

## DETEKSI CACAT UBIN KERAMIK DENGAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN DAN ALGORITMA BACKPROPAGATION

DIAN NAZELLIANA

nazel.arka@yahoo.com

PRABOWO PUDJO WIDODO

prabbowopw@yahoo.com

Teknologi Sistem Informasi, Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur  
Jl. Ciledug Raya, Pertukangan Utara, Jakarta Selatan, 12260, Indonesia

**Abstrak.** Penggunaan bahan baku yang berbeda dan proses yang panjang dalam produksi ubin keramik mengakibatkan beberapa ubin keramik mengalami cacat pada permukaan ubin keramik tersebut. Pendeteksian cacat pada ubin keramik dari proses produksi yang masih dilakukan secara manual menggunakan penglihatan manusia akan mempengaruhi keakuratan pendektetesian cacat pada ubin keramik tersebut. Dengan menerapkan Jaringan Saraf Tiruan dan algoritma Backpropagation yang di aplikasikan pada Software Matlab sebagai aplikasi pengolahan citra diharapkan dapat digunakan untuk mengidentifikasi cacat pada ubin keramik tersebut. Proses yang dilakukan adalah dengan mengambil citra ubin keramik dan cita tersebut akan di proses untuk mengetahui apakah ubin keramik tersebut cacat atau tidak. Penelitian ini dapat dijadikan model untuk mendeteksi cacat pada ubin keramik.

**Kata Kunci:** Jaringan Saraf Tiruan, Algoritma Backpropagation, Ubin Keramik, Matlab, Pengolahan Citra

**Abstract.** The use of different raw materials and long process resulted in the production of ceramic tiles ceramic tiles experiencing some defects on the surface of the ceramic tile. Detection of defects in ceramic tile production process which is still done manually using human vision will affect the accuracy of pendektetesian defects in the ceramic tile. By applying Artificial Neural Networks and Backpropagation algorithm is applied in the Software Matlab as image processing applications are expected to be used to identify defects in the ceramic tile. The process is done by taking the image of ceramic tiles and these ideals will be in the process to determine whether the ceramic tiles disability or not.

**Keywords:** Neural Networks, Backpropagation algorithm, Ceramic Tiles, Matlab, Image Processing

### PENDAHULUAN

Pada saat ini hampir semua perusahaan yang bergerak di bidang industri dihadapkan pada suatu masalah yaitu adanya tingkat persaingan yang semakin kompetitif. Hal ini mengharuskan perusahaan untuk merencanakan atau menentukan jumlah produksi yang berkualitas, agar dapat memenuhi permintaan pasar dengan tepat dan kualitas yang sesuai sehingga diharapkan keuntungan perusahaan akan meningkat. Pada dasarnya penentuan kualitas produksi ini direncanakan untuk memenuhi tingkat produksi guna memenuhi tingkat kualitas penjualan yang direncanakan atau tingkat permintaan kualitas pasar. Kebutuhan perusahaan industri manufaktur yang tinggi untuk menjaga kualitas produk yang lengkap memerlukan kontrol selama produksi dan pada akhir proses. kontrol produk oleh manusia secara inspeksi visual maka kontrol produk tidak sepenuhnya dapat diandalkan dan tidak menjamin kualitas dari total kontrol. Pengklasifikasian kualitas

keramik saat ini masih banyak dilakukan secara manual oleh manusia. Hal ini tentu menyulitkan karena adanya batas penglihatan manusia. Bukan hanya itu, pegawai yang bertugas dalam melakukan pengklasifikasian kualitas keramik tidak dapat dikerjakan seorang diri, pegawai yang bertugas bisa mencapai 2 –3 orang atau lebih. Ini dilakukan untuk menjaga keramik yang terlewat oleh orang sebelumnya yang belum diperiksa kualitasnya.

Ilmu pengetahuan yang berkembang pesat dan pembangunan sarana prasarana fisik menuntut perkembangan model struktur yang variatif, ekonomis, dan aman. Hal tersebut menjadi mungkin karena berbarengan dengan kemajuan teknologi komputer yang semakin canggih dapat memenuhi kebutuhan akan analisa dan desain struktur saat ini. Kemampuan pembentukan keramik yang mudah dan sifatnya yang juga sederhana memungkinkan penggunaan bentuk-bentuk yang kompleks sehingga hampir semua bentuk bisa dibuat. Mengingat keramik merupakan material konstruksi proyek-proyek di Indonesia khususnya untuk bangunan gedung.

PT. Mulia Keramik merupakan salah satu produsen keramik terbesar di Indonesia. Bahkan produksinya telah di ekspor ke sejumlah negara tetangga. Pabrik yang terletak di Cikarang ini memproduksi ribuan keramik setiap harinya dengan warna, motif dan ukuran yang berbeda – beda.

Penggunaan bahan baku yang berbeda dan proses yang panjang dalam produksi keramik mengakibatkan beberapa ubin keramik mengalami cacat pada permukaan ubin keramik tersebut seperti crawling (glasir menggumpal atau mengkerut), crazing (retak halus), bloating (gelembung) dan lain- lain yang terjadi pada saat proses produksi.

Jaringan Saraf tiruan dengan algoritma backpropagation pada penelitian ini di gunakan untuk mendeteksi cacat pada ubin keramik tersebut dengan memanfaatkan teknik pengolahan citra.

Alasan lainnya yaitu dengan menerapkan jaringan saraf tiruan backpropagation adalah untuk meningkatkan produktivitas, dengan mengetahui kesalahan produksi sebelumnya maka kesalahan yang sama dapat dicegah untuk produksi berikutnya.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengolahan Citra**

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual <sup>[1]</sup> Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi data keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi <sup>[1]</sup>

Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan intensitas mutu, misalnya mengandung cacat atau derau (noise), warnanya terlalu kontras atau kabur tentu citra seperti ini akan sulit di representasikan sehingga informasi yang ada menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah direpresentasikan maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik <sup>[2]</sup>. Pengolahan citra adalah pemrosesan citra khususnya dengan menggunakan komputer menjadi citra yang lebih baik.

### **Citra Greyscale**

Citra greyscale adalah citra berwarna keabu – abuan dengan memiliki variasi warna yaitu 8 bit ( $2^8 = 256$ ) kemungkinan nilai. Format citra ini di sebut dengan skala keabuan karena pada umumnya warna yang digunakan adalah antara warna hitam dan putih dimana, hitam sebagai warna minimal dan putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna

yang diantaranya adalah abu-abu. Untuk mendapatkan nilai keabuan digunakan sistem perhitungan tersendiri dengan mengambil nilai warna RGB citra awal yaitu:

### **Thresholding**

Thresholding adalah metode paling sederhana dari segmentasi citra. Dari citra grayscale, thresholding dapat digunakan untuk membentuk citra biner. Sebuah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai untuk setiap pixel. Kedua warna tersebut adalah hitam dan putih. Warna yang digunakan untuk objek dalam citra adalah warna foreground sedangkan sisa dari citra adalah warna background. Selama proses thresholding, masing – masing pixel dalam sebuah citra ditandai sebagai pixel objek jika nilai mereka lebih besar dari sebuah nilai threshold dikenal sebagai threshold above. Threshold inside, dimana sebuah pixel di beri label “object” jika nilainya berada antara dua nilai threshold dan threshold outside dimana adalah kebalikan dai threshold inside. Biasanya pixel objek diberi nilai 1 sementara pixel background diberi nilai 0. Pada akhirnya sebuah image biner dibentuk dengan memberi warna tiap pixel dengan putih atau hitam tergantung pada label dari pixel. Parameter kunci dalam proses thresholding adalah pemilihan dari nilai threshold.

Ada beberapa metode yang berada dalam memilih sebuah nilai threshold. User dapat memilih nilai threshold secara manual, atau sebuah algoritma thresholding dapat menghitung sebuah nilai secara otomatis, yang di kenal sebagai thresholding otomatis. Sebuah metode sederhana akan memilih nilai rata-rata atau nilai tengah, dengan pemikiran jika pixel objek lebih terang daripada background, pixel tersebut juga lebih terang dari rata-rata background tersebut. Sebuah pendekatan mutakhir adalah dengan membentuk histogram dari intensitas pixel dan menggunakan titik lembah sebagai nilai ambang. Pendekatan histogram mengasumsikan bahwa ada sebuah nilai rata-rata dari pixel background dan pixel objek, tapi bahwa nilai pixel aktual memiliki variasi diantara nilai rata-rata tersebut. Bagaimana juga hal ini mungkin mahal secara komputasi, dan histogram citra tidak secara jelas menyatakan titik lembah, seringkali membuat pemilihan terhadap sebuah nilai threshold adalah sulit. Sebuah metode relatif sederhana, tidak memerlukan pengetahuan spesifik terhadap sebuah citra dan secara kuat melawan noise citra.

### **Jaringan Saraf Tiruan**

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron).
2. Sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung.
3. Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
4. Untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlahan input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

Neuron biologi merupakan sistem yang “fault tolerant” dalam 2 hal. Pertama, manusia dapat mengenali sinyal input yang agak berbeda dari yang pernah kita terima sebelumnya. Sebagai contoh, manusia sering dapat mengenali seseorang yang wajahnya pernah dilihat dari foto atau dapat mengenali seseorang yang wajahnya agak berbeda karena sudah lama tidak menjumpainya. Kedua, tetap mampu bekerja dengan baik. Jika sebuah neuron rusak, neuron lain dapat dilatih untuk menggantikan fungsi neuron yang rusak tersebut .

Hal yang ingin dicapai dengan melatih JST adalah untuk mencapai keseimbangan antara kemampuan memorisasi dan generalisasi. Yang dimaksud kemampuan memorisasi adalah kemampuan JST untuk mengambil kembali secara sempurna sebuah pola yang telah dipelajari. Kemampuan generalisasi adalah kemampuan JST untuk menghasilkan respon yang bisa diterima terhadap pola-pola yang sebelumnya telah dipelajari. Hal ini sangat bermanfaat bila pada suatu saat ke dalam JST itu di inputkan informasi baru yang belum pernah dipelajari, maka JST itu masih akan tetap dapat memberikan tanggapan yang baik, memberikan keluaran yang mendekati.

### **Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.**

Jaringan syaraf tiruan memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Arsitektur jaringan syaraf tiruan tersebut, antara lain <sup>[Kusumadewi, 2003].</sup>

#### 1. Jaringan Layar Tunggal (single layer network).

Jaringan dengan lapisan tunggal terdiri dari 1 layer input dan 1 layer output. Setiap neuron/unit yang terdapat di dalam lapisan / layer input selalu terhubung dengan setiap neural yang terdapat pada layer output. Jaringan ini hanya menerima input kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi output tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini yaitu: ADALINE, Hopfield, Perceptron.

#### 2. Jaringan layar jamak (multi layer network).

Jaringan dengan lapisan jamak memiliki ciri khas tertentu yaitu memiliki 3 jenis layer yakni layer input, layer output, layer tersembunyi. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal. Namun proses pelatihan sering membutuhkan waktu yang cenderung lama. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini yaitu: MADALINE, backpropagation, neocognitron.

#### 3. Jaringan dengan lapisan kompetitif.

Pada jaringan ini sekumpulan neuron bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. contoh algoritma yang menggunakan metode ini adalah: LVQ.

### **Model Jaringan Backpropagation.**

Model jaringan backpropagation merupakan suatu teknik pembelajaran atau pelatihan supervised leaning yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Didalam jaringan backpropagation, setiap unit yang berada di lapisan input berhubungan dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan output. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (multilayer network). Ketika jaringan ini diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit dilapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran jaringan syaraf tiruan. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarkan mundur (backward) pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan.

### **Arsitektur Jaringan Backpropagation.**

Setiap unit dari layer input pada jaringan backpropagation selalu terhubung dengan setiap unit yang berada pada layer tersembunyi, demikian juga setiap unit layer tersembunyi selalu terhubung dengan unit pada layer output. Jaringan backpropagation terdiri dari banyak lapisan (multilayer network) yaitu:

1. Lapisan input (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga  $n$  unit input.
2. Lapisan tersembunyi (minimal 1 buah), yang terdiri dari 1 hingga  $p$  unit tersembunyi.
3. Lapisan output (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga  $m$  unit output.

## **METODE**

Dalam penelitian ini peneliti digunakan metode eksperimen. Eksperimen dalam penelitian ini adalah metode penelitian yang bertujuan untuk mendeteksi cacat pada ubin keramik dengan menggunakan jaringan saraf tiruan backpropagation. Dengan metode ini ubin keramik akan diambil imagenya kemudian image tersebut akan di simpan. Dengan menggunakan matlab, database image akan di upload dan image tersebut akan dianalisis apakah image ubin keramik tersebut cacat atau tidak.

Sample dalam penelitian ini di ambil dari PT. MULIA KERAMIK, sebanyak 20 buah ubin keramik. Sample ini akan diambil imagenya dengan kamera digital dan akan disimpan datanya.

Metode analisis data yang di gunakan adalah jaringan saraf tiruan dengan metode algoritma backpropagation, karena metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola –pola kompleks. Di dalam jaringan backpropagation, setiap unit yang berada di lapisan input berhubungan dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada dilapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada dilapisan output. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (multilayer network). Ketika jaringan ini diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit dilapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran jaringan syaraf tiruan. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarakan mundur (backward) pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan.

## **HASIL DAN PENELITIAN**

Sistem inspeksi yang mengambil topik Pengolahan Citra dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk mendeteksi cacat pada ubin keramik. Dari proses tersebut proses diawali dengan pembacaan data traning, data citra di input berupa citra ubin keramik yang sudah di simpan. Proses selanjutnya adalah operasi resize ukuran citra yang dilanjutkan dengan operasi keabuan citra (greyscale). Pengolahan citra selanjutnya adalah segmentasi citra ke black and white (thresholding), dan selanjutnya melakukan binerisasi. Tahapan selanjutnya adalah mengolah hasil pengolahan citra, proses ini bertujuan untuk mendapatkan nilai ciri citra yang akan di olah lalu dilakukan data testing dan di cari nilai backpropagationnya.

### **Input Citra**

Input citra dari sistem ini adalah citra statis ubin keramik yang diambil menggunakan kamera digital. Citra input berukuran 30 x 30 dengan format .jpg.

### **Resize Citra**

Proses selanjutnya adalah penyeragaman ukuran citra. Hal ini di lakukan 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 analisis yang lebih baik dibandingkan dengan pixel yang lebih kecil. Matlab sendiri menyediakan fungsi untuk proses resize ini.

### Proses Greyscale

Karena citra input dalam format RGB, maka proses selanjutnya adalah mengkonversi citra RGB menjadi Grayscale (tingkat keabu – abuan). Grayscale adalah citra yang nilai pixelnya merepresentasikan derajat keabuan atau intensitas warna putih.

### Segmentasi Citra (Theresholding)

Theresholding merupakan 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 theresholding ini digunakan lebih lanjut untuk proses pengenalan objek serta ekstrasi fitur dari ubin keramik.

### Proses Binerisasi

Citra biner adalah citra yang memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih. Dalam proses binerisasi ini, algoritma backpropagatio. Secara umum proses binerisasi citra grayscale untuk menghasilkan citra biner.

### Backpropagation

Software matlab menyediakan berbagai perintah yang dapat digunakan untuk membuat Jaringan saraf Tiruan backpropagation. Perintah backpropagation yang di lakukan pada sistem ini yaitu:

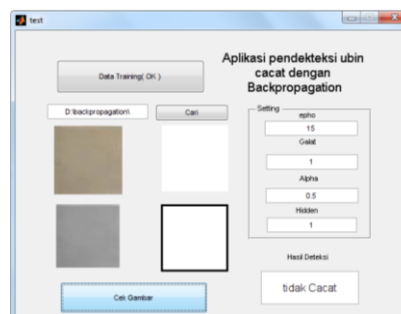
```
net = newff(datalama,target,1,{},'traingdm');
```

### Prototype GUI Sistem Cacat Ubin Keramik

Prototype GUI yang sudah di implentasikan dengan menggunakan matlab dapat di lihat di bawah ini:



Gambar 1. Menu Utama



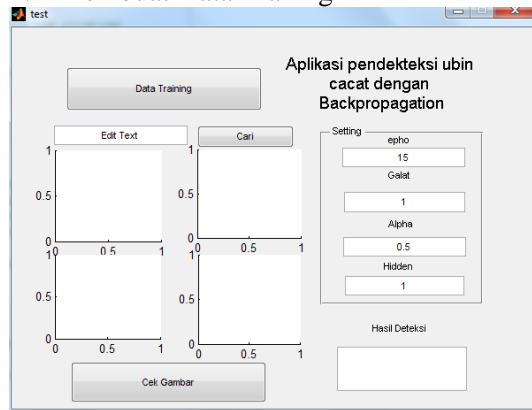
Gambar 2. Proses Pengolahan Citra Dengan Backpropagation

### Pengujian Sistem

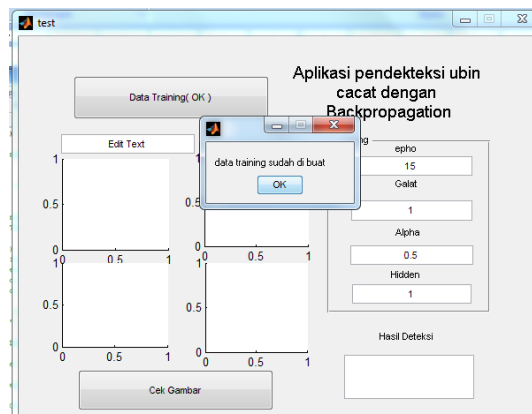
Proses pengujian sistem dilakukan terhadap model yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode jaringan Saraf Tiruan backpropagation.hal ini sejalan dengan tujuan dari

penelitian ini yaitu seberapa efektif dan akurat model inidigunakan. Pengujian dilakukan dengan data citra ubin keramik sebanyak 20 buah. Tahapannya adalah:

### 1. Membuat Data Traning

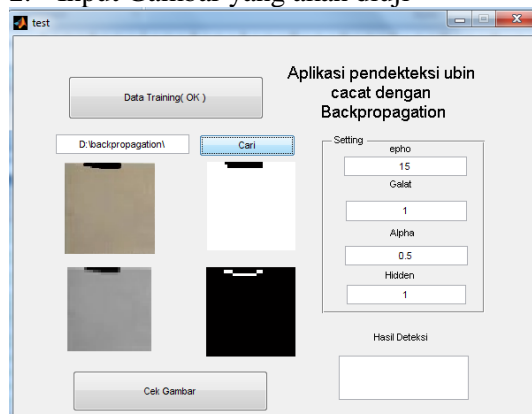


Gambar 3. Data Traning



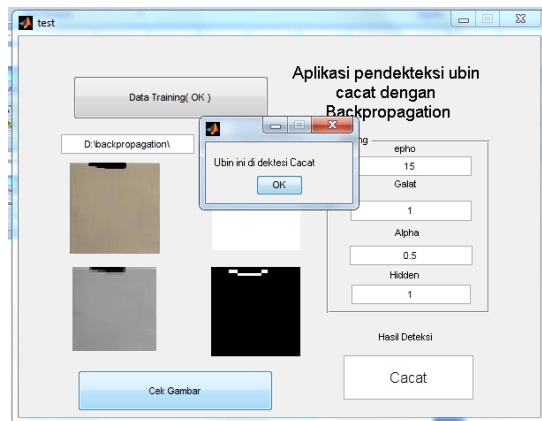
Gambar 4. Data Traning 2

### 2. Input Gambar yang akan diuji



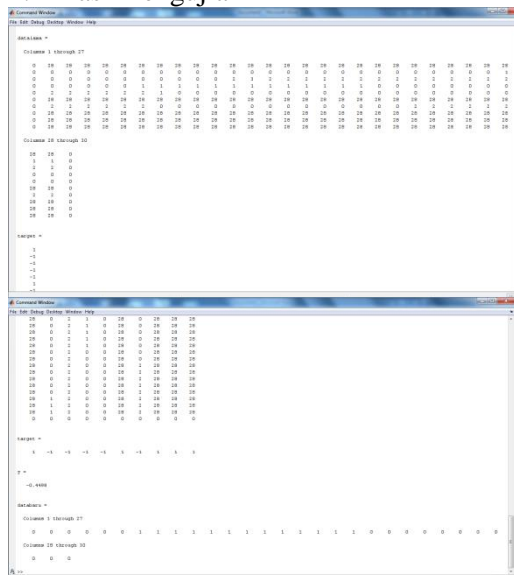
Gambar 5. Input Gambar

3. Setelah itu gambar ubin keramik tersebut akan di uji untuk mengetahui gambar ubin tersebut cacat atau tidak.



Gambar 6. Cek Ubin Keramik

#### 4. Hasil Pengujian



Gambar 7. Hasil Pengujian

Tabel 1. Pengujian Sistem

No	Citra Ubin Keramik	Ep ho	Ga lat	Alp ha	Hid den	Nilai Backpropagation	JST	Hasil Deteksi
1	Citra 1	15	1	0.5	1	0.5635		Tidak Cacat
2	Citra 2	15	1	0.5	1	-0.9659		Cacat
3	Citra 3	15	1	0.5	1	-0.4498		Cacat
4	Citra 4	15	1	0.5	1	0.4499		Tidak Cacat
5	Citra 5	15	1	0.5	1	-0.6515		Cacat
6	Citra 6	15	1	0.5	1	-0.5082		Cacat
7	Citra 7	15	1	0.5	1	-0.7365		Cacat
8	Citra 8	15	1	0.5	1	0.7278		Tidak Cacat
9	Citra 9	15	1	0.5	1	-0.6721		Cacat



10	Citra 10	15	1	0.5	1	0.4534	Tidak Cacat
11	Citra 11	15	1	0.5	1	-0.8756	Cacat
12	Citra 12	15	1	0.5	1	0.6566	Tidak Cacat
13	Citra 13	15	1	0.5	1	-0.4432	Cacat
14	Citra 14	15	1	0.5	1	-0.7769	Cacat
15	Citra 15	15	1	0.5	1	0.3441	Tidak Cacat
16	Citra 16	15	1	0.5	1	0.8823	Tidak Cacat
17	Citra 17	15	1	0.5	1	-0.5562	Cacat
18	Citra 18	15	1	0.5	1	-0.8443	Cacat
19	Citra 19	15	1	0.5	1	-0.6566	Cacat
20	Citra 20	15	1	0.5	1	0.2133	Tidak Cacat

### Interpretasi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditemukan berbagai temuan – temuan yang berkaitan dengan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation, di mana metode ini memiliki nilai akurasi hampir 90 % untuk mendeteksi Cacat ubin keramik. Kesalahan di sebabkan data citra tidak dapat dikenali atau cacat yang terdapat pada citra ubin keramik tidak terlihat sehingga citra tersebut diasumsikan tidak cacat.

### Implikasi Penelitian

#### Aspek Sistem

##### a. Hardware

Untuk proses pengolahan data yang lebih cepat dibutuhkan spesifikasi prosesor dan memori yang lebih besar, penggunaan display dengan picture pixel yang lebih baik dan tingkat resolusi yang tinggi akan memudahkan untuk melihat citra dengan kuran yang besar dan tentu saja dilengkapi dengan VGA card yang lebih besar kapasitasnya akan meningkatkan kualitas citra dan akurasi data yang ingin diperoleh. Dilain pihak penggunaan kamera digital untuk mengambil citra uji diupayakan memiliki tingkat pixel yang bagus agar citra yang diperoleh lebih baik.

##### b. Software

Penggunaan matlab sudah cukup dapat diandalkan untuk pemrosesan dan pengolahan citra digital, fasilitas toolbox yang disediakan oleh Matlab sudah memadai akan kebutuhan sistem yang dikembangkan, akan lebih baik lagi apabila digunakan versi yang lebih baru. GUI yang di kembangkan akan 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 cacat ubin akan dapat berkembang dengan dipermudahnya akses terhadap data citra digital suatu objek dengan cara pengambilan citra di lakukan secara real time dan proses secara langsung sehingga akurasi data yang diperoleh lebih tinggi.

#### Aspek Manajerial

##### a. Organisasi dan Prosedur

Implikasi dengan adanya penelitian ini, khususnya bagi PT.Mulia keramik sebagai pihak organisasi yang akan menggunakan hasil penelitian ini,perlu adanya suatu upaya dan reorganisasi berkaitan dengan hasil ataupun temuan dari penelitian ini,

sehingga manfaat dari penelitian ini terasa dan berdampak langsung bagi perkembangan organisasi.

**b. Sumber Daya Manusia**

Perlu disediakan sumber daya manusia yang cukup memiliki pengetahuan dan keahlian di bidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan untuk mengembangkan penelitian ini.

**c. Pendidikan dan Pelatihan**

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

### **Aspek Penelitian Lanjut**

**a. Pengembangan Ruang Lingkup**

Yang perlu diperluas sehingga prototype yang di kembangkan dapat mengolah model data spasial dengan objek dalam citra digital yang berbeda yang ditunjang dengan teknik inferensi yang berbeda pula.

**b. Pengembangan Metode**

Perlu kajian 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**

Yang digunakan untuk menentukan keberhasilan penelitian ini perlu ditambahkan sehingga menghasilkan penelitian yang lebih baik.

**d. Pengembangan Unsur**

Dapat dikembangkan selanjutnya untuk menyelesaikan masalah inpeksi objek produksi berbasis otomatis, sehingga kajian dan penelitian ini menjadi bahan acuan dan prototype baru untuk mendeteksi cacat pada ubin keramik.

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Berdasarkan pembahasan yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka penulis berkesimpulan bahwa penulis sependapat dengan hipotesa yang telah dikemukakan, yaitu:

1. Data yang digunakan sebagai parameter inputan dalam penelitian ini didapat dari proses Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation dapat digunakan.
2. Dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation dapat digunakan sebagai model untuk mendeteksi cacat pada ubin keramik.
3. Pengolahan Citra dengan teknik Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation dapat mendeteksi cacat pada ubin keramik.

### **Saran**

Dari simpulan dan penelitian yang dilakukan, saran yang dapat penulis berikan yaitu sebagai berikut:

Implikasi Penelitian terdiri dari:

1. Aspek Sistem, berupa hardware, software, dan mekanisme
2. Aspek Manajerial, berupa organisasi dan prosedur dan sumberdaya manusia
3. Aspek penelitian lebih lanjut mencankup pengembangan indikator dan pengembangan unsur yang dipakai.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Riyanto, Citra-bab8. [http://lecturer.eepisits.edu/riyanto/citra\\_bab8.pdf](http://lecturer.eepisits.edu/riyanto/citra_bab8.pdf)

- Elias Dianta Ginting. 2010. **Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny Dengan Matlab Untuk Membedakan Uang Asli Dan Uang Palsu**. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma.
- Kusumadewi S. 2004. **Membangun Jaringan Saraf Tiruan dengan Matlab dan Exel Link**. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Andri. 2013. **Deteksi Cacat Ubin Keramik Menggunakan Teknik Pengolahan Citra Dan Adaptive Neural Fuzzy Inference System**. Tesis Jurusan Magister Ilmu Komputer Program Pasca Sarjana Universitas Budi Luhur.
- Darma Putra. 2009. **Pengolahan Citra Digital**. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Eko Prasetyo. 2011. **Pengolahan Citra Digital dan aplikasinya menggunakan Matlab**. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Siang J.J. 2009. **Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB**. Penerbit Andi, Yogyakarta.