

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi pada masa kini dapat memudahkan penelitian dan riset yang kreatif dalam merancang sebuah sistem termasuk perangkat elektronik. Pada perangkat elektronik terdapat papan PCB sebagai komponen penting untuk menunjang kinerja sistem dan memberikan jalur penghubung antar komponen di dalam perangkat [1]. Jika pada desain papan PCB terdapat salah satu jalur yang tidak terhubung atau rusak, akan mengakibatkan perangkat elektronik tidak berfungsi dengan baik dan jalur *circuit* tidak akan terhubung. Tingkat keberhasilan kualitas hasil produksi perangkat elektronik terdapat pada identifikasi komponen keping PCB. Teknologi sekarang dalam produksi perangkat elektronik keping PCB saat ini masih dilakukan secara manual yang mengandalkan tenaga manusia untuk meneliti satu per satu cetakan komponen PCB apakah terdapat kerusakan komponen atau tidak [2].

Sistem inspeksi jalur PCB berfungsi sebagai pembanding antara gambar PCB yang tidak ada kerusakan dan gambar PCB yang terdapat kerusakan komponen, dimana proses perbandingannya dilakukan pada sebuah program aplikasi [3]. Pada aplikasi ini menggunakan teknik *image processing* untuk mendeteksi kerusakan suatu objek pada PCB [4]. Ilmu yang berhubungan erat dengan penentuan kualitas produk, jenis dan kuantitas secara visual adalah *computer vision*. Pada ilmu *computer vision* membahas tentang klasifikasi objek dan deteksi objek pada gambar. Terdiri dari pengumpulan gambar, *training* dan *deploy* [5]. Teknik yang digunakan pada *computer vision* merupakan metode dari pengolahan citra dan kecerdasan buatan sehingga memungkinkan komputer dapat melihat dan memahami objek melalui gambar atau video. Pengolahan citra dengan menggunakan komputer, akan menghasilkan kualitas yang lebih baik. Proses pengolahan citra melibatkan serangkaian operasi seperti pengaturan tingkat kecerahan, kontras, deteksi tepi, peningkatan ketajaman, dan lainnya. Tujuan utama pengolahan citra adalah agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi oleh manusia maupun mesin. Metode pencocokan model merupakan ciri khas yang digunakan sebagai patokan pengembangan dari pengolahan citra digital sehingga sistem dapat mengidentifikasi cacat pada PCB [6]. Algoritma *deep learning* yang sering digunakan seperti Recurrent Neural Network (RNN), Generative Adversarial Networks (GAN), dan

Convolutional Neural Network (CNN) adalah beberapa algoritma yang paling umum untuk klasifikasi gambar [34].

Tugas Akhir ini mengusulkan sebuah sistem deteksi objek kecacatan PCB sehingga dapat mempersingkat waktu dan meminimalisir biaya dalam proses produksi perangkat elektronik. Teknologi ini membuat pekerjaan lebih efisien dan mengurangi kesalahan manusia. Karena jalur antar komponen pada PCB sangat memengaruhi kinerja komponen elektronik, jalur antar komponen harus diperhatikan [35]. Sistem deteksi objek cacat PCB ini menggunakan bantuan *webcamera* untuk mengambil gambar PCB yang akan dideteksi dengan bantuan aplikasi Graphical User Interface (GUI) sebagai *interface* yang akan ditampilkan pada *display*, dan sistem akan memproses menggunakan model *pretrained* ResNest-101 dengan tambahan metode *Online Hard Example Mining* (OHEM) untuk mendeteksi kerusakan yang terdapat pada PCB. Hasil yang diharapkan adalah sistem dapat mendeteksi objek secara akurat sesuai dengan *class* kerusakan PCB seperti *missing hole*, *open circuit*, *short*, *spur*, *spurious copper*, dan *mouse bite*. Diharapkan dengan adanya sistem deteksi ini akan memberikan manfaat dalam proses deteksi kerusakan PCB menjadi lebih efisien, akurat, meminimalisir biaya, dan sesuai dengan kebutuhan spesifik pada industri perangkat elektronik.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Banyak penelitian mengenai cacat PCB yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, hal tersebut dapat menjadi pendukung masalah di dalam penelitian ini. Tahun 2019, Runwie Ding dkk. mengusulkan model TTD-Ned: Tiny Defect Detection Network untuk deteksi PCB. Hasil dari penelitian ini mendapatkan nilai mean Average Precision (mAP) sebesar 98,9% namun, hubungan peta fitur dari berbagai tingkat dan manfaat informasi struktural tingkat deteksi kecacatan PCB masih rendah [7]. Untuk mengatasi masalah yang signifikan dalam deteksi kerusakan PCB dapat dilakukan eksplorasi peningkatan kinerja pendeteksian [8].

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Azka dkk. pada tahun 2022 sistem dapat mendeteksi enam jenis cacat pada PCB menggunakan algoritma ResNest-101 sebagai arsitektur metode deteksi objek dan dihasilkan nilai akurasi yaitu nilai *mean Average Precision* (mAP) sebesar 99,2% serta nilai *Average Recall* (AR) sebesar 99,5% [9].

Pada tahun 2020 penelitian lain yang telah dilakukan oleh Bing Hu dan Jianhui Wang menggunakan metode Faster RCNN dan arsitektur Resnest-50 dengan tujuan *system* mampu mendeteksi objek cacat kecil, selain itu penulis juga menggunakan FPN, GARPN digabungkan dengan Shufflenetv2 untuk menambahkan keakuratan prediksi. Pada hasil penelitian

didapatkan nilai mAP FASTER RCNN+RESNEST-50 sebesar 85,2%, FASTER RCNN+RESNEST50+ FPN sebesar 86,4%, FASTER RCNN+ RESNEST50+ FPN+ GARPEN sebesar 91,2%, dan fASTER RCNN+ RESNEST50+ FPN+ GARPEN+ Shufflenetv2 sebesar 94,2% [10].

Penelitian berikutnya adalah merancang sistem deteksi cacat kayu menggunakan data citra kayu dari pohon karet dan pinus sebagai input. Model sistem dirancang dengan modifikasi Model YOLOv4 sebagai arsitektur dasarnya dengan mengurangi blok residu pada CSPDarknet53 dan jaringan PANet. Jumlah saluran aktif CSPDarknet53 dikurangi dengan mengalikan angka dengan koefisien skala. Operasi ini bertujuan untuk meningkatkan kecepatan deteksi sistem bila dibandingkan dengan struktur asli. Akurasi terbaik dicapai dengan aktivasi Mish 91,95% pada kayu pinus dan 90,7% pada kayu karet. Dalam fungsi aktivasi Mish, nilai positif dapat mencapai tingkat dan *capping* mencegah saturasi. Untuk kedua set data, Mish memberikan kontribusi tertinggi untuk akurasi di berbagai kategori. Karena, nilai negatif kecil harus memungkinkan aliran gradien yang lebih baik dibandingkan dengan ikatan nol kompleks seperti pada ReLU [36].

Selanjutnya sebagai pendukung masalah pada penelitian ini, dilakukan oleh VA Adibhltta dkk. pada tahun 2020 dengan metode *Convolutional Neural Network* dan arsitektur Yolov2, dataset yang digunakan berjumlah 11.000 gambar PCB serta menggunakan 32 epoch sehingga dapat mencapai nilai akurasi deteksi cacat atau *mean Average Precision* (mAP) sebesar 98,79%. Sistem hanya melihat sekali (*Yolo Only Look Once*) pada gambar untuk memprediksi benda yang ada dan mendeteksi letaknya. penulis menyarankan menggunakan algoritma CNN lainnya seperti RateniNet, ResNet, dan Googlenet [11].

Pembuatan alat inspeksi visual jalur PCB menggunakan Pengolahan Citra lainnya telah dilakukan oleh Rangga dkk pada tahun 2022, pada penelitian ini berhasil membangun sebuah sistem inspeksi visual jalur PCB menggunakan Yolov3 dengan *library OpenCv* serta Google Colab. Hasil nilai rata-rata akurasi untuk kelima klasifikasi didapatkan hasil dengan nilai mAP@0.5%, short 90,67%, open circuit 97,86%, mouse bite 94,43%, missing hole 96,09%, dan spur 97,56% [4].

Pada tahun 2021, Nur Kurniasari dan Judi Prajetno Sugiono telah melakukan penelitian mengenai cacat PCB dengan metode yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* dan arsitektur Yolov5 yang secara bersamaan memprediksi beberapa kotak pembatas serta probabilitas kelas. Dalam penelitian ini berdasarkan fleksibilitasnya PCB yang digunakan

berjenis RIGID PCB, berfokus pada enam jenis cacat PCB yaitu sirkuit terbuka, jalur pendek, gigitan tikus, spur, lubang jarum, dan bola solder. Penelitian menghasilkan nilai akurasi klasifikasi paling tinggi yaitu sebesar 80,7%. Rata-rata deteksi kotak pembatas sebesar 80% dan kecepatan klasifikasi deteksi jalur terputus 1,89 it/s dengan nilai threshold 0.267 dan 0,283 [12].

Selain penelitian pada cacat PCB penulis menambahkan penelitian cacat pada insulator yang sudah dilakukan oleh S Wang dkk. pada tahun 2020. Penelitian tersebut menganalisis karakteristik cacat pada insulator dan mengusulkan deteksi cacat menggunakan model ResNeSt. Dengan hasil pengujian dengan Faster RCNN dan ResNeSt-101 dan RPN sebagai backbone adalah 0.0067%. Kelemahan pada Resnet-RPN sebagai backbone adalah salah menilai beberapa bayangan dikarenakan karena perbedaan kontras antara bayangan dan mengakibatkan salah penilaian [13].

1.3 Analisis Umum

Sistem proyek ini dilakukan dengan Metode Deteksi berbasis *Computer Vision* dan *Deep Learning* untuk Sistem Inspeksi Cacat Pada Permukaan Printed Circuit Board (PCB), berpacu pada analisa tingkat akurasi deteksi objek sehingga memiliki beberapa aspek untuk analisis umum sebagai berikut :

1.3.1 Aspek Ekonomi

Pada perancangan Deteksi berbasis *Computer Vision* dan *Deep Learning* untuk Sistem Inspeksi Cacat Pada Permukaan Printed Circuit Board (PCB) sebagai Tugas Akhir jika penelitian ini berhasil dapat menghasilkan suatu produk sesuai yang diharapkan, maka akan berdampak pada produktivitas di bidang elektronik karena akan meningkatkan proses produksi dengan melakukan monitoring penggunaan pendeteksi kecacatan pada sirkuit papan PCB.

1.3.2 Aspek Manufakturabilitas

Pada sistem Deteksi berbasis *Computer Vision* dan *Deep Learning* untuk Sistem Inspeksi Cacat Pada Permukaan Printed Circuit Board (PCB) memiliki beberapa referensi untuk penelitian ini, sehingga terdapat pembaruan metode untuk dapat menghasilkan tingkat nilai akurasi yang lebih tinggi dari metode-metode sebelumnya.

1.3.3 Aspek Keberlanjutan (Sustainability)

Aspek keberlanjutan dari sistem deteksi cacat PCB mencakup upaya untuk mengembangkan, menerapkan dan menggunakan teknologi yang lebih efisien dalam proses deteksi cacat PCB. Berikut aspek keberlanjutan terkait sistem deteksi cacat PCB :

- Peningkatan ketepatan dan efisiensi

Sistem deteksi cacat yang tepat dan akurat dapat mengurangi jumlah bahan baku PCB yang terbuang percuma. Hal ini dapat berdampak secara tidak langsung pada kondisi lingkungan, karena semakin banyak produk yang gagal akan berdampak pada pencemaran lingkungan.

- Pengembangan dan pelatihan Sumber Daya Manusia

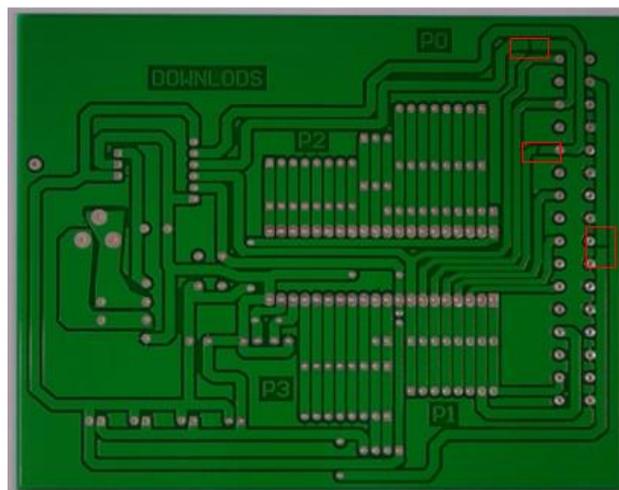
Keberlanjutan sistem deteksi cacat pada PCB dapat mencakup pendidikan, pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia. SDM yang terlatih akan meningkatkan kualitas individualnya sehingga dapat memastikan sistem deteksi cacat berjalan secara efisien, mengurangi jumlah cacat, dan mengoptimalkan hasil produksi.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan latar belakang dan analisis, maka dirumuskan kebutuhan sistem yang harus dipenuhi seperti dapat mendeteksi gambar PCB secara akurat sesuai class kerusakan, menghasilkan tingkat nilai akurasi yang tinggi dari metode sebelumnya, dapat menggunakan aplikasi GUI dalam pengambilan gambar PCB yang akan dideteksi, dan dapat mendeteksi kerusakan PCB secara real-time. Sehingga sistem penelitian Deteksi berbasis *Computer Vision* dan *Deep Learning* untuk Sistem Inspeksi Cacat Pada Permukaan *Printed Circuit Board* (PCB) ini dapat berhasil dengan baik. Penelitian ini berfokus pada enam jenis cacat PCB yaitu:

1. *Open Circuit*

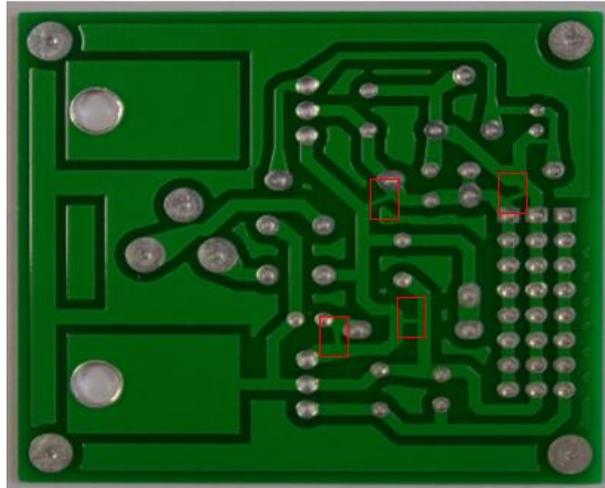
Pada *open circuit* ataupun sirkuit terbuka kerusakan seringkali terjadi dikarenakan pada saat mencetak atau *pattern printing screen* dengan menggunakan tinta dan *rubber squeeze* kurang jelas. Dalam hal ini cacat ditandai dengan kotak berwarna merah. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Cacat PCB *Open Circuit*

2. *Short*

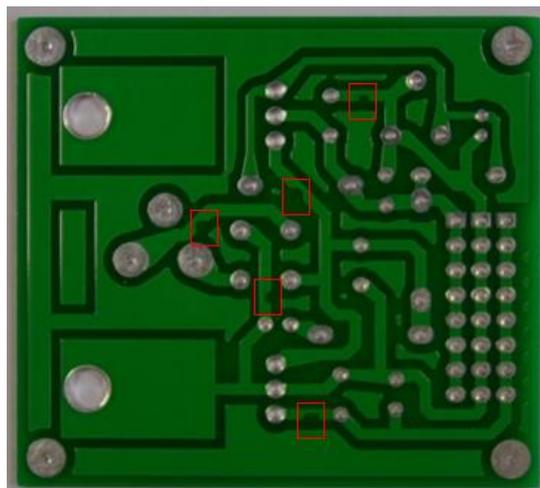
Cacat pada PCB berjenis *short* dapat terjadi dikarenakan pattern printing atau tercetaknya jalur – jalur yang berhimpitan, sehingga dapat mengakibatkan jalur yang konslet (*short*) dan akan mengganggu kinerja PCB. Dalam hal ini cacat ditandai dengan kotak berwarna merah. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Cacat PCB *Short*

3. *Mouse Bite*

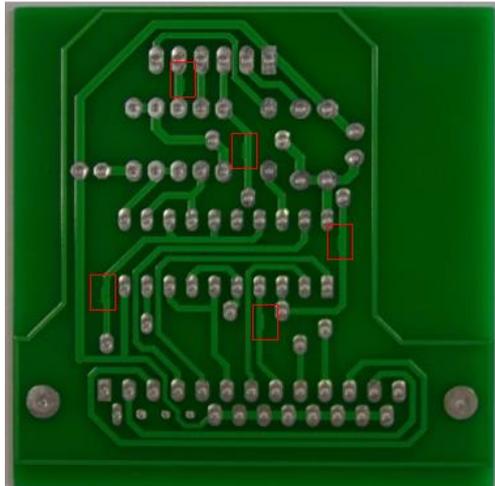
Cacat PCB *mouse bite* merupakan kondisi di mana terdapat lubang-lubang kecil atau goresan pada jalur tembaga PCB. Disebabkan karena faktor eksternal seperti cara menyimpan dan kesalahan saat proses produksi. Dibawah ini merupakan jenis cacat *mouse bite* yang ditandai kotak merah pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Cacat PCB *Mouse Bite*

4. *Spur*

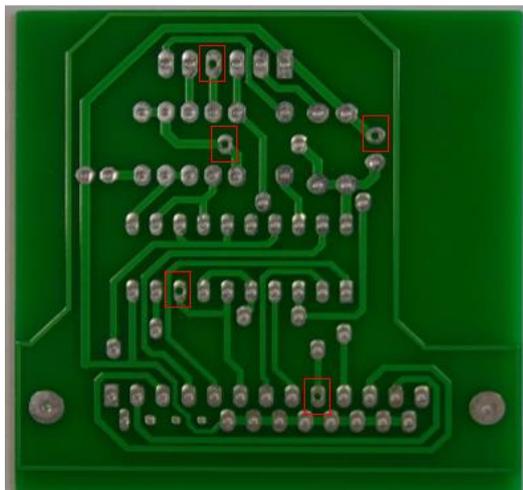
Spur merupakan cacat yang terdapat goresan atau cabang dimana cabang tersebut terlihat seperti garis yang membuat terjadinya cacat pada PCB sehingga mengakibatkan PCB tidak terhubung. *Spur* dapat terjadi dikarenakan pada saat proses desain tidak dioptimalkan dengan baik, panjang jejak, jalur, dan penempatan komponen dapat menyebabkan gelombang refleksi dan gangguan sinyal, yang berujung pada munculnya spur. Contoh *spur* telah ditandai kotak berwarna merah yang ditunjukkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Cacat PCB Spur

5. *Missing Hole*

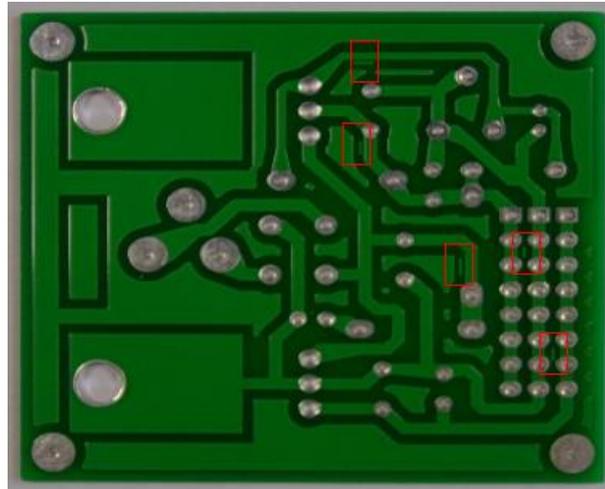
Missing hole ataupun rangkaian yang tidak terlapsi oleh tinta dapat terjadi dikarenakan pada saat *pattern printing* atau mencetak, tinta tidak melapsi bagian dalam lubang rangkaian, sehingga menyebabkan suatu kecacatan dan PCB ini apabila digunakan tidak akan bisa berfungsi. Berikut contoh cacat *missing hole* yang telah ditandai kotak berwarna merah pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Cacat PCB *Missing Hole*

6. *Spurious Copper*

Spurious copper dapat terjadi karena kesalahan selama proses manufaktur atau proses produksi PCB. Terjadi dikarenakan terdapat sisa tembaga yang tidak diinginkan yang muncul pada jalur PCB atau area lainnya yang seharusnya sesuai dengan desain PCB. Berikut merupakan cacat *spurious copper* yang telah ditandai kota berwarna merah pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Cacat PCB *Spurious Copper*

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

Berdasarkan permasalahan yang dibahas sebelumnya, solusi yang diusulkan dalam proyek ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Karakteristik Produk

Karakteristik produk mengacu pada atribut atau ciri-ciri tertentu yang melekat pada suatu produk. Karakteristik produk ini menjadi penentu yang membedakan produk. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai karakteristik produk yang sudah dibuat oleh penulis diantaranya:

1.5.1.1 Solusi 1

Solusi pertama merancang sebuah sistem pengambilan gambar PCB dan dapat mendeteksi kerusakan PCB. Sistem mendeteksi gambar PCB yang telah diambil menggunakan model *pretrained* yang digunakan untuk mendeteksi objek. Setelah sistem berhasil mendeteksi kerusakan PCB sesuai dengan *class* maka gambar akan disimpan oleh perangkat. Sistem ini tidak membutuhkan internet karena model yang digunakan disimpan dalam perangkat. Solusi ini dapat mempermudah pengguna karena hanya menggunakan perangkat yang ada dan tidak membutuhkan internet.

1.5.1.2 Solusi 2

Pada solusi kedua merancang sebuah sistem pengambilan gambar PCB dan dapat mendeteksi kerusakan PCB. Sistem akan memproses gambar dengan model *pretrained* yang digunakan untuk mendeteksi objek. Selanjutnya hasil gambar PCB di *upload* pada *framework* dan menjalankan proses *training* menggunakan model *pretrained* yang digunakan. Sehingga mendapatkan hasil nilai akurasi yang tinggi dibandingkan model yang sebelumnya.

1.5.2 Skenario Penggunaan

Berikut merupakan penjelasan mengenai skenario penggunaan sistem deteksi cacat PCB yang berbentuk solusi, antara lain:

1.5.2.1 Solusi 1

Skenario penggunaan pada solusi pertama menggunakan *Graphical User Interface* (GUI) dalam pengambilan gambar PCB serta menangkap citra permukaan PCB. *Interface* GUI akan mengambil gambar PCB melalui *webcamera* dengan jarak sekitar 17 cm. Kemudian memproses gambar PCB untuk mendeteksi kerusakan PCB secara *real-time* menggunakan model yang digunakan. Hasil gambar akan di *capture* dan disimpan pada perangkat. Selanjutnya dilakukan proses *training* secara *offline* menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi *drivers* NVIDIA CUDA Core minimal ukuran memori 8 GB.

1.5.2.2 Solusi 2

Pada skenario penggunaan kedua menggunakan *Google Colab Pro*. Dataset yang digunakan diambil dari publik yang di rilis oleh Peking University dengan jumlah 10,668 gambar [14]. Dataset memiliki enam *class* cacat permukaan PCB sebagai klasifikasi, yaitu *missing hole*, *open circuit*, *short*, *spur*, *spuricous copper*, dan *mouse bite*. Hasil gambar yang telah terdeteksi sesuai dengan *class* disimpan dan akan di *upload* pada *framework* *Google Colab Pro*. Selanjutnya dilakukan proses *training* secara *online* menggunakan *Google Colab Pro* untuk mendapatkan nilai akurasi yang diinginkan.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Perkembangan teknologi yang semakin pesat berdampak pada kenaikan pasar PCB. PCB digunakan sebagai wadah untuk menyusun IC dan berbagai komponen lainnya menjadi suatu sistem, sehingga desain PCB harus memperhatikan besar kecilnya jalur yang digunakan, suhu jalur, dan jarak antar jalur [15]. Apabila terdapat kesalahan pada hal-hal tersebut akan menyebabkan rangkaian tidak dapat bekerja dengan baik. Penelitian ini mengusulkan beberapa solusi menggunakan GUI dan menggunakan algoritma *deep learning* untuk mendeteksi objek

cacat PCB yang ditangkap oleh kamera sehingga proses deteksi lebih efisien, akurat, meminimalisir biaya, dan sesuai dengan kebutuhan spesifik.