

Perancangan Sistem *Conformal Coating Inspection Circuit Board* Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Berbasis *Matlab*

Adhi Ramli^{1*}, Ketty Siti Salamah², Yuliza²

¹PT Denso Indonesia, Cikarang

²Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

*ramliadhi@gmail.com

Abstrak— Masalah *Human-Error* pada *process manual inspection* seperti pada proses *conformal coating circuit board* menjadi hal yang harus diperhatikan mengingat sangat pentingnya fungsi dari *conformal coating* untuk melindungi *circuit board* dari oksidasi dan pengaruh lingkungan. Sehingga diperlukan suatu sistem *inspection* yang bisa menggantikan peran manusia dalam pengecekannya sehingga dapat menghilangkan masalah *human-error*. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan *computer vision* yaitu cabang ilmu yang mempelajari tentang bagaimana suatu sistem dapat mengenali suatu objek dengan kombinasi antara pengolahan citra dan pengenalan pola. Untuk memastikan level *inspection system* tersebut sama dengan yang dilakukan manusia bisa menggunakan Jaringan syaraf Tiruan untuk proses pengambilan keputusan. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dibuat suatu *prototype conformal coating inspection* menggunakan JST. Pada penelitian ini juga penulis mencoba mengolah data input JST dengan metode PCA (*Principal Component Analysis*). Proses percobaan pada sistem dilakukan dengan memberikan variasi pada *epoch*, *learning rate* dan *hidden layer* sehingga bisa dilihat hubungannya terhadap nilai RMSE, *Processing time* dan *recognition rate*. Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa JST dengan PCA lebih baik dengan akurasi 100%. Pada tahap *learning process* nilai RMSE terendah yaitu 4×10^{-7} , *recognition rate* 100% presentase 88.88%, dan *Processing time* tercepat 696.4910 detik.

Kata kunci: *Computer vision, Conformal coating, Human Error, inspection System, Jaringan Syaraf Tiruan, Matlab, Principal Component Analysis*

DOI: 10.22441/jte.2021.v12i2.002

I. PENDAHULUAN

Conformal coating merupakan proses pemberian lapisan polimer tipis pada permukaan Komponen dan PCB (*Circuit board*). Fungsi dari *conformal coating* yaitu melindungi PCB dan komponen-komponen yang ada pada *circuit board* dari

pengaruh lingkungan, suhu, debu, air dan untuk proteksi dari korosi atau karat. Apabila terjadi *abnormality* pada proses ini bisa mengakibatkan kegagalan fungsi pada sistem *circuit board*. Sehingga perlu dilakukan pengendalian kualitas yang ketat untuk proses ini. Salah satu cara untuk meningkatkan pengendalian kualitas adalah merubah proses manual *inspection* yang masih dilakukan oleh manusia menjadi *automatic inspection* menggunakan *system computer* menggunakan *computer vision*. [1][2] Walaupun kemampuan manusia untuk pengecekan kualitas cukup dapat diandalkan, namun faktor waktu dan tenaga dapat saja menghambat produktifitas dari pegawai tersebut, sehingga mungkin akan terjadi kesalahan (*human error*). Sehingga dengan perubahan *inspection method* menggunakan *computer vision* kesalahan dari *human error* itu bisa dihilangkan.

Penelitian yang berjudul “Perancangan Sistem Conformal Coating Inspection Circuit Board Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Berbasis MATLAB” akan membuat *inspection system* menggunakan metode jaringan syaraf tiruan [8] yaitu sistem pengecekan berbasis MATLAB [9] dan kamera webcam yang berfungsi menganalisa hasil tangkapan gambar citra digital dari camera untuk diolah dan kemudian sistem akan menganalisa apakah citra tersebut memenuhi standard yang telah ditentukan atau tidak. Pada proses pengolahan citra digital pengujian juga mencoba menggunakan metode PCA (*Principal Component Analysis*) dengan tujuan membuat sistem lebih baik dalam mengenali pola dari citra digital. Kelebihan dari sistem yang menggunakan jaringan syaraf tiruan adalah JST bisa meniru kerja otak makhluk hidup. Sehingga tidak adanya penurunan pada *inspection level* karena metode check yang dilakukan oleh Jaringan Syaraf Tiruan hampir sama dengan pengecekan manual yang dilakukan oleh manusia. JST ini dapat dibangun untuk mengenali pola masukan yang diberikan oleh pengguna yang membuat sistem ini bersifat berkelanjutan atau *sustainable*, hal ini sangat cocok diaplikasikan di era Industri 4.0 dimana proses perubahan selalu terjadi begitu cepat mengikuti tututan *Global Market*. Diharapkan dengan perancangan sistem ini bisa menggantikan peran manusia

dalam proses conformal coating inspection disertai dengan perbaikan pada *Quality Assurance Level* dengan tidak adanya human error pada proses ini.

II. PENELITIAN TERKAIT

Sebelumnya, penelitian mengenai jaringan syaraf tiruan ini sudah banyak dilakukan. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang diusulkan adalah dalam penelitian ini, objek yang akan di deteksi adalah *conformal coating*. Penulis mencoba membuat sistem dari penggabungan beberapa penelitian yang bisa menunjang untuk perancangan sistem *conformal coating inspection* ini. Sehingga hasil dari perancangan ini bisa sama atau lebih baik dari penelitian-penelitian sebelumnya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Aaron Aquino [1] untuk sistem penilaian kualitas warna gula kelapa menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) mengandalkan JST untuk menganalisa citra dari *image processing* sehingga bisa terdeteksi bahwa gula tersebut termasuk pada *class* atau kualitas yang mana. Pada penelitian yang dilakukan oleh Emny H. Yossy [2] untuk pendeteksi warna dengan *camera* yang berfungsi mengklasifikasi buah mangga berdasarkan warna menggunakan *computer vision* berbasis Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* bisa melakukan proses pengecekan dengan akurasi mencapai 94%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Fitri Muwardi, [3] untuk pendeteksi jenis bunga dengan kamera *handphone* berbasis Matlab dengan metode pengolahan citra dan pengklasifikasian jarak bisa menghasilkan akurasi 85% untuk metode jarak *manhattan* dan 77% metode jarak *eucladian*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Qussay Al-Jubouri, [4] untuk mengukur panjang ikan zebra berbasis *automated vision system* menggunakan *low-cost camera* atau kamera *WebCam*. Penelitian yang dilakukan oleh Naijian Chen, [5] untuk mendeteksi *defect* yang terdapat pada kayu yang sulit di lihat oleh manusia menggunakan *image recognition* berbasis Jaringan Syaraf Tiruan. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Jahanbakshi, [6] untuk kualitas lemon memakai *High Spec Camera* dengan metode mekanisme *stochastic pooling* berbasis *Convolutional Neural Network* dengan Matlab dan menghasilkan akurasi mencapai 100%

A. Computer Vision

Computer vision adalah transformasi dari data gambar atau video menjadi sebuah keputusan atau dapat berupa gambar baru. Tujuan dari *Computer vision* adalah membuat keputusan yang berguna mengenai atau tentang benda fisik yang asli berdasarkan dari image yang terlihat. Secara umum, *Computer vision* adalah ilmu dan teknologi mesin yang melihat, di mana mesin mampu mengekstrak informasi dari gambar yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Sebagai suatu disiplin ilmu, *computer vision* berkaitan dengan teori di balik sistem buatan bahwa ekstrak informasi dari gambar. Data gambar dapat mengambil banyak bentuk, seperti urutan video, pandangan dari beberapa kamera, atau data multi-dimensi dari scanner medis. Sedangkan sebagai disiplin

teknologi, *computer vision* berusaha untuk menerapkan teori dan model untuk pembangunan sistem *computer vision* [7].

B. Citra

Citra merupakan fungsi menerus dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, kemudian dipantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. Pengolahan citra digital adalah manipulasi dan interpretasi digital dari citra dengan bantuan komputer [7].

C. Pengolahan Citra

Pengolahan citra (*image processing*) merupakan proses mengolah *pixel-pixel* di dalam citra digital untuk tujuan tertentu. Pada awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer serta munculnya ilmu-ilmu komputasi yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra. Proses pengolahan citra secara diagram proses dimulai dari pengambilan citra, perbaikan kualitas citra, sampai dengan pernyataan representatif citra yang dicitrakan [11].

D. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan yaitu sistem pemroses informasi dengan karakteristik dan performa yang mendekati syaraf biologis. Jaringan syaraf tiruan ini digunakan sebagai analisa *real time*, tidak untuk periode kala ulang. Jaringan syaraf tiruan merupakan generalisasi dari pemodelan syaraf biologi dengan asumsi-asumsi antara lain :

- Pemrosesan informasi terletak pada sejumlah komponen yang dinamakan *neuron*.
- Sinyal merambat antara satu *neuron* ke *neuron-neuron* yang lainnya melalui jalur penghubung.
- Tiap jalur penghubung memiliki bobot dan mengalikan besar nilai sinyal yang masuk (jenis *neuron* tertentu).
- Tiap *neuron* menerapkan fungsi aktivasi (biasanya *nonlinier*) yang menjumlahkan semua masukan untuk menentukan sinyal keluarannya

Pada dasarnya jaringan syaraf tiruan mempunyai banyak tipe, tetapi semua tipe dari jaringan syaraf tiruan memiliki komponen-komponen yang sama. Misalnya otak manusia. Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa *neuron-neuron* yang saling berhubungan antara satu *neuron* dengan yang lainnya [8].

Neuron-neuron mentransformasikan informasi yang diterima ke sambungan keluaran kemudian ke *neuron-neuron* yang lainnya. Didalam jaringan syaraf tiruan, hubungan ini disebut sebagai nama bobot (*weight*). Informasi itu nantinya disimpan pada suatu nilai tertentu dan bobot tersebut.

E. Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terwarisi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot- bobot yang terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada lapisan tersembunyinya [8]. Algoritma *Backpropagation* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai-nilai bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *error* tersebut. saat perambatan maju *neuron-neuron* diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner* yaitu :

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (1)$$

F. Nilai Root Mean Square Error (RMSE)

Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) pada satu siklus pelatihan adalah nilai kesalahan (*error* (e) = nilai keluaran – nilai masukan) rata-rata dari seluruh *record* (*tupple*) yang dipresentasikan ke jaringan syaraf tiruan dan dirumuskan sebagai :

$$RMSE = \frac{\sum e^2}{\text{jumlah record}} \quad (2)$$

Semakin kecil MSE, jaringan syaraf tiruan semakin kecil kesalahannya dalam memprediksi kelas dari record yang baru. Maka, pelatihan jaringan syaraf tiruan ditujukan untuk memperkecil MSE dari satu siklus ke siklus berikutnya sampai selisish nilai MSE pada siklus ini dengan siklus sebelumnya lebih kecil atau sama dengan batas minimal yang diberikan (*epsilon*).

Kondisi penghentian *training* adalah tercapainya nilai RMSE di akhir *training*. *Training* dihentikan apabila nilai MSE di akhir *training* lebih kecil atau sama dengan nilai RMSE yang ditetapkan pada awal *training*. Tetapi apabila nilai RMSE di akhir *training* lebih besar dari nilai RMSE yang ditetapkan di awal *training* maka proses *training* akan dilanjutkan ke tahap propagasi balik.

Pada umumnya pelatihan dengan *Backpropagation* tidak akan menghasilkan RMSE = 0 (apalagi untuk data yang banyak). Untuk itu akan cukup puas apabila nilai RMSE 0.0001. Jika memperbesar laju pemahaman (*learning rate*) menjadi 0.1 dan merubah RMSE menjadi 0.0001.

G. Matlab

Matlab (*Matrix Laboratory*) yakni sebuah lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemrograman komputer generasi keempat yang dikembangkan oleh *The Mathworks* [9]

Matlab memungkinkan manipulasi matriks, pem-plot-an fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antramuka pengguna, dan pen-antarmuka-an dengan program dalam bahasa lainnya. Meskipun hanya bernuansa numerik, sebuah *Toolbox* yang menggunakan mesin simbol MuPAD, memungkinkan akses terhadap kemampuan aljabar komputer.

Banyak model jaringan syaraf tiruan yang menggunakan manipulasi matriks atau vektor dalam iterasinya. Matlab menyediakan fungsi-fungsi khusus untuk menyelesaikan model jaringan syaraf tiruan. Penggunaan hanya memasukkan vektor masukan, target, model, dan parameter yang diinginkan (laju pemahaman, *thereshold*, bias, dll).

H. Webcam Camera

Webcam yaitu suatu piranti dalam perlengkapan lensa yang secara optic emkanik atau elektronk merekam gerakan sebuah obyek sebagai tujuan, kamera berasal dari bahasa latin yang artinya lompatan.

Webcam (singkatan dari Web Camera) merupakan salah satu bagian perangkat multimedia yang terdiri dari kamera digita yang didukung gguna untuk meakukan manajemen sebuah gambar serta suara sehingga mampu meaksanakan proses video view, video capture dan video save. Webcam yaitu sebutan di kamera real-time (keadaan pada saat ini juga) yang gambarnya dapat diakses atau disaksikan lewat Word Wide Web, program instant messaging atau apikasi video call. Istilah webcam jua merujuk kepada jenis kamera yang digunakan untuk keperluan ini. Ada berbagai macam merek dari webcam saah satunya LogiTech.

I. Conformal Coating

Conformal coating yaitu proses pemberial lapisan polimer tipis pada permukaan komponen dan PCB atau *Circuit Assy*. Fungsi dari conformal coating yakni melindungi PCB dan komponen-komponen yang terdapat pada *circuit assy* dari pengaruh lingkungan, suhu, debu, air dan untuk proteksi dari korosif. Penerapan pelapisan konformal pada *circuit board* untuk memberikan lapisan dielektrik pada papan elektronik. Lapisan ini berguna sebagai selaput pemisah antara circuit board dan lingkungan. Dengan lapisan ini, circuit board dapat menahan lebih kelembaban dengan meningkatkan ketahanan permukaan atau *surface installation resistance* (SIR). Dengan dewan SIR yang lebih tinggi, risiko masalah seperti cross talk, kebocoran listrik, intermiten kehilangan sinyal, dan korslet akan berkurang.

J. Principal Componen Analysis (PCA)

Dalam statistika, Analisis Komponen Utama (Principal Component Analysis) / PCA adalah teknik yang digunakan untuk menyederhanakan suatu data, dengan cara mentransformasi data secara linier sehingga terbentuk sistem koordinat baru dengan varians maksimum [12]. Analisis komponen utama dapat digunakan untuk mereduksi dimensi suatu data tanpa mengurangi karakteristik data tersebut secara signifikan. Analisis komponen utama juga sering digunakan untuk menghindari masalah multikolinearitas antar peubah bebas dalam model regresi berganda [13]. Jadi ditegaskan kembali bahwa Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*) adalah analisis *multivariate* yang mentransformasi variabel-variabel asal yang saling berkorelasi menjadi variabel-variabel baru yang tidak saling berkorelasi dengan mereduksi sejumlah variabel tersebut sehingga

mempunyai dimensi yang lebih kecil namun dapat menerangkan sebagian besar keragaman variabel aslinya.

III. METODOLOGI PENELITIAN


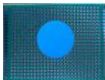

Pada Sistem kontrol ini terdapat dua perancangan yaitu perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Pembahasan meliputi langkah-langkah yang akan digunakan dalam menyelesaikan perangkat keras (*hardware*) yang berupa komponen fisik penunjang seperti *Laptop*, *Webcam* Kamera dan perangkat lunak (*software*) dimana berisikan program Matlab untuk *image processing* dan proses *inspection* menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan untuk ala. Adapun pelaksanaannya dilakukan dengan cara menentukan spesifikasi secara umum, melakukan perancangan, realisasi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

A. Tahapan Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat bagian yang berhubungan dengan bahan dan data yang akan digunakan. Berikut adalah penjelasan mengenai bahan dan data yang akan digunakan tersebut.

- **Bentuk**
 Dalam klasifikasi pola *conformal coating* ini diperlukan banyak data guna melakukan klasifikasi model tiap produk. Data-data tersebut adalah circuit board yang sudah dilapisi oleh *conformal coating*. Dikarenakan harga sample circuit board sangat mahal maka disini produk yang dipakai adalah plastic card yang sudah dilapisi *conformal coating*. Ada 3 jenis pola conformal coating pada penelitian ini yaitu : kotak, bulat, segitiga.

Tabel 1. Contoh Data

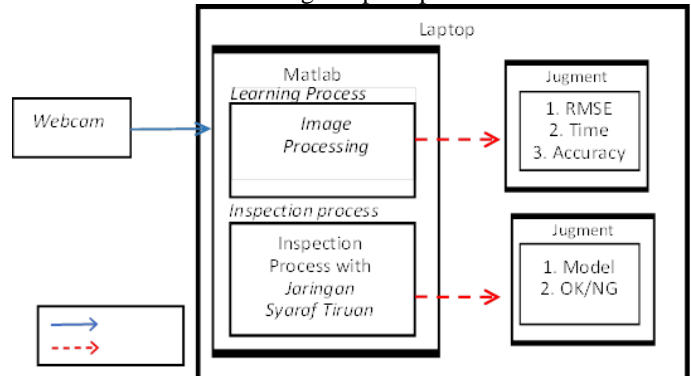
No	Gambar	Model
1		Model Kotak
2		Model Bulat
3		Model Segitiga

- **Jumlah**
 Jumlah data yang akan digunakan untuk klasifikasi model conformal coating ini sebanyak 105 pcs circuit board. Circuit board tersebut memiliki 3 jenis conformal coating dengan ukuran *card* yang sama yaitu 80 mm x 60 mm. Setiap model akan diambil 30 pcs sebagai data, sehingga 3 x 30 maka didapat 90 data. Jumlah yang digunakan sebagai testing dan training group sebanyak 90, dan 15 sample sebagai data uji tunggal.
- **Sumber Data**
 Sample Circuit Assy dengan conformal coating ini dibuat manual dengan metode *brushing*. Karena kendala

terkait cost untuk sample penulis membuat model *conformal coating* di dalam *card*.

B. Blok Diagram Sistem Kontrol

Berikut adalah blok diagram pada penelitian ini:



Gambar 1. Blok Diagram

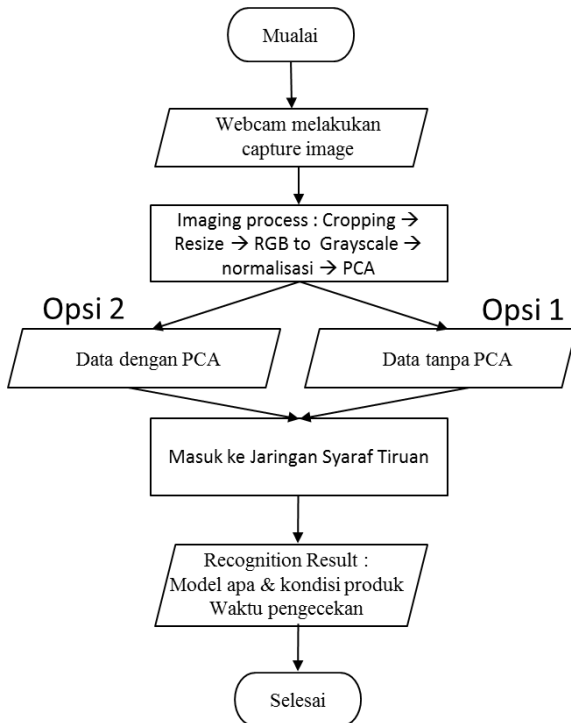
Berdasarkan pada Gambar 1 dapat dilihat rancangan rangkaian secara blok diagram yang terdiri dari blok masukan, blok proses dan blok keluaran. Berikut penjelasan fungsi dari masing-masing blok diagram.

- **Webcam**
 Digunakan sebagai masukan dari sistem yang dibuat, saat sistem aktif maka webcam kamera akan mengirimkan data citra yang sedang telah di *capture* ke dalam Matlab untuk di proses dan dianalisa. Disini penulis menggunakan webcam kamera Logitech C270 dengan spesifikasi kamera 3 Mega pixel dengan resolusi mencapai 2048 x 1536 pixels.
- **Laptop**
 Sebagai controller utama penghubung antara webcam dengan *software* Matlab sebagai media penmeroses dan pengolah data. Pada penelitian ini menggunakan laptop Acer Aspire V5-431 dengan sistem oprasi windows 7 32-bit (6.1, Build 7600), RAM 2048MB dan Processor Intel® Celeron® CPU 1007U @ 1.50GHz.
- **Matlab**
 Digunakan sebagai pemrograman untuk *image processing* dan analisa jaringan syaraf tiruan. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan dibangun dengan menggunakan Aplikasi Matlab Versi 20139a, Matlab dipilih karena memiliki fitur yang sangat cocok untuk pengolahan data menggunakan pola pembelajaran data yang diinputkan secara periodik atau terus menerus. JST pada matlab mampu mengolah data sesuai dengan apa yang kita harapkan, asalkan data yang dimasukkan sebagai input dan data target nya ditetapkan sesuai dengan pemilihan learning pada saat network pembelajaran dibuat.

C. Diagram Alir

Sistem kerja kontrol sebagaimana digambarkan pada diagram alir gambar 2 dimulai dari saat Webcam melakukan *capture* citra digital RGB. Setelah itu citra digital tersebut

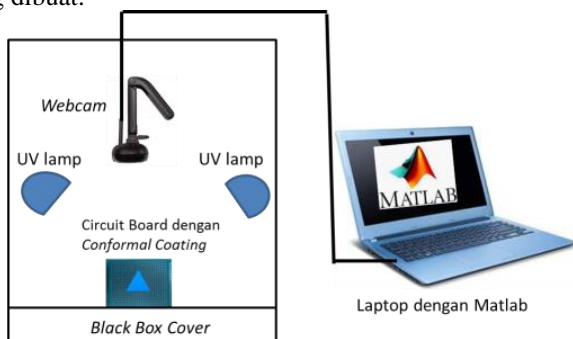
masuk ke tahap *processing image* di Matlab. Citra digital RGB diubah menjadi format grayscale. Data hasil *image processing* inilah yang akan masuk ke jaringan syaraf tiruan *backpropagation* untuk dianalisa hasilnya, data ini dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu data dengan PCA dan tanpa PCA. Setelah proses analisa maka hasilnya berupa keluaran data tersebut termasuk model yang mana, dan bagaimana bentuk dari model tersebut sesuai dengan reference atau tidak. System itulah yang dibuat untuk *inspection conformal coating* ini.



Gambar 2. Diagram Alir

D. Perancangan Perangkat Keras

Berikut merupakan koneksi perangkat keras pada sistem yang dibuat.



Gambar 3. Perancangan Perangkat Keras

Rangkaian terdiri dari 2 bagian utama yaitu *Laptop* dengan software Matlab sebagai bagian utama dari perangkat yang akan mengeksekusi program yang telah dibuat. Pemrograman pada Matlab terdiri dari 2 bagian utama yaitu *preprocessing image* &

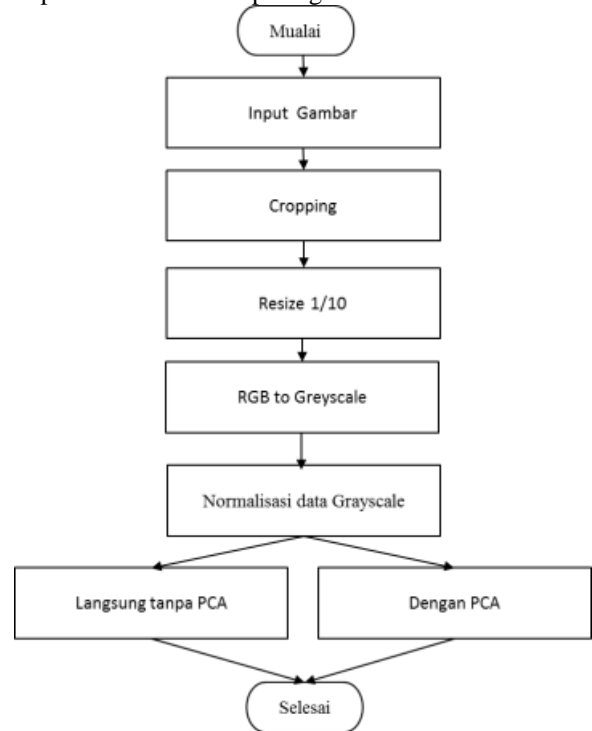
Jaringan syaraf tiruan .Selanjutnya pada bagian input yaitu kamera yang akan menangkap citra gambar. Bagian penunjang lain adalah *black box cover* yang berfungsi agar pencahayaan dari luar tidak mempengaruhi hasil pengecekan, *circuit board jig* untuk tempat meletakkan *circuit board* agar tetap sama.

E. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem ini dibuat dengan sistem operasi Matlab, ada 2 program utama yang akan kita buat yaitu proses *Pre-processing* berupa *process image* dan program jaringan syaraf tiruan.

- Pre-Processing Process

Pada proses ini kita akan merubah warna original dari citra gambar webcam RGB ke Grayscale, untuk mempercepat process konversi data citra. [14] Setelah itu kita rubah data grayscale berformat 400 x 320 pixels kedalam proses resize 1/10. Karena banyaknya data pixel yang kita compare bisa mempengaruhi waktu *inspection*. Data-data ini akan dilanjutkan ke jaringan syaraf tiruan untuk dianalisa. Untuk diagram alir pre-processing process bisa dilihat pada gambar 4 dibawah ini.

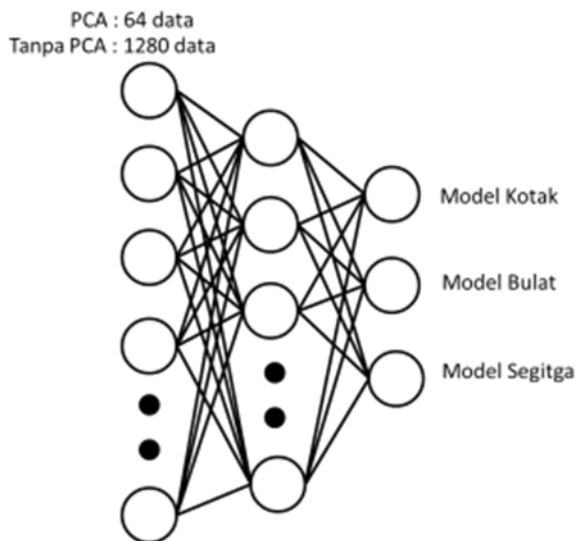


Gambar 4. Diagram Alir Pre-Processing Process

- Jaringan Syaraf Tiruan

Dalam penelitian ini jaringan syaraf tiruan dibangun setelah proses gambar preprocessing selesai. Jaringan syaraf tiruan yang dipakai adalah jaringan multikultural dengan fungsi aktivasi sigmoid simetris dan dengan pelatihan *back propagation* . Jaringan syaraf digunakan untuk memprediksi berdasarkan bentuk sample. Ada beberapa aspek jaringan syaraf tiruan yang akan

mempengaruhi kemampuan atau ketepatan pelatihan dan kecepatan pelatihan yang akan kita periksa dalam penelitian ini, yaitu: (1) konfigurasi lapisan; (2) tingkat pembelajaran. Setiap aspek akan dijelaskan di bagian berikut.



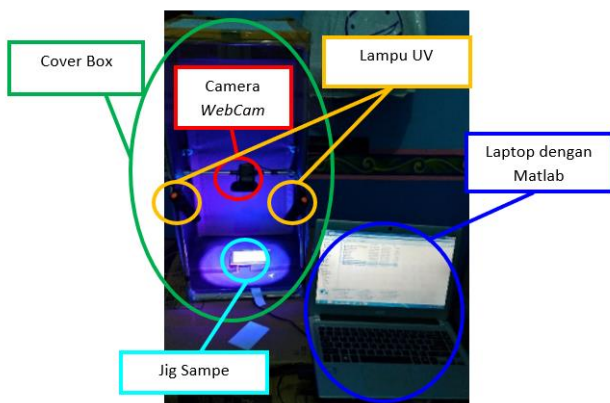
Gambar 5. Jaringan Syaraf tiruan topology *Conformal coating inspection system*

Topology inilah yang akan menjadi acuan dalam membuat program jaringan syaraf tiruan di Matlab.

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Penerapan Sistem

Penerapan sistem membahas hasil dari penerapan teori yang telah berhasil penulis aplikasikan dan menjadi sebuah sistem yang cukup stabil dan dapat berjalan dengan sebagaimana mestinya. Untuk mengetahui apakah tujuan-tujuan dari pembuatan alat ini telah terlaksana dengan baik atau tidak, maka perlu dilakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang dibuat, pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari pengujian alat dan pengujian sistem yang akan dijelaskan secara lebih rinci pada sub bab berikutnya.



Gambar 6. Hasil Perancangan Alat

- **Data Circuit Board**
Data *Circuit Board* yang digunakan penulis pada penelitian ini yakni terdiri dari 3 jenis model *conformal coating*, jenis-jenis *conformal coating* tersebut ialah kotak, bulat dan segitiga. Berikut ini merupakan contoh data-data yang telah melalui tahap *image processing*.



Gambar 7. Contoh Model Kotak

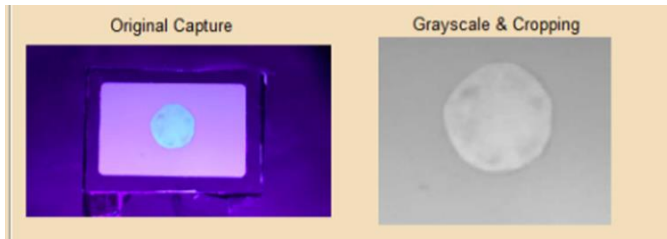


Gambar 8. Contoh Model Segitiga



Gambar 9. Contoh Model Bulat

- **Cropping image coating**
Tahap *cropping image* ini dilakukan untuk memotong gambar dalam ukuran gambar yang hanya merupakan area sample saja. Hal ini dilakukan untuk mem-fokuskan area inspection pada area *circuit board* yang terdapat *conformal coating*. Data original dari kamera adalah 1280 x 720 yang setelah melewati tahap *cropping* berubah menjadi 400 x 320. Proses *cropping* ini bisa dilihat pada gambar 10 dibawah ini. Setelah proses *cropping* ini beres maka akan dilakukan proses konversi RGB to Grayscale, dan setelah itu data grayscale melalui tahap normalisasi yaitu merubah data grayscale range 0 – 256 menjadi 1 & 0 saja.



Gambar 10. Hasil *Image Processing*

- **Resize Image Coating**
Gambar hasil *cropping* selanjutnya akan di *resizing* . *Resizing* dilakukan untuk menyamakan semua ukuran *conformal coating* , sehingga nantinya data tersebut mempunyai ukuran yang sama secara merata. Image mengalami proses *resize* 1/10 dari gambar asli. Sehingga data akhir berubah dari 400 x 320 menjadi 40 x 32. Sehingga data akhir yang akan diteliti adalah 1280 data tanpa PCA.
- **PCA Process**
Pada opsi dengan PCA adalah setelah proses *resize image coating* selesai maka data yang berjumlah 1280 akan diolah / ditransformasikan oleh PCA diubah menjadi 64 data inti saja.
- **Menentukan Label Data**
Sebelum dilakukannya sebuah pelatihan dan pengujian, maka dilakukan pemberian label pada setiap jenis data *conformal coating*. Pemberian label ini dilakukan agar nantinya data yang dilatih bisa dikenali sebagai salah satu ciri dari jenis model tertentu. Adapun pemberian label ini menggunakan pencarian nama file data yang nantinya akan menentukan label dari setiap model.

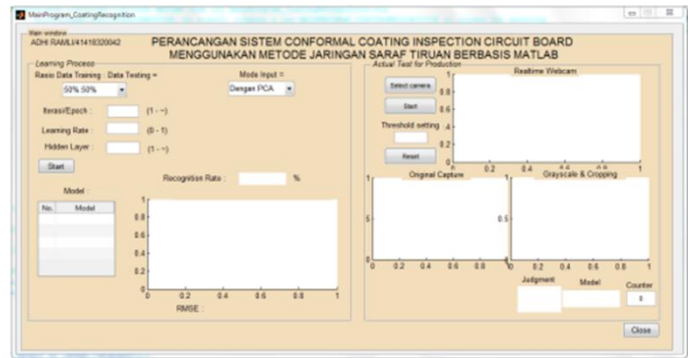
Tabel 2. Pemberian Label Pada Setiap Model

Model	Label
Kotak	A
Segitiga	B
Bulat	C

- **Menentukan Target Dari Setiap Model**
Pada tahap ini akan membuat target dari masing-masing jenis model. Adapun pembuatan target kelas ini menggunakan label sebagai petunjuk jenis model yang sedang di *inspection*. Untuk model kotak menggunakan label A yang akan diwakili sebagai [1 0 0]. Kemudian segitiga menggunakan label B yang diwakili sebagai [0 1 0]. Bulat menggunakan label C yang diwakili sebagai [0 0 1].

B. Implementasi User Interface

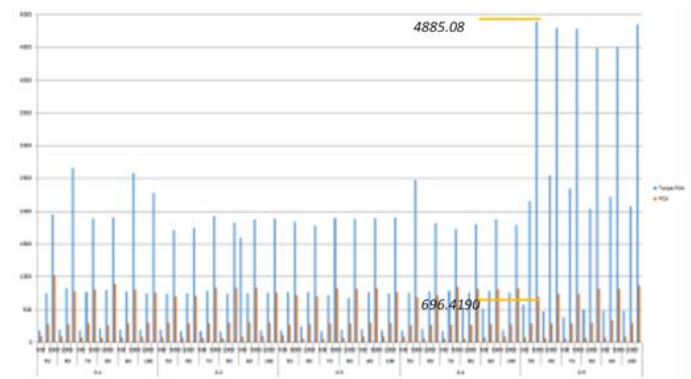
Pada bagian ini akan membahas mengenai tampilan antarmuka dari program *conformal coating inspection circuit board* menggunakan jaringan syaraf tiruan berbasis MATLAB. Berikut ini merupakan tampilan keseluruhannya.



Gambar 11. Tampilan *User Interface*

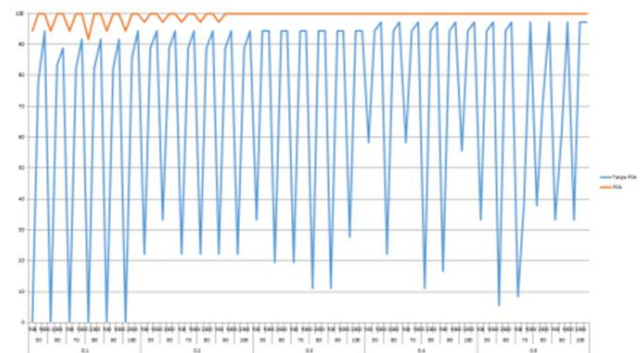
C. Pengujian Learning Process

Setelah dilakukan percobaan dan analisa antara JST dengan PCA dan tanpa PCA maka didapatkan kesimpulan pada gambar grafik 12, 13 dan 14 yang disajikan berikut.



Gambar 12. Perbandingan *processing time* PCA dan tanpa PCA

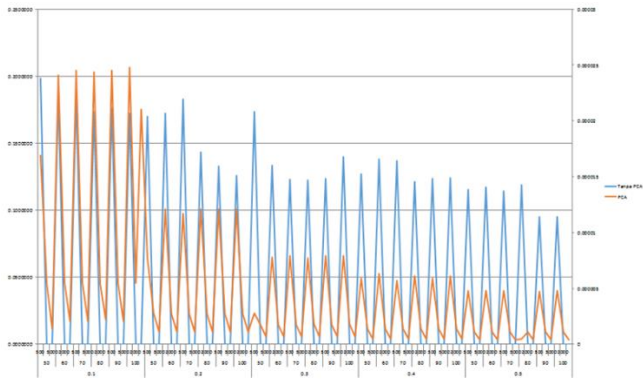
Dari gambar 12 bisa kita lihat bahwa PCA bisa mempercepat *learning process*. Contohnya saja waktu terlama percobaan tanpa PCA adalah 4885.0867 detik bisa di turunkan menjadi 696.4190 detik atau 7 kali lebih cepat daripada tanpa PCA.



Gambar 13. Perbandingan *Recognition Rate*

Dari gambar 13 bisa kita lihat bahwa PCA bisa meningkatkan nilai *recognition rate*. Hasil tanpa PCA tidak ada nilai akurasi 100%, nilai terendah adalah 0% dan tertinggi

adalah 97.2222%. Sedangkan untuk PCA nilai terendah adalah 91.6667% dan tertinggi adalah 100% dengan presentase 88.8%.



Gambar 14. Perbandingan RMSE

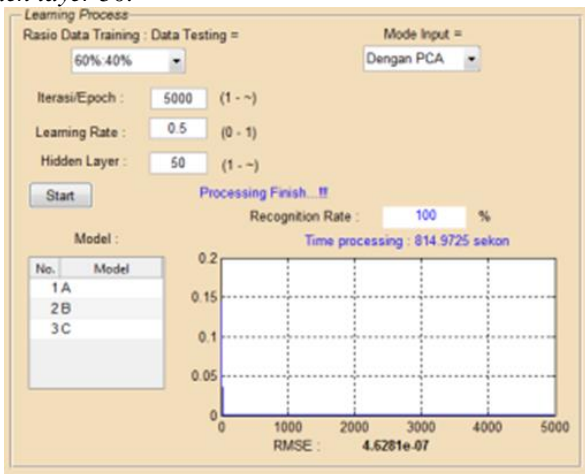
Dari gambar 14 bisa kita lihat bahwa PCA bisa nilai RMSE semakin kecil. Hasil nilai RMSE tanpa PCA tertinggi adalah 1.4×10^{-6} dan terendah adalah 0.1984710. sedangkan dengan PCA RMSE tertinggi adalah 4×10^{-7} dan terendah adalah 2.48×10^{-5} .

Dapat disimpulkan bahwa dengan PCA bisa membuat *learning process* jauh lebih baik. PCA bisa mempercepat *process* sistem, meningkatkan hasil *recognition rate / accuracy* dan juga nilai RMSE. Sehingga pengujian data tunggal akan menggunakan data hasil pengujian menggunakan PCA.

D. Pengujian Data Tunggal

Setelah dilakukan pelatihan pada program dengan data yang sudah ada, maka langkah selanjutnya yakni melakukan pengujian data tunggal. Data tunggal ini merupakan data yang tidak termasuk dalam proses pelatihan dan pengujian data kelompok.

Proses pengujian dilakukan menggunakan arsitektur jaringan syaraf tiruan dengan akurasi tertinggi pada proses sebelumnya dengan menggunakan PCA. Pada kali ini penulis menggunakan nilai parameter *epoch* 5000, *learning rate* 0.5 dan *hidden layer* 50.



Gambar 15. Pengujian Data Tunggal

Tabel 3. Hasil Pengujian Sampel OK

Sample/Model	Hasil Pengecekan	Sample/Model	Hasil Pengecekan
Model A		Model B	
Model A		Model C	
Model C		Model C	
Model A		Model B	
Model B		Model A	



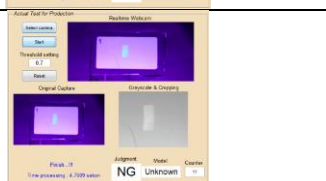

Hasil perhitungan akurasi dengan sample OK adalah :

$$Akurasi = \frac{10}{10} \times 100\% = 100\% \tag{3}$$

Dapat disimpulkan hasil pengecekan akurasi dengan menggunakan sample OK adalah 100% dengan waktu inspection tercepat adalah 4.8094 s pada pengujian ke 3. Sehingga sistem bisa mencapai target yang ditentukan.

Tabel 4. Hasil Pengujian NG Sampel

NG sample	Hasil Pengecekan
Tidak ada conformal coating	

Small Dot	
Model B dimensi kecil	
Model B dimensi kecil	
Coating tidak sempurna	

Hasil perhitungan akurasi dengan sample NG adalah :

$$Akurasi = \frac{5}{5} \times 100\% = 100\% \quad (4)$$

Dapat disimpulkan hasil pengecekan akurasi dengan menggunakan sample NG adalah 100%. Sistem bisa membedakan mana yang termasuk Sample OK dan Sample NG. Maka system yang dibuat memenuhi semua spesifikasi yang telah dibuat di awal.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, implementasi, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

- Hasil dari pengujian akurasi data tunggal sample OK dan NG dengan nilai threshold 0.7 adalah akurasi 100%.
- Sistem yang dibuat sudah bisa membedakan mana *circuit boar* yang sudah ter-*apply conformal coating* atau tidak, hal ini dibuktikan pada pengujian data tunggal sample OK dan NG.
- Metode PCA jauh lebih baik daripada tanpa pca dengan perbaikan pada nilai RMSE, akurasi dan *processing time*. Nilai terbaik dari pengujian adalah *epoch* 5000, *hidden layer* 50 dan *learning rate* 0.5 dengan hasil akurasi 100%, RMSE 4×10^{-7} dan *processing time* 696.4910 detik.
- Dari percobaan yang sudah dilakukan kita bisa mengetahui faktor yang mempengaruhi akurasi dan RMSE adalah jumlah *epoch* dan *learning rate*, tetapi diikuti dengan *processing time* yang mengalami kenaikan juga.

- Metode PCA sangat efektif menurunkan learning process dari 116542.4052 detik atau 32 jam 22 menit menjadi 34893.35129 detik atau 9 jam 42 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu Penulis dalam menyelesaikan penelitian ini hingga dapat publish di Jurnal Teknologi Elektro.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Aquino, M. G. A. Bautista, A. Bandala and E. Dadios, "Color quality assessment of coconut sugar using Artificial Neural Network (ANN)," *2015 International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)*, 2015, pp. 1-5, doi: 10.1109/HNICEM.2015.7393182.
- [2] E. H. Yossy, J. Pranata, T. Wijaya, H. Hermawan, and W. Budiharto, "Mango Fruit Sortation System using Neural Network and Computer Vision," *Procedia Computer Science*, vol. 116, pp. 596–603, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.10.013.
- [3] F. Muwardi and A. Fadlil, "Sistem Pengenalan Bunga Berbasis Pengolahan Citra dan Pengklasifikasi Jarak," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, vol. 3, no. 2, p. 124, Jan. 2018, doi: 10.26555/jiteki.v3i2.7470.
- [4] Q. Al-Jubouri, W. Al-Nuaimy, M. Al-Tae, and I. Young, "An automated vision system for measurement of zebrafish length using low-cost orthogonal web cameras," *Aquacultural Engineering*, vol. 78, pp. 155–162, Aug. 2017, doi: 10.1016/j.aquaeng.2017.07.003.
- [5] N. Chen, X. Men, C. Hua, X. Wang, X. Han and H. Chen, "Research on edge defects image recognition technology based on artificial neural network," *2018 13th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, 2018, pp. 1929-1933, doi: 10.1109/ICIEA.2018.8398024.
- [6] A. Jahanbakhshi, M. Momeny, M. Mahmoudi, and Y.-D. Zhang, "Classification of sour lemons based on apparent defects using stochastic pooling mechanism in deep convolutional neural networks," *Scientia Horticulturae*, vol. 263, p. 109133, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.scienta.2019.109133.
- [7] A. Sinar, "Implementasi Teknik Thresholding Pada Segmentasi Citra Digital," *Jurnal Mantik Penusa*, vol. 1, no. 2, 2017, Accessed: May 20, 2021. [Online]. Available: <http://ejournal.pelitanusantara.ac.id/index.php/mantik/article/view/265>.
- [8] M. Amadea and A. Winarno, "Prediksi Produksi Debit Air Minum Per Bulan Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Studi Kasus : PDAM Tirta Moedal Semarang)," *JOINS (Journal of Information System)*, vol. 1, no. 01, 2016, doi: 10.33633/joins.v1i01.1169.
- [9] G. Sharma and J. Martin, "MATLAB®: A Language for Parallel Computing," *International Journal of Parallel Programming*, vol. 37, no. 1, pp. 3–36, Oct. 2008, doi: 10.1007/s10766-008-0082-5.
- [10] Farras Timorremboko and Oki Teguh Karya, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Pada Kendali Lampu Sorot Mobil Adaptif Berbasis Python," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 3, pp. 142–147, 2020, doi: 10.22441/jte.2020.v11i3.006.
- [11] F. Sirait and Y. Yoserizal, "Pemanfaatan Raspberry Pi Sebagai Processor Pada Pendeteksian Dan Pengenalan Pola Wajah," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 7, no. 3, Sep. 2016, doi: 10.22441/jte.v7i3.892.
- [12] A. A. Miranda, Y.-A. Le Borgne, and G. Bontempi, "New Routes from Minimal Approximation Error to Principal Components," *Neural Processing Letters*, vol. 27, no. 3, pp. 197–207, Jan. 2008, doi: 10.1007/s11063-007-9069-2.
- [13] B. Juanda, "Ekonometrika: Pemodelan dan Pendugaan", *Bogor: IPB Press*, 2009, ISBN 978-979-493-177-6
- [14] R. H. Sianipar, "Pemrograman Matlab dalam contoh dan penerapan," Vol. 1, Penerbit : Informatika, 2013.