneliti untuk pengembangan keilmuan. Berikut merupakan manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian.

1. Menghasilkan program CNN berbasis *deep learning* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi cacat fisik untuk kegiatan *quality control*
2. Menghasilkan program CNN untuk perbandingan identikal gambar yang dapat dijadikan referensi untuk pembuatan model sejenis pada penelitian selanjutnya
3. Menghasilkan model prototipe perbandingan gambar dengan CNN yang dapat dikembangkan untuk penerapan proses inspeksi produk

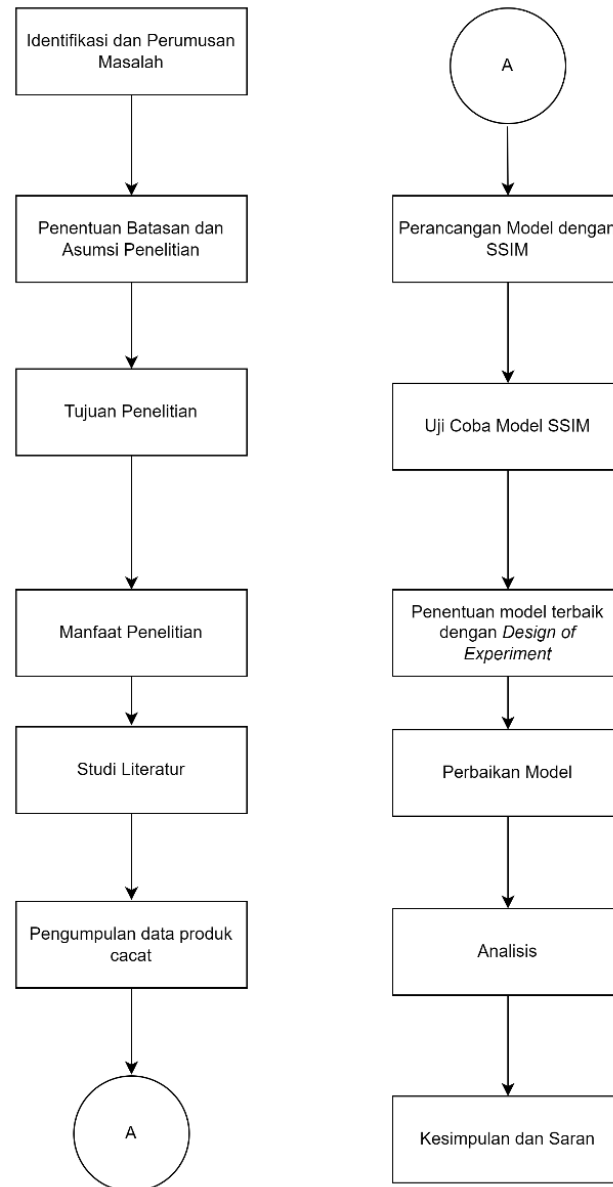
I.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah langkah atau prosedur yang perlu dilalui untuk melakukan penelitian terkait perbandingan gambar dengan menggunakan CNN. Metodologi penelitian disusun agar penelitian dapat dilakukan secara bertahap dan sistematis. Tahapan metodologi akan dimulai dari identifikasi rumusan masalah hingga kesimpulan yang akan menjawab rumusan masalah tersebut. Berikut merupakan metodologi penelitian yang akan dilakukan.

1. **Identifikasi dan Perumusan Masalah**
Proses identifikasi dan perumusan masalah selanjutnya dilakukan untuk mengetahui secara spesifik permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian. Identifikasi tersebut disertai dengan alasan masalah perlu diatasi dan ditentukan solusinya.
2. **Penentuan Batasan dan Asumsi Penelitian**
Penentuan Batasan masalah dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan dalam penelitian untuk mencapai solusi dari permasalahan awal yang ditetapkan. Sementara itu, asumsi digunakan untuk menyederhanakan permasalahan yang terdapat dalam penelitian.
3. **Tujuan Penelitian**
Tahap selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian berdasarkan masalah yang ada. Tujuan penelitian disusun untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan pada awal penelitian.
4. **Manfaat Penelitian**
Manfaat penelitian ditentukan untuk mengetahui nilai tambah yang didapatkan bagi pihak yang terlibat sebagai objek penelitian dan juga peneliti. Pihak yang terlibat dalam penelitian ini adalah CV X, penulis, dan juga pihak yang membaca penelitian ini.
5. **Studi Literatur**
Studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan teori-teori, informasi, dan data yang dibutuhkan untuk memperkuat pengetahuan dan pemahaman peneliti terkait topik penelitian. Studi literatur tersebut dilakukan dengan menggunakan jurnal dan buku sebagai referensi penelitian untuk penentuan masalah dan pengolahan data.

6. Pengumpulan data produk cacat
Pengumpulan data dilakukan untuk menguji coba model yang akan disusun dengan data sebenarnya yang akan digunakan. Produk cacat tersebut akan digunakan sebagai *input* dari model yang akan dibuat.
7. Perancangan Model dengan SSIM
Tahapan perancangan model dilakukan untuk menyusun konsep awal dari program yang akan digunakan untuk perbandingan gambar. Model yang disusun akan disesuaikan dengan kebutuhan dari *problem owner* dari penelitian.
8. Uji Coba Model SSIM
Uji coba model dilakukan untuk mengetahui performa dan akurasi dari program yang telah disusun untuk memecahkan masalah. Uji coba akan dilakukan dengan gambar sederhana terlebih dahulu. Kemudian akan digunakan untuk produk sesungguhnya
9. Penentuan model terbaik dengan *design of experiment*
Untuk menentukan model terbaik, perlu dilakukan eksperimen untuk mengetahui kombinasi terbaik dari parameter yang terdapat dalam model. Pengujian akan dilakukan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh untuk deteksi produk cacat.
10. Perbaikan Model
Tahapan perbaikan model dilakukan untuk meningkatkan fitur yang dinilai kurang optimal dalam program yang telah disusun. Selain itu, perbaikan juga dapat dilakukan dengan menghilangkan struktur yang dirasa tidak diperlukan.
11. Analisis
Tahapan analisis dilakukan untuk mengetahui perbandingan performansi model yang dirancang dan tingkat akurasinya dibandingkan dengan penilaian manual oleh manusia. Analisis juga dilakukan untuk memberikan pemahaman yang mendalam terhadap interpretasi program dan model yang disusun.
12. Kesimpulan dan Saran
Kesimpulan dari penelitian disusun untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah kesimpulan, akan diberikan

juga saran yang diharapkan berguna untuk pihak-pihak lain pada penelitian selanjutnya.



Gambar 1.2 Metodologi Penelitian

I.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan adalah tata cara dan urutan yang dilakukan dalam penyusunan suatu penelitian. Sistematika penulisan ditentukan agar penyusunan penelitian dapat dilakukan secara terstruktur untuk mendapatkan jawaban dari rumusan masalah yang diinginkan. Dalam penelitian ini, penulisan penelitian akan

terbagi menjadi lima buah bab, yaitu pendahuluan, tinjauan pustaka, pengumpulan dan pengolahan data, analisis, dan kesimpulan serta saran. Berikut merupakan pembahasan terkait detail masing-masing bab.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan memberikan gambaran terkait latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan dan asumsi, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan penelitian yang akan dilakukan terhadap masalah inspeksi di CV X

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II membahas terkait dasar teori yang akan digunakan dalam penelitian. Dasar teori dalam penelitian ini meliputi kualitas, *structural similarity index measure*, *deep learning*, *convolutional neural network*, *convolutional layer*, *pooling*, *transfer learning*, *confusion matrix*, dan *design of experiment*.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini akan membahas mengenai pengumpulan data yang dibutuhkan untuk menjawab rumusan masalah. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan gambar produk cacat dan selanjutnya akan diolah dengan program yang dirancang untuk proses inspeksi. Selanjutnya akan dilakukan *design of experiment* untuk membuat program dengan parameter terbaik.

BAB IV ANALISIS

Bab ini akan membahas terkait analisis dari pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis dilakukan pada kode program yang telah ditulis di awal dan perbandingan dengan akhir program. Analisis juga akan membahas *output* dari program pada setiap kombinasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menjelaskan terkait kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pengolahan data. Kesimpulan akan disusun untuk menjawab setiap rumusan masalah yang ditentukan mengenai pembuatan model inspeksi di CV X