

DETEKSI LABEL KOMPONEN PADA KEPING PCB MENGGUNAKAN BACKPROPAGATION DAN SELF ORGANIZING MAP NEURAL NETWORK

Nazori Agani¹, Tria Hadi Kusmanto²

Magister Ilmu Komputer Program Pascasarjana Universitas Budi Luhur
Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260
Telp. (021) 5853753, Fax. (021) 5866369

¹nazori.agani@gmail.com, ²triahadikusmanto@yahoo.com

ABSTRAK

Identifikasi cacat label komponen pada keping Printed Circuit Board (PCB) merupakan bagian tak terpisahkan dari pengawasan fabrikasi dan merupakan kendali kualitas hasil produksi. Tuntutan dunia kerja produksi yang cepat dan akurat, maka dibutuhkan sistem inspeksi secara otomatis untuk mendeteksi label komponen pada keping PCB. Hilangnya label komponen pada keping PCB dapat membuat kurangnya pemasangan komponen pada PCB tersebut yang akan menghasilkan menurunnya performa dari keping PCB tersebut. Tujuan penelitian ini untuk membuktikan dan membandingkan kecepatan, keakuratan dan keistimewaan antara Back Propagation Neural Network dan Self Organizing Map yang dapat digunakan dalam Automated Visual Inspection System pada deteksi label komponen pada keping PCB. Label yang diklasifikasikan ada tiga jenis yaitu Resistor, Capacitor dan Elco (Electrolit Condensator). Pada penelitian ini diusulkan suatu pengembangan metode dan membangun suatu prototype pada identifikasi cacat keping PCB menggunakan penggabungan metode pengolahan citra dengan backpropagation dan self organizing map sebagai klasifikasinya. Algoritma pelatihan menggunakan backpropagation dengan best validation performance adalah 1.6084e-018 pada epoch 188 dilakukan pengujian menggunakan 15 data diperoleh tingkat akurasi jaringan sekitar 96.67%. Sedangkan algoritma pelatihan menggunakan self organizing map dengan 100 iterasi diperoleh tingkat akurasi jaringan sekitar 86.67%.

Kata kunci : Printed Circuit Board, automated visual inspection system, backpropagation, self organizing map, neural network.

1. PENDAHULUAN

Identifikasi cacat cetakan komponen pada keping PCB merupakan bagian tak terpisahkan dari pengawasan fabrikasi dan merupakan kendali kualitas hasil produksi. Tuntutan efisiensi fabrikasi dan kualitas menjadikan inspeksi otomatis menggeser inspeksi secara manual. Inspeksi secara manual mengandalkan tenaga manusia secara manual untuk meneliti satu per satu cetakan komponen PCB apakah terdapat cetakan yang cacat atau tidak. Pada bidang produksi di masa lalu, hasil pemeriksaan cetakan atau kualitas produksi PCB tergantung pada petugas manusia dengan alat tradisional pada produk[1]. Proses inspeksi visual berbasis manusia untuk mendeteksi cacat tergantung pada pengalaman manusia itu dalam menggunakan peralatan tradisional yang menjadikan suatu kerja mendeteksi kecacatan produksi yang cenderung lambat dan membosankan[2].

Tuntutan dunia kerja yang serba cepat dan akurat, membuat orang mengembangkan proses pengolahan citra digital yang menawarkan waktu proses lebih cepat dan memungkinkan pemanfaatan yang seluas-luasnya. Sistem pengolahan citra digital sangatlah luas, Automated Visual Inspection (AVI)

adalah salah satu pengembangan dari pengolahan citra digital yang digabungkan dengan kecerdasan tiruan yang digunakan untuk mendeteksi suatu objek secara visual.

Inspeksi visual otomatis berperan penting dalam menganalisa, mendeteksi dan mengklasifikasi dalam system produksi pada garis produk[3]. Oleh karena itu, manusia yang berfungsi sebagai petugas inspeksi manual digantikan pada baris produksi dengan Automated Visual Inspection (AVI). Printed Circuit Board (PCB) adalah suatu plat di mana komponen elektronik ditempatkan di atasnya. Saat ini, PCB digunakan terutama dalam sistem komputer sebagai motherboard, PCB control, LAN card dan lain-lain yang pada dasarnya adalah perangkat elektronik yang menggunakan Printed Circuit Board[4]. Ketika Printed Circuit Board ini dirancang dan di distibusikan, konsumen membutuhkan cetakan/gambaran komponen (bentuk komponen) dari papan tersebut untuk menemukan posisi dan memudahkan pemasangan komponen elektronik di papan tersebut. Jika cetakan komponen hilang pada PCB akan menghasilkan kesulitan dan kurangnya pemasangan komponen elektronik.

Mengembangkan suatu system inspeksi visual tidaklah sederhana dan mudah. Kurangnya fleksibilitas dan perancangan, kurangnya metode kajian kinerja dan kurangnya

studi kasus menghambat pengembangan inspeksi visual otomatis serta lebih rumit dibandingkan dengan apa yang diharapkan, banyak tugas inspeksi memerlukan kemampuan visual yang mendasar[5]. Alasan umum untuk menerapkan system inspeksi visual otomatis telah didiskusikan oleh[6][7]. Memungkinkan banyak keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan system inspeksi visual otomatis jika dibandingkan dengan system inspeksi manual. Sistem inspeksi visual otomatis dapat beroperasi tanpa kenal lelah dan mempunyai ketelitian serta kendali mutu yang konsisten. System inspeksi visual otomatis dapat menemukan cacat yang sulit dideteksi oleh penglihatan manusia dan dapat beroperasi dengan kecepatan yang tinggi dibandingkan dengan kecepatan manusia. Pada system inspeksi visual otomatis, informasi setiap cacat tunggal, jenis, ukuran dan posisi dapat diperhitungkan dan memungkinkan untuk menangani suatu variasi pilihan yang lebih besar secara simultan.

Pada saat ini, pengawasan mutu membuat produsen di bawah tekanan riil di sektor industri yang dikenakan oleh persyaratan tinggi pada pengendalian kualitas produk seperti tekstil, kertas, besi dan baja, kaca, film plastik, foil, lembaran parket, keramik dll. Dalam lingkungan manufaktur yang kompleks, *automation visual inspection system* (AVIS) merupakan solusi praktis bagi perusahaan untuk menghemat waktu, meningkatkan daya saing mereka dan untuk meningkatkan kualitas produk mereka[8]. Popularitas komputer, pengolahan citra, pengenalan pola dan dukungan kecerdasan buatan AVIS dicapai dengan hasil mengesankan dalam inspeksi industri[9]. Dengan melihat permasalahan tersebut diatas, penulis tertarik untuk mengembangkan AVIS dengan model dan teknik berbeda. Penulisan ini mempunyai topik "Deteksi cetakan komponen PCB" dengan harapan agar hasil yang di capai lebih akurat.

Paper ini menyajikan sebuah *prototype* deteksi label komponen pada keeping PCB menggunakan *backpropagation* dan *self organizing map neural network*. Dimana informasi yang diterima merupakan informasi yang relevan dengan kondisi label pada keeping PCB.

Paper ini disusun sebagai berikut: bagian 2 menjelaskan mengenai teori-teori pendukung dan teori penelitian sebelumnya secara umum dan hal-hal penting apa saja yang dibicarakan dalam penelitian ini. Bagian 3 menjelaskan tentang teknik dan metode yang digunakan untuk mengembangkan model yang dibuat, berikut dengan design dan tahap pengembangan. Bagian 4 mendiskusikan tentang hasil yang dicapai dan akhirnya disimpulkan pada bagian 5.

2. LANDASAN TEORI DAN KERANGKA KONSEP

A. Tinjauan Pustaka

Bagian ini menyajikan teori-teori yang terkait/relevan dengan masalah penelitian, diantaranya mengenai: pengolahan citra, label komponen pada PCB, *BACKPROPAGATION*, *self organizing map*, dan *neural network*.

1) Pengolahan Citra

Pengolahan citra berkaitan dengan konversi gambar menjadi gambar baru, biasanya untuk pandangan manusia yaitu memahami sistem citra dengan computer, di sisi lain pengolahan citra harus mengarah pada deskripsi simbolik, bukan gambar baru[10]. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer merupakan definisi dari istilah pengolahan citra digital secara umum.

Seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan intensitas mutu walaupun sebuah citra mempunyai banyak akan informasi. Misalnya mengandung cacat dan noise, warnanya terlalu kontras atau blur, tentu citra seperti ini akan sulit direpresentasikan karena kebutuhan informasi menjadi berkurang. Pengolahan citra digital merupakan proses yang bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer. Pengolahan citra digital dapat dikelompokkan dalam dua jenis kegiatan[11].

- a) Memperbaiki kualitas suatu gambar, sehingga dapat lebih mudah diinterpretasi oleh mata manusia.
- b) Mengolah informasi yang terdapat pada suatu gambar untuk keperluan pengenalan objek secara otomatis.

Bidang yang sangat erat hubungannya dengan ilmu pengetahuan pola (*pattern recognition*) yang umumnya bertujuan mengenali suatu objek dengan cara mengekstrak informasi penting yang terdapat pada suatu citra. Bila pengenalan pola dihubungkan dengan pengolahan citra, diharapkan akan terbentuk suatu sistem yang dapat memproses citra masukan sehingga citra tersebut dapat dikenali polanya. Proses ini disebut pengenalan citra atau citra recognition. Proses pengenalan citra ini sering diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

2) *Automated Visual Inspection System* (AVIS)

AVIS merupakan suatu metode analisis, mengklasifikasi, deteksi cacat hasil produksi pada jalur produksi[3]. Tugas utama dari AVIS bertujuan untuk menentukan apakah suatu produk menyimpang dari himpunan spesifikasi atau tidak.

3) *Back Propagation*

Back Propagation Neural Network merupakan salah satu algoritma yang sering digunakan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang rumit. Metode ini merupakan metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Beberapa contoh aplikasi yang melibatkan metode ini adalah kompresi data, deteksi virus komputer, pengidentifikasian objek, sintesis suara dari teks, dan lain-lain. Hal ini dimungkinkan karena jaringan dengan algoritma ini dilatih dengan menggunakan metode belajar terbimbing[12].

Prediksi dengan *neural network* melibatkan dua langkah yaitu pelatihan dan langkah yang lain adalah belajar. Pelatihan *Back Propagation Neural Network* biasanya dilakukan dengan cara diawasi. Keberhasilan pelatihan sangat dipengaruhi oleh penentuan input yang tepat. Dalam proses pembelajaran, arsitektur *neural network* pemetaan input-output, menyesuaikan bobot dan bias pada setiap iterasi didasarkan

pada minimalisasi atau optimasi dari beberapa kesalahan yang diukur antara output yang dihasilkan dan output yang diinginkan. Proses ini diulang sampai kriteria konvergensi diterima dan tercapai[13].

4) *Self Organizing Map*

Self-Organizing Map merupakan salah satu algoritma *neural network* yang dapat diterapkan untuk pengklasifikasian pola, pengenalan pola pengolahan citra, dan juga optimasi.

Pada pengklasifikasian pola ada tiga buah tahap yang harus dilalui. Tahap pertama adalah pengambilan data, yaitu data-data yang ingin diklasifikasikan diambil dan dikumpulkan serta dikonversi ke dalam suatu bentuk digital(angka) yang dapat diolah oleh komputer. Tahap kedua adalah *feature selection (extraction)*. Tujuan dari tahap kedua ini adalah untuk mengambil sekumpulan ciri yang memuat informasi yang penting mengenai data masukan yang ingin diklasifikasikan. Tahap ketiga adalah klasifikasi sesungguhnya, dimana ciri-ciri (*features*) yang telah terpilih dimasukkan ke dalam kelas-kelas individual.

Salah satu bagian pengenalan pola yang banyak menerapkan jaringan syaraf tiruan adalah pengenalan otomatis karakter (angka atau huruf) yang ditulis dengan tangan. Pengolahan citra dilakukan dengan memanipulasi suatu gambar menjadi data gambar yang diinginkan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi tertentu. Beberapa contoh pengaplikasian jaringan syaraf tiruan pada pengolahan citra adalah untuk mengidentifikasi sidik jari, retina mata, dan pengenalan tanda tangan.

Optimasi bertujuan untuk mencari dan mendapatkan nilai optimal dari fungsi objektif sebuah masalah. Penyelesaian masalah optimasi dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan sangat banyak digunakan karena sangat dimungkinkan untuk membangun sebuah aplikasi jaringan syaraf tiruan untuk mendapatkan nilai-nilai variable yang berkoresponden dengan nilai optimal dari fungsi objektif sebuah masalah. Salah satu contoh pengaplikasiannya adalah pada pemecahan traveling salesman problem.

5) Perangkat Lunak MATLAB

Matlab merupakan bahasa pemrograman dengan kemampuan tinggi dalam bidang komputasi. Saat ini, bahasa pemrograman tidak hanya dituntut memiliki kemampuan dari segi komputasi, tetapi juga kemampuan visualisasi yang baik. Matlab memiliki kemampuan mengintegrasikan komputasi, visualisasi dan pemrograman. Dalam memvisualisasikan sebuah objek, matlab memiliki kemampuan merotasi objek tanpa merubah programnya. Fitur utama matlab dalam membuat visualisasi objek adalah Guide.

B. Tinjauan Studi

Identifikasi cacat pada keping PCB merupakan bagian tak terpisahkan dari pengawasan fabrikasi dan merupakan kendali kualitas hasil produksi[14]. Cacat pada keping PCB ada yang cacat setelah proses pembuatan, sebelum pengemasan dan ada juga cacat setelah pengemasan. Cacat setelah pengemasan

dapat diartikan bahwa PCB telah berada ditangan konsumen dan sudah mengalami proses distribusi dari pabrik. Metode pencocokan model (*template matching*) adalah cara yang digunakan dalam penelitian tersebut untuk mengidentifikasi cacat keping pada PCB. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah :

1) Untuk mendapatkan hasil akhir identifikasi yang tepat dan akurat, maka kondisi atau lingkungan penangkap citra PCB harus sama antara citra PCB acuan dan masukan. Kondisi yang dimaksud diantaranya adalah pencahayaan, ukuran, serta posisi objek citra.

2) Semakin besar nilai korelasi silang antara citra PCB acuan dengan citra PCB masukan maka tingkat cacat pada PCB semakin kecil. Semakin kecil nilai korelasi silang antara citra PCB acuan dengan citra PCB masukan maka tingkat cacat pada PCB semakin besar.

3) Besar kecilnya nilai blok korelasi menentukan ketepatan penunjukan letak cacat pada citra PCB. Semakin kecil nilai blok korelasi maka semakin akurat penunjukan letak cacat pada citra PCB apabila terjadi cacat.

4) Apabila pada citra PCB masukan ditemukan cacat dengan nilai korelasi silang yang sangat kecil dan cacat dengan nilai korelasi silang yang sangat besar (mendekati nilai 1), maka blok cacat dengan nilai korelasi silang sangat besar, secara kasat mata tidak mengalami cacat. Dalam hal ini cacat tersebut diberi warna merah dengan intensitas kecil (tipis).

Adhitya Wishnu dan Yudi Prayudi melakukan penelitian mengenai deteksi kualitas PCB, dimana metode identifikasi kecacatan PCB menggunakan model pencocokan (*template matching*). Langkah-langkah pencocokannya terdiri dari[14] :

a. Penyesuaian posisi, dilakukan dengan mencuplik 80% area citra untuk mendapatkan posisi ideal.

b. Hitung nilai korelasi silang. Untuk mengklasifikasikan suatu citra yaitu jika citra PCB adalah baik dan tanpa cacat sedikitpun, maka nilai korelasi adalah 1, jika citra PCB adalah cacat total, maka nilai korelasinya adalah -1.

3. METODOLOGI DAN DESAIN PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan algoritma *BACKPROPAGATION Neural Network* dan *Self Organizing Map* dalam perangkat avis untuk mendeteksi label komponen pada keping PCB untuk memperoleh hasil yang relevan pada uji kualitas keping PCB. Berangkat dari tujuan dan ruang lingkup penelitian yang telah dibahas sebelumnya, penelitian ini merupakan jenis Penelitian Terapan (*Applied Research*). Penelitian Terapan adalah penelitian dimana hasil dari penelitian nantinya dapat langsung diterapkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi[15].

B. *Sampling*/Metode Pemilihan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah *Random Sample*. Teknik pengambilan sampel dengan *random*

sampling merupakan teknik pengambilan sampel dimana semua anggota dari populasi memiliki kesempatan untuk dipilih.

Sedangkan metode yang digunakan adalah simple random sampling yaitu memilih sample secara acak untuk kebutuhan dalam penelitian ini[15].

C. Metode Pengumpulan Data

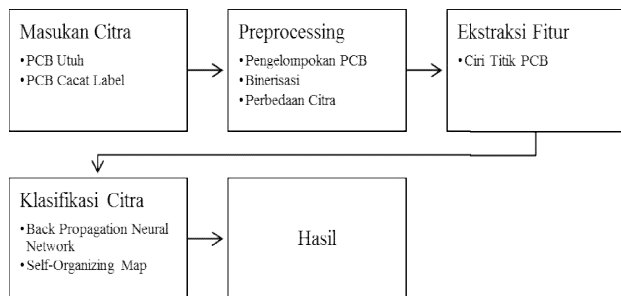
Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1) Metode Observasi: Observasi atau pengamatan langsung ke cetakan label komponen pada keping PCB. Hal-hal yang dilakukan dalam observasi yaitu mengetahui jenis label komponen apa saja yang dijadikan sampel.

2) Metode Studi Pustaka: Metode pengumpulan data yang diperoleh dengan mempelajari, meneliti, dan membaca buku, jurnal, tesis yang berhubungan dengan AVIS, *backpropagation Neural Network*, *Self Organizing Map* dan keping PCB.

D. Framework

Untuk memudahkan dalam memahami konsep pada penelitian ini, berikut diberikan kerangka kerja (*Framework*) dalam penelitian ini.

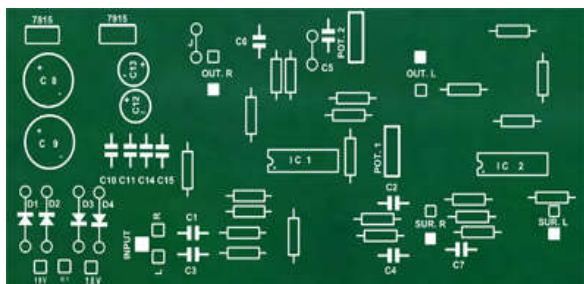


Gambar 1. Framework Konsep Komponen Sistem

Penjelasan dari kerangka kerja diatas adalah sebagai berikut :

1) CitraPCB

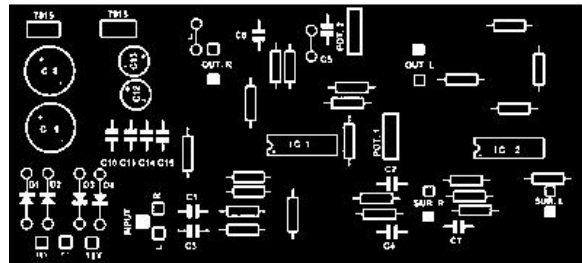
Masukan Citra PCB, pada tahap ini dilakukan pengambilan citra PCB menggunakan kamera 5 pixel dengan kualitas citra RGB. Gambar 2. citra PCB yang diperoleh.



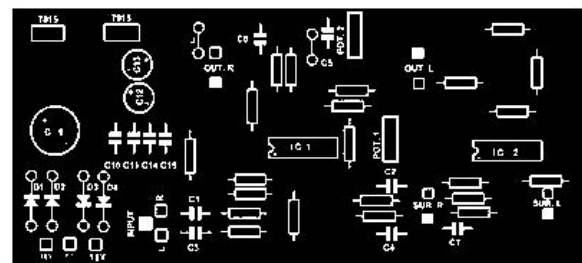
Gambar 2. Citra PCB

2) Preprocessing

Setelah dilakukan masukan citra langkah berikutnya adalah mengelompokkan citra PCB utuh dengan PCB cacat label komponen. Kemudian dilakukan binerisasi dengan metode *thresholding* pada masing-masing citra, hasil binerisasi ditunjukkan pada gambar 3, berlanjut yaitu dalam menentukan perbedaan citra dengan fungsi XOR, hasil perbedaan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 3. Binerisasi citra PCB



Gambar 4. Hasil XOR pada citra PCB

3) Ekstraksi Fitur

Ekstraksi Fitur, selanjutnya adalah melakukan ekstraksi atau mengambil *feature-feature* atau ciri-ciri pada PCB dengan menggunakan fungsi XOR.

4) Klasifikasi

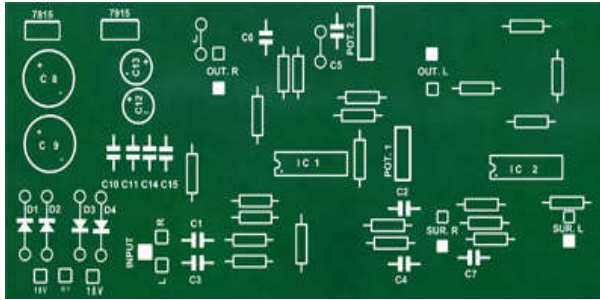
Tahap terakhir adalah melakukan klasifikasi citra PCB dengan pelatihan dari data-data citra yang telah diperoleh. Pelatihan menggunakan *back propagation neural network* dimana inputan pelatihan didapat dari hasil ekstraksi fitur.

4. Analisis Interpretasi dan Implikasi Penelitian

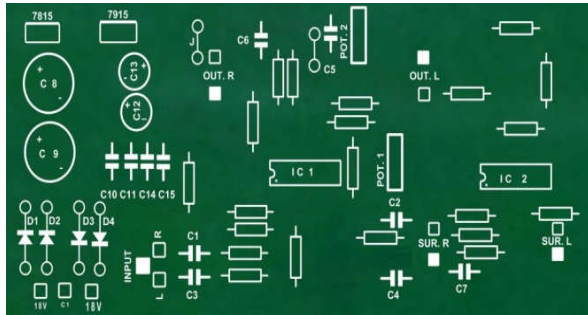
A. Analisis Data

1) Data Citra

Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra keping *Printed Circuit Board (PCB)* untuk audio yang diambil secara acak. Citra diperoleh dengan menggunakan kamera standar 5 megapixel yang kemudian disimpan dalam format *joint photographic group (jpg)* dengan type warna RGB. Ukuran gambar yang digunakan adalah 128 x 255 pixel. Citra PCB digunakan adalah citra dengan kondisi baik (gambar 5) dan citra dengan kondisi tidak baik (gambar 6).



Gambar 5. Keping PCB kondisi baik



Gambar 6. Keping PCB kondisi tidak baik

2) Data Training

Citra PCB yang digunakan untuk memperoleh data dalam proses training adalah 30 citra PCB. Pengolahan citra memiliki beberapa tahapan proses, tahapan tersebut diantaranya meliputi proses *grayscale*, proses *thresholding*, proses segmentasi, dan proses binerisasi. Masing-masing proses akan menentukan suatu nilai biner, nilai *threshold*, dan standar deviasi dimana nilai-nilai tersebut merupakan suatu data citra yang akan digunakan dalam proses training. Tabel 1 menunjukkan data citra yang diperoleh.

Tabel 1. Data Citra Training

No	Deviasi	Ambang	Biner
1	78.3103	52.8626	232.9520
2	77.1710	52.8626	232.9520
3	76.7822	52.8626	232.9520
4	75.9953	52.8626	232.9520
5	78.3103	52.8626	232.9520
6	75.9583	52.8626	232.9520
7	77.6906	52.8626	232.9520
8	77.5835	52.8626	232.9520

9	78.3103	52.8626	232.9520
10	76.5912	52.8626	232.9520
11	78.3103	52.8626	232.9520
12	77.1980	52.8626	232.9520
13	78.3103	52.8626	232.9520
14	76.9363	52.8626	232.9520
15	77.5031	52.8626	232.9520
16	77.1350	52.8626	232.9520
17	77.3597	52.8626	232.9520
18	76.5183	52.8626	232.9520
19	77.5000	52.8626	232.9520
20	76.3903	52.8626	232.9520
21	76.3262	52.8626	232.9520
22	77.0809	52.8626	232.9520
23	78.3103	52.8626	232.9520
24	77.0809	52.8626	232.9520
25	78.3103	52.8626	232.9520
26	77.8596	52.8626	232.9520
27	78.3103	52.8626	232.9520
28	75.4106	52.8626	232.9520
29	77.5000	52.8626	232.9520
30	74.9982	36.2420	242.4920

3. Data Citra Uji

Dalam proses pelatihan, selain data *training* yang digunakan untuk pengujian ada juga lain yang digunakan dalam pengujian citra PCB yaitu data citra PCB. Data citra diperoleh dari data citra PCB yang sudah dalam proses *training* ataupun belum. Data-data tersebut adalah data yang digunakan dalam pengujian ini. Agar diketahui tingkat akurasi pengujian terhadap citra yang diambil, maka dilakukan proses pengumpulan data dengan cara yang telah disebutkan diatas.

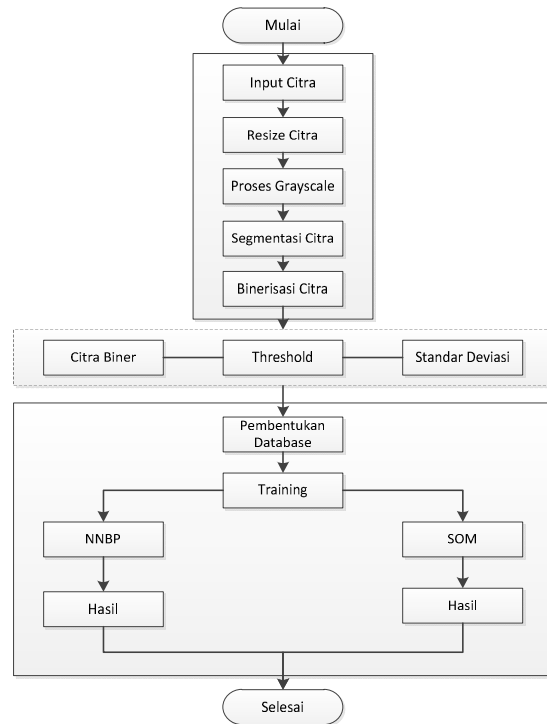
Terdiri dari 15 citra yang digunakan untuk memperoleh data citra sebagai data citra uji. Tabel 2 menunjukkan data citra uji yang diperoleh.

Tabel 2. Data Citra Uji

No	Deviasi	Threshold	Biner
1	78.3103	52.8626	232.9520
2	77.1710	52.8626	232.9520
3	76.7822	52.8626	232.9520
4	75.9953	52.8626	232.9520
5	78.3103	52.8626	232.9520
6	75.9583	52.8626	232.9520
7	77.6906	52.8626	232.9520
8	77.5835	52.8626	232.9520
9	78.3103	52.8626	232.9520
10	76.5912	52.8626	232.9520
11	78.3103	52.8626	232.9520
12	77.1980	52.8626	232.9520
13	78.3103	52.8626	232.9520
14	76.9363	52.8626	232.9520
15	77.5031	36.2420	242.4920

B. Perancangan Sistem

Berdasarkan data yang diperoleh dari proses analisis sistem yang telah dilakukan sebelumnya, tahap selanjutnya akan dilakukan perancangan prototype dari sistem deteksi label komponen pada PCB. Perancangan sistem ini bertujuan untuk memberikan gambaran dan rancang bangun mengenai sistem yang akan dikembangkan.



Gambar 7. Flowchart system

Dari gambar di atas, proses sistem terdiri dari dua tahapan, yaitu tahapan preprocessing atau pengolahan citra dan tahapan postprocessing proses inferensi dengan Back Propagation. Dari gambar kerangka pengembangan sistem, proses diawali dengan pembacaan data citra input berupa keping PCB yang sudah disimpan dalam folder data citra hasil pengambilan citra statis menggunakan kamera digital. Proses selanjutnya ada operasi resize ukuran citra yang dilanjutkan dengan operasi keabuan citra (*grayscale*). Pengolahan citra berikutnya adalah segmentasi citra dengan konversi citra ke hitam dan putih (*thresholding*) dan selanjutnya melakukan operasi binerisasi. Tahap selanjutnya adalah mengolah hasil pengolahan citra, proses ini bertujuan untuk mendapatkan nilai ciri citra yang akan diolah, dimana nilai ciri citra ini diperoleh dengan mencari nilai rata-rata biner, nilai ambang dan standar deviasi dengan menggunakan algoritma Niblack.

1) Input citra

Input citra dari sistem ini adalah citra statis keping PCB yang diambil menggunakan kamera digital 8 megapixel. Penggunaan kamera digital ini dimaksudkan untuk memperoleh citra objek yang maksimal, baik kualitas citra maupun pixel yang dihasilkan. Citra input berukuran 129 x 225 dengan format jpeg.

2) *Resize* citra

Proses selanjutnya adalah penyeragaman ukuran citra. Hal ini dilakukan karena jika ukuran citra terlalu besar, maka akan berakibat pada lambatnya proses pengolahan citra yang

dikarenakan pixel yang terlalu besar walaupun sebenarnya pixel yang besar akan menghasilkan hasil analisa yang lebih baik dibandingkan dengan pixel yang kecil.

3) Proses *grayscale*

Karena citra input dalam format RGB, maka proses pengolahan citra selanjutnya adalah mengkonversi citra RGB menjadi format grayscale citra. Grayscale adalah citra yang pixelnya merepresentasikan derajat keabuan atau intensitas warna putih.

4) Segmentasi Citra (*Thresholding*)

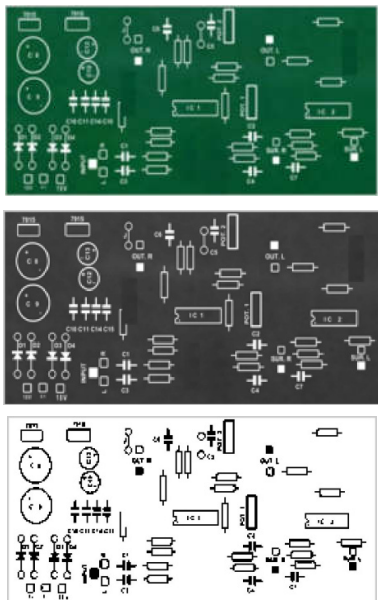
Thresholding adalah proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk objek dan *background* dari citra secara jelas. Citra hasil *thresholding* ini digunakan lebih lanjut untuk proses pengenalan obyek serta ekstraksi fitur dari keping PCB.

5) Proses Binerisasi

Citra biner adalah citra yang memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih. Dalam proses binerisasi ini, algoritma yang digunakan adalah algoritma Niblack.

6) Algoritma Niblack

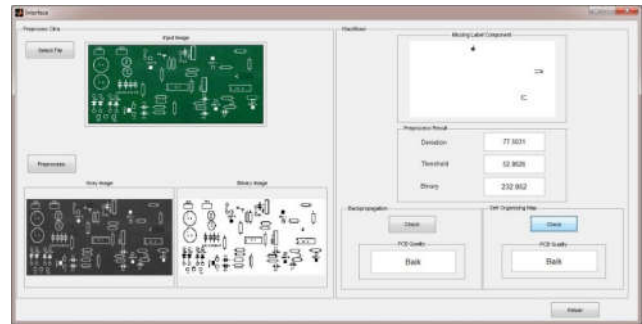
Tahap selanjutnya dalam pengolahan citra adalah mencari variable nilai input yang akan digunakan pada proses postprocessing/proses inferensi dengan model *backpropagation* (BP) dan *Self Organizing Map* (MAP). Untuk variable input tersebut, ditentukan tiga parameter nilai yaitu nilai rata-rata citra biner, nilai ambang (*threshold*), dan nilai standar deviasi. Ketiga parameter nilai tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan algoritma Niblack.



Gambar 8. Hasil preprocess citra PCB

C. Prototype Aplikasi

Prototype aplikasi untuk sistem yang di bangun adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Tampilan preproses dan deteksi citra

Gambar 9 menunjukkan tampilan preproses untuk mendeteksi citra keeping PCB, pertama adalah memasukan citra yang akan dideteksi selanjutnya dilakukan preproses pada citra tersebut untuk mencari nilai binerisasi, standar deviasi dan nilai ambang, serta ditampilkan label komponen yang hilang atau cacat, kemudian di klasifikasikan apakah PCB tersebut termasuk kondisi baik atau tidak baik.

D. Proses *Backpropagation Neural Network*

Pelatihan *backpropagation* meliputi 3 fase. Fase pertama adalah fase maju. Nilai masukan dihitung maju mulai dari lapisan masukan hingga lapisan keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di lapisan keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi. Ketiga fase ini akan terus mengalami pengulangan hingga kondisi penghentian dipenuhi. Umumnya jumlah iterasi atau kesalahan sering digunakan sebagai kondisi penghentian. Iterasi akan dihentikan jika jumlah iterasi yang dilakukan telah melebihi jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan atau kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas toleransi yang diijinkan. Umumnya data dibagi menjadi dua bagian, data yang dipakai sebagai pelatihan dan data yang dipakai sebagai pengujian.

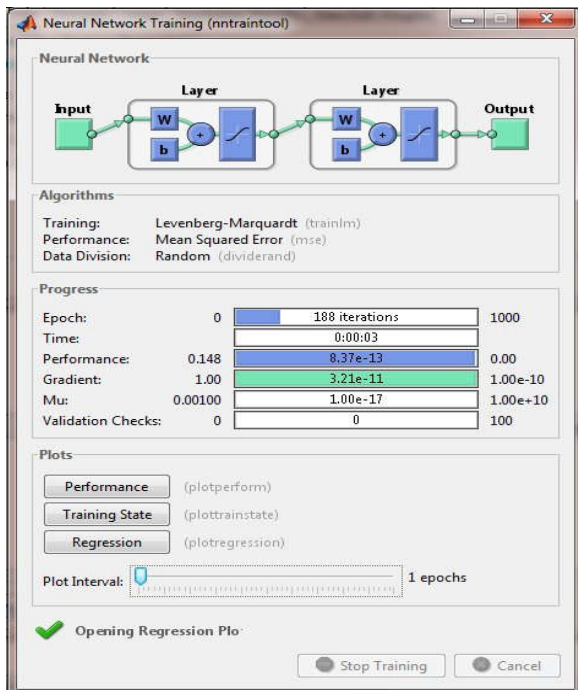
Algoritma yang digunakan dalam pelatihan menggunakan *backpropagation* adalah algoritma Levenberg Marquardt, karena algoritma ini merupakan metode tercepat untuk *training feedforward neural network* berukuran besar (sampai ratusan weight). Algoritma Levenberg Marquardt dirancang untuk melakukan pendekatan kecepatan training untuk setiap data input dan target.

Pelatihan jaringan digunakan untuk melatih set data yang telah dibuat, yaitu data input berupa variabel dari cetakan label komponen pada keping PCB yang meliputi rata-rata biner, ambang, dan standar deviasi. Sedangkan data targetnya adalah kondisi kualitas cetakan label komponen pada keping

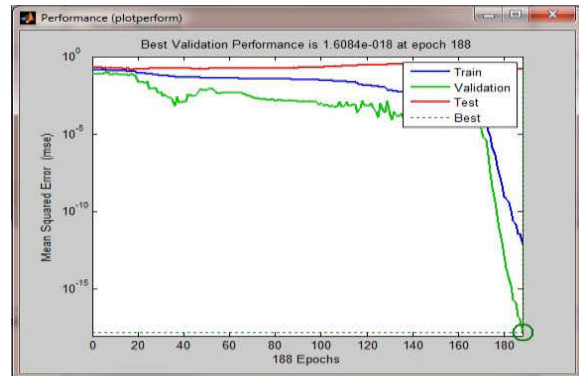
PCB. Pelatihan dilakukan dengan variasi parameter jaringan yaitu jumlah *neuron* pada masing-masing hidden layer, laju pembelajaran, dan konstanta momentum. Setiap variasi parameter diamati dengan menghitung MSE dan iterasinya.

Jaringan yang telah dilatih dan mencapai hasil yang dikehendaki perlu diuji untuk mengetahui kemampuannya pada saat mempelajari data latih yang diberikan. Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan data set yang sudah dilatihkan untuk melihat unjuk kerja sistem aplikasi yang telah dibuat dengan melihat nilai error minimumnya. Selain itu juga pengujian dapat dilakukan menggunakan data set yang belum pernah dilatihkan sebelumnya untuk melihat tingkat akurasi sistem yang telah dibuat.

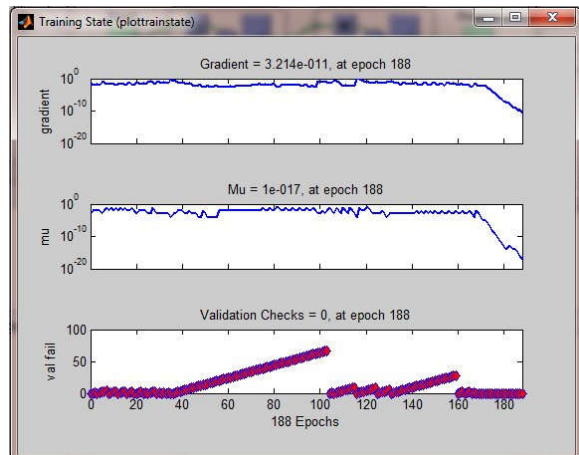
Data yang dimasukkan yaitu data citra keping PCB yang diperoleh dari hasil preproses yang kategorikan berdasarkan nilai ambang, nilai biner dan standar deviasi. Target keluaran merupakan nilai konstan yang menentukan inputan tersebut baik atau tidak baik. Jaringan *backpropagation* yang dibentuk menggunakan fungsi pelatihan training levenberg marquardt dengan 10 *neuron*. Setelah jaringan terbentuk kemudian dilatih berdasarkan inputan dan target keluaran. Pada pelatihan jaringan jumlah epoch mempengaruhi tingkat keakuratan jaringan untuk mengenal inputan yang sesuai dengan target. Proses pelatihan terlihat pada gambar 10. Performa dalam proses training dapat dilihat pada gambar 11. Gambar 12 menampilkan hasil training state dari hasil pelatihan jaringan.



Gambar 10. Tampilan pelatihan *backpropagation*



Gambar 11. Tampilan performa pelatihan



Gambar 12. Training state proses pelatihan jaringan

E. Proses *Self-Organizing Map Neural Network*

Pada sistem yang dibuat ini dilakukan dua jenis training yaitu *backpropagation* dan *Self Organizing Map* agar diketahui perbedaan hasil training dan simulasi dari masing-masing jaringan. Setelah dilakukan training menggunakan *backpropagation* dan disimulasikan jaringannya, selanjutnya dilakukan training dari data citra keping PCB yang telah diperoleh berdasarkan rata-rata biner, ambang, dan standar deviasi.

Algoritma pada pelatihan ini yaitu, pertama inialisasi random *reference vector* untuk tiap *neuron*. Misalnya struktur yang dipakai adalah *two-dimensional array* SOM, diatur pada array $n \times n$. Tiap vektor berdimensi d , sama dengan dimensi data. Kedua, untuk tiap input vector training data x , tentukan best-matching *neuron*, yaitu *neuron* yang memiliki jarak terdekat dengan input vector x , diukur memakai Euclidean distance. *Neuron* ini disebut winner. Ketiga, meng-update *reference vector* dari winner *neuron* ini dan *neighboring neuron*. *Neighboring neuron* ini didefinisikan sebagai *neuron* yang topographically berada pada posisi yang dekat dengan winner *neuron* di array $n \times n$.

Citra yang dipakai sebanyak 30 citra. Dari masing-masing citra dilakukan preproses untuk mendapatkan rata-rata biner,

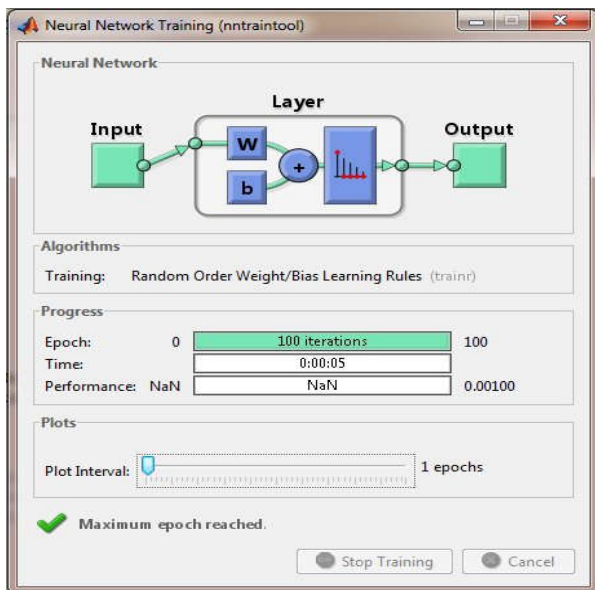
ambang, dan *threshold*. Hasil dari preproses masing-masing di ambil nilai yang terbesar dan yang terkecil kemudian dicari nilai tengah dari ketiga variabel masukan tersebut. Pemetaan citra PCB dilakukan dengan cara mengklasifikasikan data citra PCB menjadi dua cluster yaitu Baik dan Tidak Baik setelah itu dibentuklah jaringan SOM untuk cetakan label PCB. Setelah terbentuk jaringan, selanjutnya dilakukan training dengan inputan dari ketiga variabel yang telah diperoleh terakhir dilakukan simulasi terhadap variabel masukan.

Pada proses *Self Organizing Map* terdapat beberapa tahap dalam membentuk jaringan dan melatih jaringan yang telah terbentuk. Jaringan SOM dapat dibentuk dengan perintah :

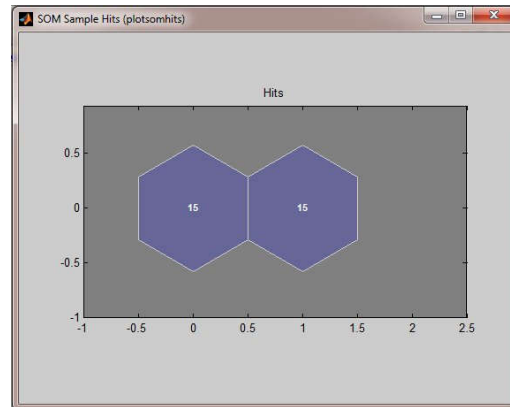
```
net = newc([232.9520 242.4920, 35 2420 52.8626; 74.9982 78.3103],2);
```

Net adalah variabel som yang akan dibuat, newc adalah perintah membentuk jaringan baru untuk *self organizing map* dengan data yang dimasukan berdasarkan nilai tertinggi dan terendah dari data citra keping PCB dimana data tersebut meliputi nilai ambang, nilai biner dan standar deviasi, kemudian diklasifikasikan menjadi dua yaitu 1 untuk Baik dan 2 untuk Tidak Baik.

Setelah jaringan baru terbentuk selanjutnya melatih jaringan tersebut, Untuk keperluan melatih jaringan digunakan perintah train disertai dengan maximum epoch yaitu 1000, dan toleransi error yaitu 0.001. Gambar 13 menampilkan proses training jaringan dengan algoritma som. Gambar 14 menampilkan plot pemetaan jaringan som yang dibentuk dari masukan.



Gambar 13. Proses pelatihan jaringan SOM



Gambar 14. Plot SOM yang terbentuk

F. Pengujian Sistem

Proses pengujian hanya dilakukan terhadap model yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Back Propagation dan *self organizing map neural network*. Hal ini sejalan dengan tujuan dari penelitian yaitu seberapa efektif dan akurat model ini digunakan. Pengujian dilakukan hanya pada proses training data dan pengujian data yang digunakan pada saat menguji keping PCB. Pengujian dilakukan pada model *feed-forward back propagation* dengan algoritma levenberg marquardt dan *self organizing map*.

Pengujian sistem dilakukan pada 15 buah citra PCB yang masing-masing sudah mempunyai nilai rata-rata citra biner, nilai standar deviasi, dan nilai ambang.

Tabel 3. Data citra uji PCB

No	Nilai		
	Deviasi	Ambang	Biner
1	78.3103	52.8626	232.9520
2	77.1710	52.8626	232.9520
3	76.7822	52.8626	232.9520
4	75.9953	52.8626	232.9520
5	78.3103	52.8626	232.9520
6	75.9583	52.8626	232.9520
7	77.6906	52.8626	232.9520
8	77.5835	52.8626	232.9520
9	78.3103	52.8626	232.9520
10	76.5912	52.8626	232.9520
11	78.3103	52.8626	232.9520
12	77.1980	52.8626	232.9520
13	78.3103	52.8626	232.9520
14	76.9363	52.8626	232.9520
15	77.5031	52.8626	232.9520

Antara *backpropagation* dan *self organizing map* dilakukan perbandingan pengujian. Tabel 4 menampilkan perbandingan tingkat keberhasilan dan kesalahan pada proses pengujian.

Tabel 4. Perbandingan tingkat keberhasilan proses pengujian

No	Jumlah Data Latih	Jumlah Epoch BPNN	Jumlah Epoch SOM	Variabel Testing	Back propagation	Self Organizing Map
1	30	188	100	Testing output	96.67%	86.67%
2	30	188	100	Average testing error	3.33%	13.33%

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa *backpropagation* lebih baik dari pada *Self Organizing Map* karena memiliki tingkat kesalahan yang rendah saat melakukan pengujian data.

Perbandingan jaringan *backpropagation* dan *self organizing map* dalam tingkat pengenalan saat pengujian citra PCB ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan tingkat akurasi pengujian citra PCB

No	Standar Deviasi	Nilai Ambang	Nilai Biner	BACKPROPAGATION	SOM
1	78.3103	52.8626	232.9520	Baik	Baik
2	77.1710	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
3	76.7822	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
4	75.9953	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
5	78.3103	52.8626	232.9520	Baik	Baik
6	75.9583	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
7	77.6906	52.8626	232.9520	Baik	Baik
8	77.5835	52.8626	232.9520	Tidak baik	Baik
9	78.3103	52.8626	232.9520	Baik	Baik
10	76.5912	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
11	78.3103	52.8626	232.9520	Baik	Baik
12	77.1980	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak Baik
13	78.3103	52.8626	232.9520	Baik	Baik
14	76.9363	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
15	77.5031	52.8626	232.9520	Baik	Baik
16	77.1350	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak Baik
17	77.3597	52.8626	232.9520	Baik	Baik
18	76.5183	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
19	77.5000	52.8626	232.9520	Baik	Baik
20	76.3903	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
21	76.3262	52.8626	232.9520	Baik	Tidak baik
22	77.0809	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
23	78.3103	52.8626	232.9520	Baik	Baik
24	77.0809	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
25	78.3103	52.8626	232.9520	Baik	Baik
26	77.8596	52.8626	232.9520	Tidak baik	Baik
27	78.3103	52.8626	232.9520	Baik	Baik
28	75.4106	52.8626	232.9520	Tidak baik	Tidak baik
29	77.5000	52.8626	232.9520	Baik	Baik
30	74.9982	36.2420	242.4920	Tidak baik	Tidak baik

Berdasarkan tabel perbandingan tingkat pengujian kualitas keping PCB yang telah dilakukan antara jaringan *backpropagation* dan *self organizing map* dapat di simpulkan bahwa jaringan *backpropagation* memiliki tingkat pengenalan yang lebih akurat dibandingkan jaringan *self organizing map*.

G. Interpretasi

Melalui penelitian yang dilakukan ini, diperoleh berbagai hasil yang berkaitan dengan *backpropagation* dan *self organizing map*. Berdasarkan pengujian data yang dilakukan dengan kedua metode tersebut ditemukan bahwa tingkat kesalahan yang lebih sedikit adalah dengan menggunakan metode *backpropagation*. Dari sisi akurasi pengujian data diperoleh bahwa metode *backpropagation* lebih baik dari pada *self organizing map*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *backpropagation* dengan pelatihan train levenberg marquardt sangat layak menjadi teknik atau metode yang digunakan sebagai inferensi jaringan syaraf tiruan dalam menguji cetakan label komponen PCB.

H. Implikasi Penelitian

1) Aspek Sistem

a) Hardware

Dari sisi *hardware* yang digunakan, akan lebih mudah dan lebih cepat bila *hardware* yang digunakan memiliki spesifikasi yang lebih baik. Penggunaan generasi komputer yang lebih baik terutama dari sisi processor dan memori yang besar akan membuat proses pengolahan data lebih cepat, penggunaan display yang cukup besar dengan pixel yang lebih baik serta tingkat resolusi yang tinggi akan memudahkan untuk melihat citra dengan ukuran yang besar dan tentu saja dilengkapi dengan *grapich card* yang lebih tinggi kualitasnya akan meningkatkan kualitas citra dan akurasi data yang ingin diperoleh. Penggunaan kamera untuk mengambil citra uji diupayakan memiliki tingkat pixel yang baik dan tinggi agar citra yang diperoleh lebih baik.

b) Software

Dari sisi software yang digunakan, Matlab sudah cukup dapat diandalkan untuk pemrosesan dan pengolahan citra digital, terlebih fungsi toolbox yang disediakan oleh Matlab sudah memadai akan kebutuhan sistem yang dikembangkan. Tetapi akan sangat baik apabila digunakan versi yang terbaru, GUI yang dikembangkan dapat dibuat lebih informatif dalam penyajian informasi dan dilengkapi dengan script yang lebih efisien dan efektif.

c) Mekanisme

Dari sisi penataan, penelitian mengenai pembuatan sistem deteksi cetakan label komponen pada keping PCB akan lebih dapat berkembang dengan dipermudahnya akses terhadap data spasial atau citra digital suatu objek dengan cara pengambilan citra dilakukan secara real time dan diproses secara langsung sehingga data yang diperoleh lebih tinggi.

2) Aspek Manajerial

a) Sumber Daya Manusia

Implikasi penelitian pada bidang ini melihat dari sisi sumber daya manusia, perlu disediakan sumber daya manusia yang cukup memiliki pengetahuan dan keahlian dibidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan untuk mengembangkan penelitian dibidang ini.

b) Pendidikan dan Latihan

Implikasi penelitian bidang ini perlu diadakan pendidikan dan pelatihan dibidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan pada sumber daya manusia yang akan menggunakan dan mengoperasikan hasil penelitian ini.

3) Aspek Penelitian Lanjut

a) Pengembangan Ruang Lingkup

Untuk penelitian selanjutnya, ruang lingkup yang ada perlu diperluas sehingga prototype yang dikembangkan dapat mengolah model data spasial dengan objek dalam citra digital yang berbeda yang ditunjang dengan teknik inferensi yang berbeda pula.

b) Pengembangan Metode

Untuk penelitian selanjutnya perlu dikaji beberapa metode pengolahan citra digital dan variasi model kecerdasan buatan yang dapat digunakan secara bersama untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi.

c) Pengembangan Indikator

Untuk penelitian selanjutnya indikator yang digunakan untuk menentukan keberhasilan penelitian bidang ini perlu ditambahkan sehingga menghasilkan penelitian yang lebih baik dan lebih relevan.

d) Pengembangan Unsur

Penelitian bidang ini dapat dikembangkan selanjutnya untuk menyelesaikan masalah inspeksi objek produksi berbasis otomatis, sehingga kajian dan penelitian ini menjadi bahan acuan dan prototype baru untuk menguji kualitas produk khususnya produk PCB.

I. Rencana Implementasi Sistem

Setelah dilakukan penelitian untuk prototipe Deteksi Label Komponen Pada Keping PCB Menggunakan *backpropagation* dan *self organizing map neural network*, selanjutnya akan dirancang rencana implementasi yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Rencana Implementasi Sistem

No.	Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Melakukan perbaikan system berdasarkan masukan dari reviewer	■	■						
2	Melakukan penerapan sistem terhadap perangkat avis			■	■				
3	Evaluasi				■	■			

4	Melakukan perbaikan atas hasil evaluasi					■	■	■	
5	Maintenance								■

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian yang telah dibahas di bab sebelumnya, maka dalam penelitian deteksi label komponen pada keping PCB menggunakan *backpropagation* dan *self organizing map neural network* ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Keberhasilan sistem dalam mendeteksi label komponen pada keping PCB dipengaruhi oleh akuisisi citra dan pada preproses.
- 2) Pengambilan citra yang tidak tepat dan preproses yang buruk menyebabkan sistem tidak mampu mengenali suatu citra dengan baik.
- 3) *Backpropagation* dan *self organizing map* dapat digunakan sebagai jaringan syaraf tiruan untuk sistem deteksi label komponen pada keping PCB
- 4) Tingkat keberhasilan dari kedua metode yang digunakan dalam penelitian ini di peroleh tingkat akurasi yang tinggi pada jaringan *backpropagation* dengan akurasi jaringan sekitar 96.67%.
- 5) *Self Organizing Map* hanya menghasilkan tingkat akurasi sekitar 86.67%.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, implikasi dan kesimpulan dari penelitian, dapat diberikan saran sebagai berikut:

- 1) Menggunakan perangkat yang lebih baik dalam perolehan citra.
- 2) Pelatihan jaringan dari masing-masing metode harus lebih dioptimalkan untuk menghasilkan kesalahan yang sangat rendah agar tingkat akurasi jaringan dalam pengenalan citra lebih tinggi.
- 3) Sistem yang dihasilkan nantinya diharapkan dapat digunakan sebagai sistem quality control dalam produksi PCB.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Akbar and A.S. Prabuwno, *Webcam based system for press part industrial inspection*, *International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 8, pp. 170-177, October 2008.

[2] A. Mansoor, Z. Khan, and A. Khan, *An application of fuzzy A. morphology for enhancement of aerial citras*, *Proceeding the 2nd International Conference on Advances in Space Technologies*, PP 143-148, November 2008.

[3] Hashim, H.S., S.N.H.S. Abdullah, A.S. Prabuwno, *Automated Visual Inspection For Metal Parts Based On*

- Morphology And Fuzzy Rules*, Proceeding ICCAIE, PP 527-531, 2010.
- [4] Acciani, G., G. Brunetti, G. Fornarelli, *Application Of Neural Networks In Optical Inspection And Classification Of Solder Joints In Surface Mount Technology*, IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2(3), PP 200-209, 2006.
- [5] Davies, E.R., *Machine vision : Theory Algorithms, Practicalities*, Academic press London, 1990.
- [6] Astrand, E., *Automatic Inspection Of Sawn Wood*, Dissertation, Linkoping university, Sweden, 1996.
- [7] Jain, R., Kasturi, R., Schunk, B.G, 1995. *Machine Vision*. Singapore : McGaw-Hill.
- [8] C.-W. Liao, J.-H. Yu, and Y.-S. Tarng, *on-line full scan inspection of particle size and shape using digital citra processing*, Particuology, vol. 8, pp. 286-292, 2010.
- [9] H.I. Bozma, and H. Yalçın, *Visual Processing And Classification Of Items On A Moving Conveyor: A Selective Perception Approach*, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, vol. 18, pp. 125-133, 2002.
- [10] Berthold K. P. Horn, *Understanding Image Intensities, Artificial Intelligent Laboratory, Massachusetts Institute Of Technology*, PP 201 – 231, 2007.
- [11] Mulki Kausari, *Pengolahan Citra Digital*, 2009. http://digilib.ittelkom.ac.id/index.php?option=com_content&view=article&id=383:pengolahan-citra-digital&catid=15:pemrosesan-sinyal&Itemid=14. (Diakses 15 Mei 2013).
- [12] Hermawan, Arief, *Jaringan Saraf Tiruan Teori dan Aplikasi*, C.V. Andi Offset, Yogyakarta, 2006.
- [13] Agarkar, A.M., A.A., Ghatol, *FFANN based Cost Effective Major Infant Disease Management*, International Journal of Computer Applications, vol. 7, October, 2010.
- [14] Whisnu, A. W., Yudi Prayudi, *Penggunaan Metode Template Matching Untuk Identifikasi Kecacatan Pada PCB*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, Yogyakarta, 2008.
- [15] Moedjiono. *Pedoman Penelitian, Penyusunan dan Penilaian Tesis (V.5)*. Jakarta: Universitas Budi Luhur, 2012.