

TEKNIK PENGOLAHAN CITRA DAN *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) UNTUK MENDETEKSI KECACATAN PADA ACCU KERING DI PT.NIPRESS TBK

Muhamad Nur Witama¹, Nazori²

Program Studi Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur
Jl. Ciledug Raya, Pertukangan Utara, Jakarta Selatan, 12260, Indonesia
¹nurwitama@yahoo.co.id, ²nazori.agani@gmail.com

ABSTRAK

Secara tradisional, inspeksi visual dan kualiti control dapat dilakukan oleh manusia secara manual. Pekerjaan ini lebih lambat jika dibandingkan dengan menggunakan mesin yang berbasis komputer. Dengan mesin berbasis komputer ini inspeksi visual dan quality control dapat dilakukan secara terus menerus dengan kualitas yang sama. Salah satu mesin yang berbasis komputer adalah Sistem Visual Inspeksi Otomatis (AVIS) dimana biaya pemeliharaan lebih murah dan akurasi tinggi. Latar belakang penelitian menggambarkan pentingnya menggunakan sistem visual inspeksi otomatis. Walaupun demikian beberapa industri Accu masih belum menggunakannya karena sistem visual inspeksi otomatis terlambat diperkenalkan sehingga masih menggunakan secara tradisional. Faktor yang menghambat penggunaan sistem visual inspeksi otomatis adalah, system ini tidaklah sederhana, kurangnya fleksibilitas dasar perancangan, kurangnya metoda kajian kinerja dan kurangnya studi kasus yang menghambat pengembangan inspeksi visual otomatis.

Kata kunci : Accu Kering , ANFIS, LogikaFuzzy, Metode Sugeno, Matlab

I. PENDAHULUAN

Secara tradisional, inspeksi visual dan kualiti control dapat dilakukan oleh manusia secara manual. Pekerjaan ini lebih lambat jika dibandingkan dengan menggunakan mesin yang berbasis komputer. Dengan mesin berbasis komputer ini inspeksi visual dan *quality control* dapat dilakukan secara terus menerus dengan kualitas yang sama. Salah satu mesin yang berbasis komputer adalah Sistem Visual Inspeksi Otomatis (AVIS) dimana biaya pemeliharaan lebih murah dan akurasi tinggi. Latar belakang penelitian menggambarkan pentingnya menggunakan sistem visual inspeksi otomatis. Walaupun demikian beberapa industri *Accu* masih belum menggunakannya karena sistem visual inspeksi otomatis terlambat diperkenalkan sehingga masih menggunakan secara tradisional. Faktor yang menghambat penggunaan sistem visual inspeksi otomatis adalah : system ini tidaklah sederhana, kurangnya fleksibilitas dasar perancangan, kurangnya metoda kajian kinerja dan kurangnya studi kasus yang menghambat pengembangan inspeksi visual otomatis.

Automated visual inspection systems, dalam sistem produksi manufaktur *Accu* telah digunakan dan dipelajari selama dua dekade terakhir. Sebagai contoh, sistem otomatis untuk inspeksi permukaan keramik *Accu k*, grading warna *cover Accu* bertekstur menggunakan histogram warna, stereo fotometrik dinamis keramik, deteksi cacat otomatis dan klasifikasi *Accu* dikembangkan oleh [1]. Meskipun demikian, kalangan industri tetap antusias untuk mengembangkan sistem visual tersebut.

Alasan umum untuk menerapkan sistem inspeksi visual otomatis telah didiskusikan oleh. Banyak keuntungan inspeksi

visual otomatis jika dibandingkan dengan inspeksi visual manusia. Sistem visual otomatis dapat beroperasi tanpa mengenal lelah dan mempunyai ketelitian serta kendali mutu yang konsisten. Sistem visual otomatis dapat menemukan cacat yang sulit dideteksi oleh visual manusia tanpa alat bantu dan dapat beroperasi dengan kecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan visual manusia. Pada sistem 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 sisi lain, fleksibilitas inspeksi visual manusia tidak dapat diabaikan. Sebagai contoh, kemampuan manusia untuk menangani situasi tak terduga sukar diadopsi untuk system visual otomatis.

Sedangkan alasan khusus, dengan menerapkan sistem visual otomatis adalah meningkatkan produktivitas, menanggulangi kerugian akibat inspeksi visual manusia yang tidak konsisten dan penghematan biaya sumber daya manusia. Disamping itu juga alasan kemanusiaan karena tugas inspeksi visual yang monoton, membosankan dan bahkan berbahaya bagi keselamatan jiwa manusia.

AVIS memanfaatkan teknik pengolahan citra dan kecerdasan buatan yang dapat menerjemahkan /mendeskripsikan informasi yang telah diperoleh menjadi informasi lain yang lebih berguna untuk mengambil keputusan [2]. Dengan melihat permasalahan dalam penelitian deteksi kualitas *Accu* kering di atas, penulis tertarik untuk membuat atau mengembangkan AVIS dengan menggunakan “Teknik pengolahan citra dan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk mendeteksi Kecacatan pada *Accu* Kering Di PT.NIPRESS Tbk ”, dengan harapan hasil data yang akan

diperoleh lebih akurat.

A. Rumusan

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang model aplikasi deteksi Cacat pada Accu Kering menggunakan Teknik pengolahan citra dan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) ?
2. Bagaimana menentukan tingkat akurasi dan kecepatan proses model untuk mendeteksi cacat Accu Kering seperti crack, spot dan pecah pinggir?

B. Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan teknik pengolahan citra, dengan analisis citra yang digunakan meliputi skala keabuan, segmentasi, dan proses binerisasi sebagai input untuk proses pelatihan klasifikasi kualitas Accu Kering
2. Mengembangkan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) sebagai model yang digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas Accu Kering ke dalam kelompok *good* (G) dan *not good* (NG).

II. LANDASAN TEORI

A. Pengetahuan Teknologi *Internet*

Avis digunakan dalam lini produksi massal untuk mendeteksi cacat pada produk eksterior. Meskipun pelaksanaan sistem tersebut tergantung pada objek yang akan diperiksa, sistem ini terdiri iluminator, sensor pencitraan, pengolahan gambar yang terkait dengan mekanisme penanganan [3]. Inspeksi visual adalah metode umum dari kontrol kualitas, akuisisi data, dan analisis data. Inspeksi visual seperti yang digunakan dalam pemeliharaan fasilitas berarti inspeksi peralatan dan struktur menggunakan satu, beberapa atau semua indra manusia seperti penglihatan, sentuhan pendengaran, dan penciuman. Kontrol kualitas adalah tahap yang dipantau oleh sumber daya manusia (yaitu pemilahan) adalah langkah terakhir. Oleh karena itu, sistem otomatis sangat penting untuk mengumpulkan umpan balik dari produk mereka. Dengan hasil yang diperoleh dari kontrol kualitas, perusahaan dapat menilai produksi mana yang bekerja dengan benar dan yang tidak.

B. Struktur Pada AVIS

Struktur dasar Sistem Inspeksi Visi Otomatis dalam Accu Kering (AVIS) produksi terdiri dari bagian penerangan, visi kamera, dan sebagian klasifikasi. Kamera di atas *conveyor* menangkap gambar Accu Kering

C. Otomatis Visual Inspeksi Di Manufaktur

Otomatis sistem inspeksi visual banyak digunakan dalam industri manufaktur, karena biaya yang rendah dan mengurangi kesalahan manusia. Avis sejauh ini telah dilaksanakan dalam satu bidang khusus. Sebagai contoh, sistem visual digunakan untuk menemukan cacat permukaan kayu. Dalam studi lain,

sistem inspeksi otomatis untuk klasifikasi retak permukaan pipa dan lubang sangat dianjurkan.

D. Otomatis Visual Inspeksi untuk Accu Kering

Pada bagian ini, penelitian sebelumnya dari sistem pemeriksaan Accu Kering akan dijelaskan, serta studi tentang sistem yang digunakan dalam bidang lain tetapi yang relevan dengan topik ini.

E. Pengolahan Citra

Pengolahan Citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual [4]. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi 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[4].

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 [5]. Pengolahan citra adalah pemrosesan citra khususnya dengan menggunakan komputer menjadi citra yang lebih baik. Umumnya operasi-operasi pengolahan citra diterapkan pada citra

F. Teknik ANFIS

Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan jaringan adaptif yang berbasis pada sistem kesimpulan fuzzy (*fuzzy inference system*) [6]. Dengan penggunaan suatu prosedur *hybrid learning*, ANFIS dapat membangun suatu mapping input-output yang keduanya berdasarkan pada pengetahuan manusia (pada bentuk aturan fuzzy if-then) dengan fungsi keanggotaan yang tepat [7]. Sistem kesimpulan fuzzy yang memanfaatkan aturan fuzzy if-then dapat memodelkan aspek pengetahuan manusia yang kualitatif dan memberi reasoning processes tanpa memanfaatkan analisa kwantitatif yang tepat. Ada beberapa aspek dasar dalam pendekatan ini yang membutuhkan pemahaman lebih baik,

G. Perangkat Lunak MATLAB R2009b

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 obyek, Matlab memiliki kemampuan merotasi obyek tanpa merubah programnya. Fitur utama Matlab dalam membuat visualisasi obyek adalah *Guide*.

H. Tinjauan Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, objek yang digunakan oleh penulis adalah *Accu Kering*. Penelitian ini dilaksanakan di PT.Nipress Tbk, sebuah perusahaan yang bergerak dibidang manufacture pembuatan alat pendukung industri otomotif dengan brand *Accu*, selama 44 tahun PT.Nipress tetap konsisten untuk bergerak maju untuk meningkatkan kualitas produknya, hal ini dengan dikembangkan beberapa produk baru battery Lythium untuk mendukung pasar mobil listrik lokal maupun internasional.

Accu atau *Storage Battery* adalah sebuah sel atau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energy kimia menjadi energy listrik. Aki termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif aki menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbale sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat.

Penelitian akan difokuskan pada proses *Asembling* dan *Charging* yang akan dimonitoring oleh *Quality Control Departement*, dengan metode pengecekan sampling di 3shift dengan ritme yang sama. *Quality Control* departemen memiliki 1 Manager, 3 Supervisor, 3 Foreman dan 2 operator di setiap shift, sampling akan diambil oleh operator dimasing-masing shift dan akan dilaporkan secara menyeluruh dalam dailly report melalu Foreman dan supervisor kemudian dilaporkan kepada Manager.

Dalam penelitian ini, katagori cacat dari *Accu Kering* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Daftar Jenis Cacat *Accu Kering*

No.	Jenis Cacat
a	Crack
b	Spot /lubang Jarum
c	Pecah Pinggir

Citra *Accu Kering* yang menjadi objek penelitian



Gambar 1. *Accu Kering* Objek Penelitian



Gambar 2. Contoh gambar *Accu Kering* yang cacat *No Good* (NG).

I. Kerangka Pemikiran

Sebagai proses awal analisa dapat dilakukan pada awal penelitian dan untuk memberikan kemudahan dibuat suatu kerangka pemikiran yang dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Kerangka Pemikiran

J. Hipotesis

Melalui data yang di dapat dari responden untuk dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan faktor dengan nilai prioritas tertinggi, maka selanjutnya penulis melakukan pengujian hipotesis yang telah dibuat:

1. Diduga dengan menggunakan teknik Adaptive Network Fuzzy Inference System (ANFIS) dapat digunakan sebagai model klasifikasi kualitas *Accu kering*.
2. Diduga pengolahan citra dengan menggunakan teknik Adaptive Network Fuzzy Inference System (ANFIS) dapat membedakan *Accu kering* yang baik (G) dan tidak baik (NG)

K. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimen. Eksperimen dalam penelitian ini adalah metode penelitian yang bertujuan untuk meneliti cacat *accu* keramik dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Dengan metode ini *Accu Kering* yang akan dideteksi diambil *imagenya*. Kemudian *image* tersebut disimpan (*save*) di dalam *hardisk computer*. Dengan menggunakan matlab, database *image* di-*upload* dan dianalisis dengan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Hasil analisis berupa cacat seperti *crack*, *spot* dan pecah pinggir. Dari cacat yang dihasilkan dan analisis dapat diketahui apakah *Accu kering* tersebut baik atau tidak baik

L. Metode Pemilihan Sampel

Sampel dalam penelitian diambil dari pabrik PT. Nipress Tbk (Klapanunggal- cileungsi), sebanyak 10 *Accu kering* di shift 1 dan shift 2 Sampel ini diambil *image* dengan menggunakan kamera digital agar hasil *image* tersebut dapat disimpan sebagai database dengan harapan dapat diambil kapan saja dengan bantuan matlab. Adapun para responden yang meliputi konsumen berdasarkan pengguna yaitu mahasiswa, pegawai kantor, ibu rumah tangga, dan pebisnis sebagai responden utama peneliti yang menentukan keputusan

dalam menentukan faktor keberhasilan secara langsung. Adapun jumlah responden dalam penelitian ini adalah 12 orang yang diambil berdasarkan penggunaan teknologi yang menggunakan.

M. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan data-data yang diperlukan penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data sebagai berikut :

- 1) Studi Pustaka
Merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mempelajari referensi berupa dokumen/berkas dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan makanan sehat dan tidak sehat serta pengaruhnya terhadap kesehatan.
- 2) Observasi
Teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung.

N. Instrumentasi

Dalam penelitian ini instrumen yang digunakan untuk mendukung proses penelitian, terdiri dari dua bagian, yaitu :

- 1) Perangkat keras :
 - a) Kamera
Penelitian ini menggunakan kamera digital dengan resolusi 5 mega pixel
 - b) Pencahayaan
Pencahayaan yang benar dan tepat sangat penting untuk sistem inspeksi visual. Pencahayaan permukaan keramik haruslah seragam agar intensitas cahaya dan warna dari objek yang diselidiki dapat membantu untuk menangkap gambar yang lebih baik.
 - c) Accu kering
- 2) Perangkat Lunak
 - a) Sistem Operasi Windows 7 Basic Edition
 - b) Matlab versi R2009b.

III. TEKNIK ANALISIS, PERANCANGAN, DAN PENGUJIAN SISTEM

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). Alasan digunakan teknik atau model ini karena teknik *ANFIS* merupakan jaringan adaptif yang berbasis pada sistem kesimpulan fuzzy (*fuzzy inference system*). Dengan penggunaan suatu prosedur *hybrid learning*, ANFIS dapat membangun suatu mapping *input-output* yang keduanya berdasarkan pada pengetahuan manusia (pada bentuk aturan *fuzzy if-then*) dengan fungsi keanggotaan yang tepat. *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) adalah penggabungan mekanisme fuzzy inference system yang digambarkan dalam arsitektur jaringan syaraf. Sistem inferensi fuzzy yang digunakan adalah sistem inferensi fuzzy model Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) orde satu dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan komputasi. Contoh ilustrasi mekanisme inferensi fuzzy TSK orde satu dengan dua masukan x dan y

(Gambar 1). Basis aturan dengan dua aturan fuzzy if-then seperti dibawah ini :

Rule 1 : if x is A1 and y is B1 then f1 = p1x + q1y + r1
premis consequent

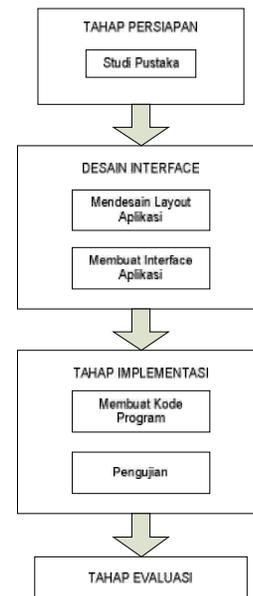
Rule 2 : if x is A2 and y is B2 then f2 = p2x + q2y + r2
premis consequent

Input : x dan y.
Consequent-nya adalah f

A. Langkah-Langkah Penelitian.

Langkah – langkah penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam rangka melaksanakan pola pikir pemecahan masalah, dapat dituliskan sebagai berikut :

- 1) Penentuan Masalah
Penulis mengambil topik pengolahan citra dan model *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* untuk menguji kualitas *Accu Kering* secara *offline*.
- 2) Pendekatan Komputasi Untuk Pemecahan Masalah
Model pendekatan komputasi yang dilakukan oleh penulis adalah dengan membuat model sistem inspeksi visual otomatis (AVIS), dimana proses awalnya adalah operasi pengolahan citra. Hasil operasi citra menjadi bahan input untuk tahap inferensi, dimana model yang digunakan adalah model *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) yang memanfaatkan *toolbox Matlab*.
- 3) Analisa dan Perancangan Sistem
Dalam fase ini penulis melakukan analisa kebutuhan sistem, yang sekaligus merancang antarmuka antara sistem dan user. Secara rinci pada tahapan ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. Langkah-langkah Penelitian

IV. HASIL PENELITIAN

Dalam Penelitian ini, data yang digunakan adalah data citra statis dari *Accu Kering* yang diperoleh dari PT. Nipress Tbk (Klapanunggal – Cileungsi). Data citra yang digunakan ini disimpan dalam format *joint photo graphic expert* (jpg) dengan type warna *true color*, memiliki dimensi kolom (x) sebesar 255 *pixel* dan baris (y) sebesar 255, memiliki besaran ± 24 bit dan ukuran atau size rata – rata 11 – 12 kbyte.:

Tabel 2. Data Sebagai Data Input

No Sample	Nilai Biner	Nilai Threshold	Standart Deviasi
1	83,2186	61,7853	0,4078
2	51,5219	56,5437	0,3412
3	83,491	57,1921	0,4235
4	78,07	53,8095	0,3765
5	99,1256	60,9222	0,4745
6	92,2291	58,8078	0,4784
7	83,7429	61,6856	0,4039
8	83,669	59,8021	0,3961
9	91,6419	61,7813	0,4471
10	83,3	61,0625	0,4078

Tabel 3. Prioritas Kriteria Faktor Teknologi

	Bobot	Peringkat
<i>Perceived Size</i>	0,116	4
<i>Perceived Reputation</i>	0,255	2
<i>Trust In Store</i>	0,327	1
<i>Attitude</i>	0,058	6
<i>Risk Perception</i>	0,078	5
<i>Willingness to Buy</i>	0,166	3

Analisis pendapat gabungan para responden menunjukkan bahwa kriteria “*Trust In Store*” (nilai bobot 0,327 atau sebanding dengan 32,7% dari total kriteria) merupakan kriteria yang paling penting dalam menentukan Faktor-Faktor Teknologi Pendukung Keberhasilan Sebuah *E-Commerce* dalam Membangun Usaha Bisnis *Online* Berdasarkan Persepsi Konsumen. Dalam konteks teknologi informasi, konsep kepercayaan dalam penelitian ini adalah pada penyelenggaraan transaksi teknologi informasi dan kepercayaan pada mekanisme operasional dari transaksi yang dilakukan. Upaya tinggi harus dilakukan oleh penyelenggara transaksi teknologi informasi agar kepercayaan konsumen semakin meningkat. Hal ini disebabkan kepercayaan mempunyai pengaruh besar pada niat dan perilaku konsumen untuk melakukan transaksi secara *online* atau tidak melakukannya.

Kriteria *Trust In Store* yang menempati peringkat pertama memiliki 5 (lima) sub kriteria, yaitu: 1). *Direct Service*, 2).

Trust Commitment, 3). *Poduct Choice*, 4). *Delivery*, 5). *Site Service*.

Dalam praktek membuat sebuah prediksi, haruslah memperhatikan parameter-parameter tersebut dengan membuat seperti sebuah logika-logika if-then. Untuk memudahkan analogi dari proses tersebut bisa dilihat pada pernyataan berikut. Jika nilai biner besar, dan nilai threshold kecil, dan nilai ambang kecil, maka PREDIKSI Baik. Pernyataan aturan diatas merupakan salah satu dari sekian banyak aturan yang dibuat dalam penelitian ini. Dimana ada 3 parameter input dan setiap parameter mempunyai 3 kategori.

Dari ke lima sub kriteria ini, sub kriteria yang paling utama dinilai oleh responden ahli adalah sub kriteria *Trust Commitment* (nilai bobot 0,444 atau 44,4% dari total sub kriteria yang ada). Hasil ini sangat relevan dengan kenyataan bahwa konsumen sebelum melakukan pembelian atau transaksi *online* lainnya pertama kali yang dilakukan adalah melakukan pemilihan produk atau barang yang diinginkan sesuai dengan komitmen perusahaan website dengan konsumen yang bersangkutan merupakan hal penting dalam perjanjian, terlebih jika perusahaan *E-Commerce* tersebut dapat dipercaya karena kejujurannya dalam bertransaksi.

A. Input Citra

Input citra dari sistem ini adalah citra statis ubin keramik yang diambil menggunakan kamera digital 5 megapixel. Penggunaan kamera digital ini dimaksudkan untuk memperoleh citra objek yang maksimal, baik kualitas citra, maupun pixel yang dihasilkan. Citra input berukuran 100 x 100 dengan format .jpg.

B. Resize Citra

Proses selanjutnya adalah penyeragaman ukuran citra. Hal ini dilakukan karena jika ukuran citra terlalu besar, maka akan berakibat pada lambatnya proses pengolahn citra yang dikarenakan pixel yang terlalu besar walaupun sebenarnya pixel yang besar akan menghasilkan hasil analisa yang lebih baik dibandingkan dengan pixel yang kecil. Matlab sendiri menyediakan fungsi untuk proses resize ini, yaitu perintah :

```
I= imresize(imread(namafile),[100 100]);
```

Perintah di atas menyeragamkan ukuran file citra menjadi ukuran 100 x 100 pixel.

C. Proses Grayscale

Karena citra input dalam format RGB, maka proses pengolahan citra selanjutnya adalah mengkonversi citra RGB menjadi format Grayscale(tingkat keabuan) citra. Graysclae adalah citra yang nilai pixel-nya merepresentasikan derajat keabuan atau intensitas warna putih. Intruksi yang diberikan dalam tahapan ini adalah :

D. Segmentasi Citra (Thresholding)

Thresholding adalah proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk obyek dan *background*

dari citra secara jelas. Citra hasil *thresholding* ini digunakan lebih lanjut untuk proses pengenalan obyek serta ekstraksi fitur dari keping ubin keramik.

E. Proses Binerisasi

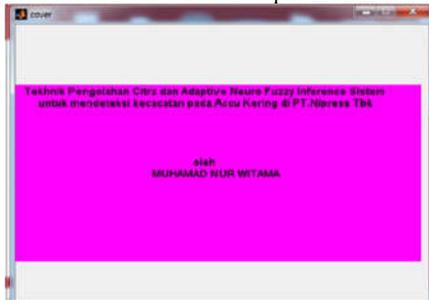
Citra biner adalah citra yang memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih. Dalam proses binerisasi ini, algoritma yang digunakan adalah algoritma Niblack.

F. Algoritma Niblack

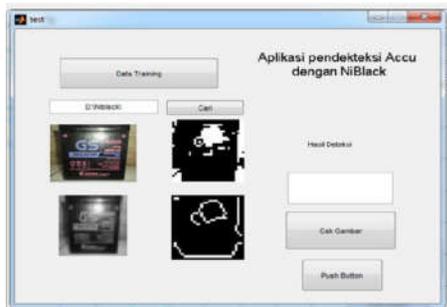
Tahap selanjutnya dalam pengolahan citra adalah mencari variabel nilai input yang akan digunakan pada proses *postprocessing* / proses inferensi dengan model *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). Untuk variabel input tersebut, ditentukan tiga parameter nilai yaitu nilai rata – rata citra biner, nilai ambang (*threshold*), dan nilai standar deviasi. Ketiga parameter nilai tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan algoritma Niblack.

G. Prototype GUI Sistem Deteksi Cacat Accu

Prototype GUI yang sudah diimplementasikan dengan menggunakan matlab versi 2009b dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 5. Tampilan Utama Sistem Yang Diimplementasikan



Gambar 6. Tampilan Proses Pengolahan Citra dan ANFIS

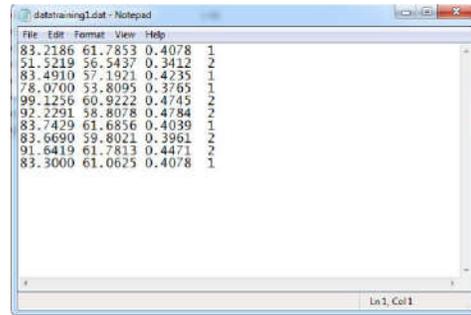
Pada gambar 6 menunjukkan bahwa Bhinneka memiliki prioritas utama yang diikuti oleh Lazada, dan Zalora dengan prioritas terendah berdasarkan persepsi konsumen responden ahli untuk kriteria – sub kriteria :*Attitude* perihal *Access*.

H. Proses ANFIS

1) Pembentukan Database Untuk *Membership Function*

Pembentukan *membership function* dalam *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS), adalah dengan cara membentuk file .dat dengan memasukkan nilai rata – rata citra

biner, nilai *threshold*, dan standar deviasi yang diperoleh dengan menjalankan fungsi / algoritma Niblack. Data citra yang akan dibentuk untuk *membership function* dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 7. Data Untuk Proses Training

2) Proses Training ANFIS

Pada proses ini training ini dipilih model Takagi-Sugeno dalam inferensinya, dimana output sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. *Fuzzy inference system* merupakan proses pemetaan dari suatu input ke output dengan menggunakan logika fuzzy yang dapat menyediakan dasar pengambilan keputusan atau pola yang diperoleh. *Fuzzy inference system* memiliki beberapa proses, yaitu proses *Membership Function*, *Fuzzy logic Operator*, dan *If Then Rule*. Perancangan sistem fuzzy terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

a) Identifikasi karakteristik model secara fungsional dan operasional

Pada tahapan ini menjelaskan karakteristik apa saja yang dimiliki oleh sistem yang ada serta merumuskan karakteristik operasi – operasi yang akan digunakan dalam model fuzzy. Pada sistem pengujian accu kering ini terdapat 3 input mf dan 1 mf output. Input diperoleh dari rata – rata citra biner, nilai rata – rata *threshold*, dan standar deviasi, sedangkan output yang terdapat dari sistem fuzzy adalah kualitas accu kering hasil identifikasi.

b) Membentuk *membership function*

Fuzzifikasi merupakan proses membuat suatu nilai crisp menjadi bersifat fuzzy.

c) Membuat aturan fuzzy

Aturan ini menunjukkan bagaimana suatu sistem beroperasi. Sebagai contoh pembentukan aturan pada sistem inferensi fuzzy, akan dijelaskan cara pembentukan rule untuk kualitas *accu* kering yang baik (*good*). Aturan ini mempunyai tiga jenis masukan, yaitu rata – rata biner (*r*), ambang, dan standar deviasi. Bila fungsi keanggotaan kualitas *accu* kering berada pada himpunan yang sama maka rule yang digunakan untuk membentuk daerah fuzzy yang berhubungan dengan variabel solusi kualitas *accu* kering dapat diilustrasikan seperti *if then rule* seperti di bawah ini :

If(input1 is no_good) and (input2 is good) and (input3 is cukup) then (output is no_good)

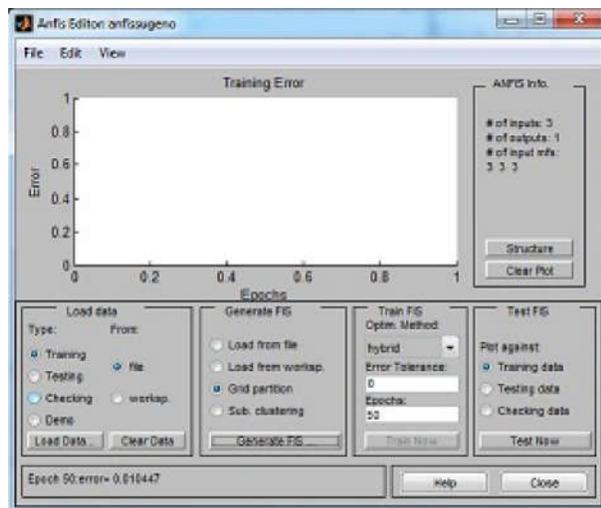
Berikut adalah tabel kelompok input untuk kualitas *accu* kering berdasarkan input yang diberikan :

Tabel 4. Kelompok Input dalam Menentukan Kualitas *Accu* Kering:

No	Nama Input	Variabel Input
1	Input 1	Rata – rata citra biner
2	Input 2	Nilai ambang citra (<i>threshold</i>)
3	Input 3	Standar deviasi

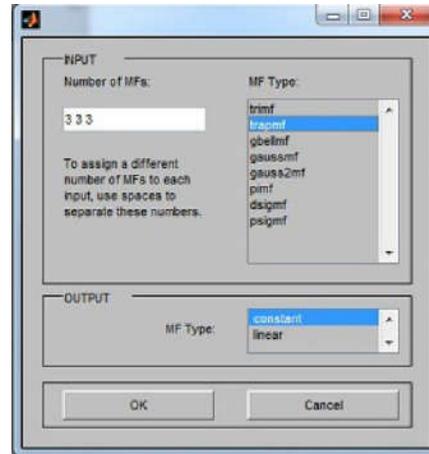
d) Menentukan metode defuzzyfikasi

Input dari defuzzyfikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan – aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode centroid.

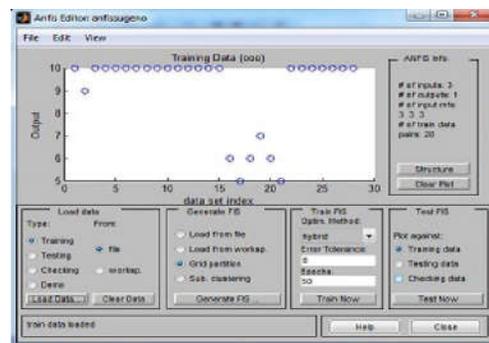


Gambar 8. Data Untuk Proses Training

Pada sistem yang dibuat ini dipilih dua jenis tipe training, yaitu *model hybrid* dan *backpropagation*. Dimana pada masing – masing dari dua model ini akan menggunakan dua model mf, yaitu Gaussian dan Trapesium. Dua membership ini akan ditraining sebanyak 10 kali. Berikut cara pengaturan training dengan fungsi keanggotaan (mf) trapesium.



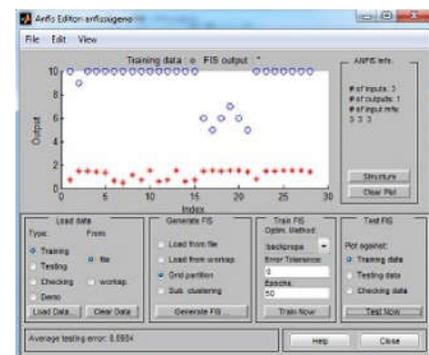
Gambar 9. Pengaturan Analisis Matematis dengan model Trapesium dengan tiga input



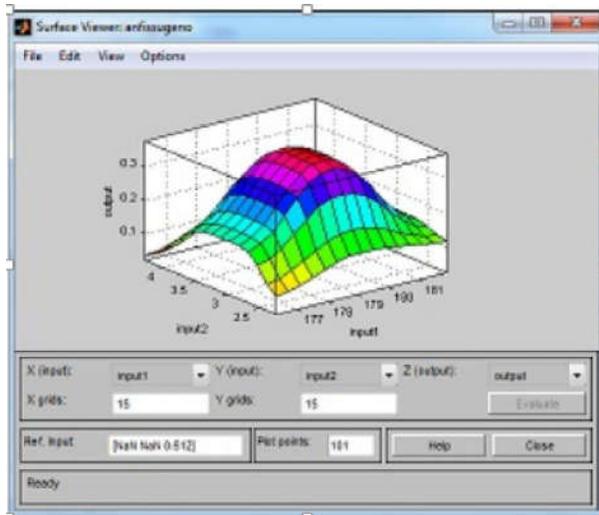
Gambar 10. Training error dengan model hybrid

Dalam proses training jumlah epoch mempengaruhi tingkat keakuratan data yang akan ditraining. Hasil proses training ini ditandai dengan diperolehnya nilai average testing error, dimana jika nilainya semakin kecil maka akan semakin baik proses pengenalnya terhadap data masukan.

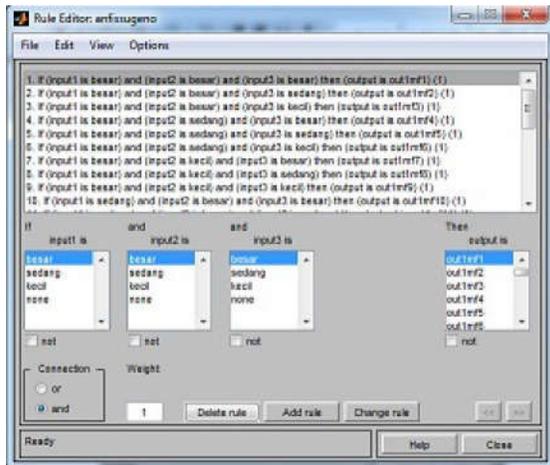
Proses training error dengan *model backpropagation* dengan input *mf type gaussian*



Gambar 11. Tingkat rata – rata kesalahan pengujian dengan *model backpropagation mf gaussian*



Gambar 12. Surface Viewer dari Anfis yang terbentuk untuk proses training dengan model backpropagation mf gaussian



Gambar 13. Rule Editor yang terbentuk dari 3 input

Proses pengujian hanya dilakukan terhadap model yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Adaptive Neural Fuzzy Inference System*. 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. Pengujian dilakukan pada model hybrid dan backpropagation, sedangkan untuk implementasi sistemnya dibuat berdasarkan pada model yang paling baik tingkat akurasinya, yaitu model hybrid.

Berikut ditampilkan perbandingan hasil proses *training*, *testing*, dan *checking* antara model *hybrid* dan *backpropagation* dengan masing-masing ditampilkan dengan fungsi keanggotaan mf trapesium dan mf gaussian.

Tabel 5. Perbandingan nilai tingkat kesalahan pada proses testing

No	Jumlah data Trainer	Jumlah Epoch	Variabel Uji	Hybrid		Backpropagation	
				Trapezium	Gaussian	Trapezium	Gaussian
1	10	500	Training Error	0,00023621	0,12999e-005	0,11467	0,258
2	10	500	Average testing Error	0,00023621	0,12999e-005	0,113331	0,257

Tabel 6. Perbandingan nilai tingkat kesalahan pada proses testing

No	Jumlah data Trainer	Jumlah Epoch	Variabel Uji	Hybrid		Backpropagation	
				Trapezium	Gaussian	Trapezium	Gaussian
1	5	500	Training Error	13524e-005	4,1418e-006	0,0038833	0,31625
2	5	500	Average testing Error	13524e-005	4,1418e-006	0,0038833	0,31625

Dengan melihat tabel perbandingan pengujian data Training *Accu Kering* yang sudah dilakukan antara model *Hybrid* dan *Backpropagation*, dimana masing – masing model menggunakan trapesium mf keduanya memberikan nilai akurasi yang berbeda. Sehingga kalau mengacu pada nilai kualitas yang diberikan, model hybrid trapesium mf lebih akurat dibandingkan model backpropagation trapesium mf.

Dari tabel perbandingan hasil pengujian data Testing antara *hybrid trapesium* dan *backpropagation gaussian*, bisa dilihat bahwa trapesium mf lebih akurat dibandingkan gaussian mf. Semakin besar ukuran perusahaan maka semakin tinggi tingkat kepercayaan konsumen terhadap perusahaan *E-Commerce* tersebut. Pengujian ini dibuktikan dengan

I. Interpretasi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini, ditemukan berbagai temuan – temuan yang berkaitan dengan model *Adaptive Neural Fuzzy Inference System* (ANFIS), dari kombinasi *training data* yang dilakukan dengan mencoba antara *teknik hybrid* dan *backpropagation* dengan masing - masing mf trapesium dan gaussian, hybrid lebih baik dari sisi tingkat kesalahan. Dimana hybrid lebih konsisten tingkat kesalahan trainingnya yaitu sebesar 0,00023621 untuk trapesium mf dan 0,12999e-005 untuk gaussian mf. Sedangkan disisi lain model backpropagation akurasi kesalahannya training lebih besar yaitu sebesar 0,11467 untuk trapesium mf dan 0,258 untuk gaussian mf. Dari sisi pengujian datanya juga model hybrid baik trapesium maupun gaussian mf lebih baik dibanding backpropagation. Pembuktian

J. 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 prosesor dan memori yang lebih besar, akan membuat proses pengolahan data otomatis lebih cepat, penggunaan display yang lebih besar atau lebih lebar dengan *picture pixel* lebih baik dan tingkat resolusi yang

tinggi akan memudahkan untuk melihat citra dengan ukuran yang besar dan tentu saja dilengkapi dengan *VGA card* yang lebih besar kapasitasnya akan meningkatkan kualitas citra dan akurasi data yang ingin diperoleh. Di lain pihak penggunaan kamera untuk mengambil citra uji diupayakan memiliki tingkat pixel yang bagus supaya 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 dan toolbox yang disediakan oleh Matlab sudah memadai akan kebutuhan sistem yang dikembangkan. Akan tetapi akan sangat baik apabila digunakan versi yang lebih baru. 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 Inspeksi Deteksi Kualitas Accu Kering akan lebih dapat berkembang dengan dipermudahkannya akses terhadap data spasial atau citra digital suatu objek dengan cara pengambilan citra dilakukan secara real time, dan diproses secara langsung sehingga akurasi data yang diperoleh lebih tinggi.

2) Aspek Manajerial

a) Organisasi dan Prosedur

Implikasi dengan adanya penelitian di bidang ini, khususnya bagi PT. Nipress Tbk (Klapanunggal-cileungsi) sebagai pihak organisasi yang akan menggunakan hasil penelitian ini, perlu adanya suatu upaya dan reorganisasi berkaitan dengan hasil ataupun temuan dari penelitian yang sudah dilakukan, sehingga manfaat dari penelitian ini terasa dan berdampak langsung bagi perkembangan organisasi. Di lain pihak, dalam upaya implementasi hasil penelitian ini perlu diatur dan dibuat prosedur baku untuk mengatur tata kerja sistem yang telah dihasilkan.

b) Sumber Daya Manusia

Implikasi penelitian pada bidang ini pada sumber daya manusia perlu disediakannya sumber daya manusia yang cukup memiliki pengetahuan dan keahlian dibidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan untuk mengembangkan penelitian dibidang ini

c) Pendidikan dan Latihan

Implikasi penelitian dibidang 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 Metoda

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 valid.

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 Accu Kering .

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang dilakukan pada Bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Data-data yang di gunakan sebagai parameter inputan dalam penelitian ini didapat dari proses pengolahan citra (nilai rata-rata biner, threshold dan standar deviasi dapat digunakan)
2. Dengan menggunakan teknik *Adaptive Network Fuzzy Inference System* (ANFIS) dapat digunakan sebagai model klasifikasi kualitas *Accu Kering*.
3. Pengolahan citra dengan menggunakan teknik *Adaptive Network Fuzzy Inference System* (ANFIS) dapat membedakan *Accu Kering* yang baik (G) dan tidak baik (NG)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boukouvalas, C., J. Kittler, R. Marik & M. Petrou 1999. Color grading of randomly textured ceramic tiles using color histograms. *Industrial Electronics, IEEE Transactions on* 46(1): 219-226.
- [2] Kusuma Dewi. (2003), *Artificial Intelligence*, Yogyakarta: Graha Ilmu
- [3] Morishita, I. & M. Okumura 1983. Automated visual inspection systems for industrial applications. *Measurement* 1(2): 59-67.
- [4] Riyanto, Citra-bab8. http://lecturer.eepisits.edu/riyanto/citra_bab8.pdf
- [5] Elias Dianta Ginting, 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, 2010.
- [6] Deden. M.F. Shiddiq, Yul Y.Nazaruddin, Farida I. Muchtadi, Estimation of Rice Milling Degree using Image Processing and Adaptive Network Based Fuzzy

Inference System (ANFIS), *IEEE Journal*, 4577-1460, 2011.

- [7] Jonathan Killing, Design And Development Of An Intelligent Neuro-Fuzzy System Automated Visual Inspection, A thesis submitted to the Department of

Mechanical and Materials Engineering, Queen's University Kingston, Canada July 2007