

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Papan sirkuit cetak atau Printed Circuit Board (PCB) adalah papan komponen elektronika yang berfungsi sebagai landasan mekanis untuk menghubungkan komponen – komponen elektronika melalui jalur konduktif, bantalan, dan penyambungan solder (Kim et al., 2021). Adanya cacat pada PCB layout yang sering kali ditemui, seperti *open circuit* dan *short* yang dapat mengakibatkan kegagalan fungsi dan menurunkan efisiensi operasional komponen elektronika secara keseluruhan. Di tengah pertumbuhan pesat industri perangkat elektronik portabel, serta peningkatan kebutuhan akan desain PCB yang lebih canggih dan beragam, muncul tantangan signifikan dalam mendeteksi cacat PCB yang semakin rumit, terutama yang sulit dijangkau oleh mata penginderaan manusia.

Pada umumnya, terdapat dua metode dalam mendeteksi cacat pada PCB yaitu, inspeksi langsung oleh tenaga kerja manusia dan penggunaan kamera dengan metode machine vision. Inspeksi oleh manusia secara langsung memungkinkan pemeriksaan visual dengan instruksi yang simpel, tetapi metode ini rentan terhadap kelelahan dan kurang konsistensi dalam hasil yang diberikan. Hal ini merupakan batasan utama dari penilaian manusia dan sering menjadi penyebab produk cacat lolos ke pasaran. Untuk mengatasi keterbatasan ini, telah dikembangkan sistem inspeksi cacat berbasis machine vision yang terdiri dari kamera, sumber cahaya, dan sistem operasional. Tujuan utamanya adalah kontrol kualitas melalui sistem *Automated Optical Inspection* (AOI). Sistem AOI ini akan mengidentifikasi cacat dengan memanfaatkan gambar berkualitas tinggi dari kamera industri dengan sensor CCD atau CMOS sensor (Chiun & Ruhaiyem, 2023a).

Terdapat tiga metode AOI yang sering digunakan dalam inspeksi cacat pada PCB diantaranya, metode perbandingan referensi, metode verifikasi non-referensi, dan metode hibrida (Dai et al., 2020). Metode perbandingan referensi akan membandingkan gambar yang terdeteksi dengan gambar latih untuk

menemukan area cacat, sementara metode verifikasi non-referensi memeriksa kesesuaian jejak dan tata letak papan sirkuit berdasarkan aturan desain. Sementara metode hibrida menggabungkan keunggulan dari kedua metode tersebut tetapi lebih kompleks dan membutuhkan banyak komputasi. Selain metode – metode yang telah disebutkan, pengembangan ke berbagai algoritma pemrosesan gambar dan machine vision juga dapat dimanfaatkan, sistem AOI yang ideal dapat dikembangkan jika semua tipe cacat sudah diketahui dan dipelajari sebelumnya (Adibhatla, Huang, et al., 2021; Wan et al., 2022). Namun, dalam praktiknya sistem tersebut mungkin akan menemui cacat baru yang tidak terdaftar sebelumnya dalam lingkungan produksi nyata, yang tidak akan terdeteksi dengan benar oleh sistem berbasis machine vision konvensional (Y. Yang et al., 2020). Dalam kondisi seperti ini, sistem harus dikalibrasi dan dilatih ulang dengan data training baru pada setiap perubahan kondisi, yang merupakan kekurangan besar dalam sistem inspeksi tradisional karena terdapat perubahan proses yang sering terjadi.

Kemunculan teknik deep learning telah memungkinkan pengembangan solusi machine vision dan komputer yang lebih umum. Salah satu contoh model deep learning adalah Convolutional Neural Network (CNN). Teknik deep learning, seperti Convolutional Neural Networks (CNN) telah revolusioner dalam pengenalan dan deteksi objek (Adibhatla, Chih, et al., 2021). Berbeda dari metode tradisional, CNN mempelajari fitur gambar secara otomatis, mengeliminasi kebutuhan akan teknik ekstraksi fitur tambahan. Ini memungkinkan sistem deteksi untuk lebih akurat dan efisien, dengan penurunan signifikan dalam tingkat kesalahan. AlexNet, salah satu contoh arsitektur CNN yang menjuarai ImageNet ILSVRC-2012 berhasil menurunkan tingkat kesalahan hingga 10% lebih rendah dari model yang menang di tahun sebelumnya (Witten et al., 2017). ResNet juga merupakan salah satu arsitektur CNN yang menetapkan standar baru dengan arsitektur 152 lapisan, ResNet dapat mengurangi tingkat kesalahan menjadi 3.57% yang merupakan peningkatan signifikan dibandingkan dengan arsitektur lainnya (Hasanah et al., 2023). Selain itu, MobileNet arsitektur CNN dengan fokus pada efisiensi yang tidak selalu mencapai tingkat kesalahan terendah seperti AlexNet atau ResNet. Model ini memberikan trade-off yang baik antara akurasi dan

efisiensi, versi awal MobileNet mencapai akurasi sekitar 70.6% pada ImageNet dengan menggunakan jauh lebih sedikit parameter dan komputasi (He et al., 2018).

Dalam konteks deteksi cacat pada PCB, penelitian terkini menunjukkan potensi besar dari penggunaan teknologi deep learning, khususnya implementasi arsitektur CNN. Penelitian ini fokus pada pengembangan dan analisis perbandingan dua arsitektur algoritma CNN, yaitu Faster R-CNN dan YOLOv8, untuk mendeteksi cacat pada PCB. Tujuannya adalah untuk menentukan model mana yang lebih efektif dalam menghadapi berbagai skenario deteksi cacat. Kedua model ini menjadi fokus utama dalam penelitian ini karena model Faster R-CNN merupakan evolusi dari R-CNN dan Fast R-CNN yang mengintegrasikan mekanisme Region Proposal Network (RPN), yang memungkinkan deteksi objek cepat dan akurat. Sedangkan untuk model YOLOv8 merupakan pengembangan terbaru dari seri YOLO (You Only Look Once) untuk mendeteksi objek secara real-time dengan kecepatan tinggi. YOLOv8 meningkatkan akurasi dan kecepatan dari versi sebelumnya, yang menjadikannya salah satu model deteksi objek tercepat yang tersedia saat ini. YOLOv8 memiliki arsitektur yang lebih efisien dan algoritma yang lebih canggih untuk mengoptimalkan prediksi bounding box dan klasifikasi objek secara bersamaan dalam satu tahap proses. Bahkan dalam situasi di mana objek sangat kecil atau banyak yang sering terjadi dalam cacat pada PCB layout, YOLOv8 memungkinkan dapat dengan cepat mengidentifikasi dan mengklasifikasi objek pada cacat PCB layout.

Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D), dengan model pengembangan mengikuti framework Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation (ADDIE). Tujuan utama dari studi ini adalah untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja algoritma Faster R-CNN dan YOLOv8 dalam mendeteksi berbagai jenis cacat pada layout PCB, seperti missing hole, mouse bite, open circuit, short, spur, dan spurious copper. Dalam kerangka ADDIE, setiap algoritma diuji dalam skenario yang seragam untuk memastikan validitas dan keadilan dalam evaluasi kinerja. Algoritma yang menunjukkan kinerja evaluasi terbaik akan diintegrasikan ke dalam sebuah aplikasi GUI, sebagai solusi yang ditawarkan untuk sistem inspeksi permukaan

Diki Fahrizal, 2024

ANALISIS KOMPARATIF ALGORITMA FASTER R-CNN DAN YOLOV8 UNTUK DETEKSI OBJEK CACAT PCB LAYOUT (IMPLEMENTASI GRAPHICAL USER INTERFACE)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

PCB. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kemampuan deteksi cacat yang sering terlewatkan oleh inspeksi manual, tetapi juga memfasilitasi identifikasi berbagai jenis cacat pada PCB. Ini menyediakan solusi bagi tantangan dalam mengidentifikasi cacat yang kompleks dengan penglihatan manusia.

Kontribusi dari penelitian ini bagi sektor industri meliputi pengembangan rekomendasi untuk algoritma deep learning yang efisien dan efektif dalam mendeteksi cacat pada layout PCB beserta dengan aplikasi GUI, yang dapat meningkatkan standar kualitas produksi. Lebih lanjut, studi ini mengusulkan solusi untuk masalah deteksi cacat pada permukaan PCB yang semakin kompleks dan sulit terdeteksi secara visual. Selain itu, hasil penelitian ini menyajikan inovasi dalam penggunaan visi komputer dan teknologi komputasi berbasis deep learning dalam industri, membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam pengembangan algoritma yang lebih canggih dan sistem deteksi yang dapat mengakomodasi keragaman cacat pada PCB.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, adapun identifikasi permasalahan yang dapat dirumuskan yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mendeteksi cacat pada PCB layout yang semakin kompleks dan sulit untuk diidentifikasi dengan menggunakan indra penglihatan manusia ?
2. Bagaimana kinerja algoritma Faster R-CNN dan YOLOv8 dalam mendeteksi dan mengidentifikasi berbagai jenis cacat pada layout PCB yang sering terjadi, seperti missing hole, open circuit, short, spur, dan spurious copper ?
3. Bagaimana analisis komparasi dari algoritma yang digunakan untuk mengetahui algoritma dengan performa terbaik yang akan diintegrasikan melalui aplikasi untuk diimplementasikan secara nyata ?
4. Bagaimana solusi dan evaluasi performa aplikasi objek deteksi untuk kebutuhan sistem pemeriksaan PCB layout ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Menjawab dan mencari untuk solusi tantangan untuk mendeteksi cacat PCB yang semakin rumit dan sulit dijangkau oleh penglihatan manusia.
2. Mengembangkan dan menganalisis kinerja algoritma Faster R-CNN dan YOLOv8 dalam mendeteksi cacat pada layout PCB.
3. Membandingkan kedua algoritma yang dikembangkan untuk mencari efektivitas dan performa yang terbaik yang digunakan untuk mendeteksi berbagai jenis cacat PCB yang sering dihadapi, dengan menggunakan evaluasi pengujian presisi, recall, F1 – Score, mAP, dan IoU.
4. Mengembangkan *Graphical User Interface* sebagai solusi aplikasi dengan model algoritma terbaik yang telah dipilih untuk kebutuhan sistem pemeriksaan PCB layout dengan metode AOI berbasis machine learning.

1.4. Manfaat Penelitian

Adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, baik lembaga, industri, maupun penulis sendiri. Adapun manfaat yang diharapkan yaitu sebagai berikut.

1. Dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai implementasi *machine vision* di bidang elektro sesuai dengan pendidikan minat peneliti, salah satunya membuat sebuah sistem dengan algoritma machine learning untuk mendeteksi objek cacat pada PCB layout.
2. Dapat menjadi sebuah terobosan inovasi baru bagi industri yang berfokus pada perancangan dan pengembangan papan circuit board untuk solusi permasalahan yang ditemukan, seperti sulitnya jangkauan oleh indra penglihatan manusia untuk melihat mana kondisi yang baik dan yang buruk dari PCB layout yang telah dirancang.
3. Menjadi sebuah bahan referensi baik di tingkat program studi, fakultas, maupun universitas untuk mahasiswa teknik maupun informatika agar penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

1.5. Batasan Penelitian

Peneliti menerapkan batasan penelitian yang bertujuan pembahasan terfokus dan terhindar dari pelebaran atau perluasan dari pembahasan yang disampaikan. Batasan pada penelitian ini mencakup 3 (tiga) aspek, yaitu metode,

data, dan tools yang digunakan. Berikut penjelasan masing – masing dari setiap aspek.

1. Metode

- a. Metode pre – processing data dan pra – pelatihan model (augmentasi) diperlakukan sama antara model Faster R–CNN dan YOLOv8.
- b. Pengolahan citra gambar untuk kedua model dengan menggunakan bahasa pemrograman Python.
- c. Pendekatan algoritma yang digunakan untuk Faster R–CNN menggunakan backbone ResNet50, sementara YOLOv8 menggunakan backbone CSPDarkNet53.
- d. Membandingkan kinerja beberapa skenario dengan menggunakan matrik evaluasi yang sama pada kedua model yang digunakan.

2. Data

- a. Dataset yang digunakan berupa data gambar PCB layout, gambar jenis jenis cacat layout, dan anotasi box pada cacat yang diambil dari public repository seperti kaggle, google searching, ataupun dari pribadi peneliti.
- b. Kedua algoritma deep learning yang dirancang hanya dapat mengidentifikasi 6 (enam) jenis cacat pada layout PCB yang sering ditemukan di dunia industri, yaitu missing hole, mouse bite, open circuit, short circuit, spur, dan spurious.
- c. Pengujian fungsionalitas GUI dilakukan menggunakan dataset testing dari gambar cacat PCB yang ada, tanpa uji coba lapangan langsung di industri manufaktur elektronika.

3. Tools

- a. Menggunakan Google Colab IDE untuk melakukan perancangan model algoritma dan evaluasi model Faster R–CNN dan YOLOv8.
- b. Platform Roboflow untuk melakukan data anotasi dan pra pemrosesan dataset gambar pada cacat PCB layout
- c. Platform Netron untuk mengidentifikasi arsitektur dari model yang digunakan.
- d. Menggunakan software Pycharm untuk merancang dan mengembangkan *Graphical User Interface*.

Diki Fahrizal, 2024

ANALISIS KOMPARATIF ALGORITMA FASTER R-CNN DAN YOLOV8 UNTUK DETEKSI OBJEK CACAT PCB LAYOUT (IMPLEMENTASI GRAPHICAL USER INTERFACE)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembaca dalam memahami Laporan Skripsi ini, berikut merupakan gambaran sistematika penulisan pada setiap bab.

BAB I PENDAHULUAN

Pada BAB I ini berisi tentang latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, tujuan dan manfaat dari adanya penelitian ini, serta sistematika penulisan Laporan Skripsi yang dibuat.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada BAB II ini berisi tentang studi pustaka yang dilakukan terkait pengertian Papan Circuit Board, Jenis – Jenis Cacat PCB yang sering ditemukan, Algoritma Convolutional Neural Network untuk Image Processing, Pendekatan Algoritma Faster R – CNN dan Algoritma YOLOv8, dan Library Machine Learning yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada BAB III ini berisi penjelasan dan langkah – langkah penelitian yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan penelitian ADDIE, serta penjelasan matriks evaluasi algoritma yang digunakan untuk mengukur efektivitas dan efisiensi algoritma yang dirancang untuk proses perbandingan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada BAB IV ini berisi tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan dengan membandingkan dua model algoritma yang dirancang yaitu Faster R – CNN dengan YOLOv8 untuk mendeteksi cacat pada PCB layout.

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

Pada BAB V ini berisi tentang simpulan, implikasi, dan rekomendasi dari hasil ataupun proses yang telah dilakukan dengan tujuan agar pembaca dapat memahami keseluruhan hasil penelitian yang didapat serta sebagai rekomendasi bagi peneliti lainnya agar dapat menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang referensi – referensi yang digunakan pada penelitian ini untuk mendukung proses penyelesaian Laporan Skripsi Pendidikan Teknik Elektro.

LAMPIRAN

Diki Fahrizal, 2024

ANALISIS KOMPARATIF ALGORITMA FASTER R-CNN DAN YOLOV8 UNTUK DETEKSI OBJEK CACAT PCB LAYOUT (IMPLEMENTASI GRAPHICAL USER INTERFACE)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Berisi tentang lampiran – lampiran yang dilakukan selama penelitian berlangsung sebagai pendukung penyelesaian Laporan Skripsi ini.