



**PENGENALAN WAJAH DENGAN ALGORITMA
BACK PROPAGATION BERDASARKAN TRANSFORMASI
WAVELET DISKRIT**

SKRIPSI

Oleh
Asfira Imada Firdausi
NIM 151810101043

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**Pengenalan Wajah dengan Algoritma
Back Propagation Berdasarkan Transformasi
Wavelet Diskrit**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan Program Studi Matematika (S1) dan memenuhi gelar Sarjana Sains.

Oleh
Asfira Imada Firdausi
NIM 151810101043

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, penulis mempersembahkan skripsi kepada:

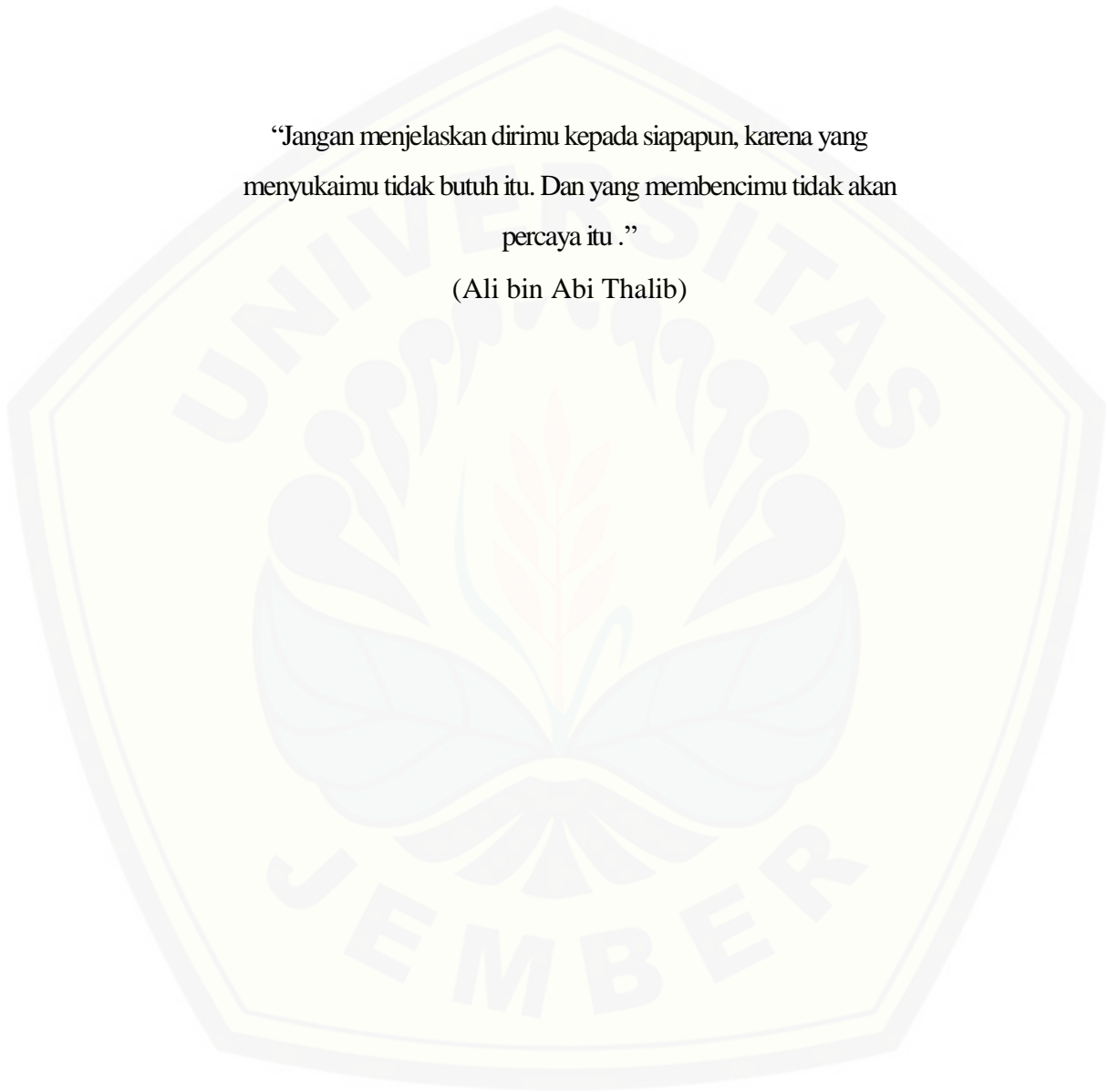
1. Ayahanda Mulyo dan Ibunda Muslihatin yang selalu mendoakan serta memberikan dukungan, semangat, dan motivasi yang tidak pernah terputus.
2. Keluarga saya mas gendut, toni kentrung, bulek win, paklek, mbak ratna, faza cilik dan juga mbah kakung dan mbah putri yang selalu memberi dukungan. Semoga selalu sehat dan selalu dalam lindungan Allah SWT.
3. Abduh Riski, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah sabar membimbing secara intensif dalam menyempurnakan tugas akhir ini.
4. Dr. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom., dan Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang senantiasa memberikan kritik dan saran demi perbaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh jajaran guru RA Lengkir, MI Miftahul Ulum Lengkir, MTsN 1 Lamongan, MAN 1 Lamongan dan Pondok Pesantrean Al-Ma'ruf yang telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
6. Sahabat "PITEKERS" (Amalia, Dia, Jafanin, Sheila) yang selalu memberi nasihat serta solusi jika terdapat permasalahan.
7. Sahabat "GOSIP" (Resa, Adit, Fajar) yang selalu ada dan siap membantu setiap saya butuh.
8. Sahabat "CABE" (Mahrita, Riza, Hayati, Anggun) yang selalu ada saat saya ingin ngetrip.
9. Teman seperjuangan SIGMA'15, teman KSR PMI UNIT UNEJ, teman LPMM ALPHA yang telah memberikan kenangan dan pengalaman yang berharga selama di Jember.
10. Semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

MOTO

“Bukan soal waktu, tapi soal usaha”

“Jangan menjelaskan dirimu kepada siapapun, karena yang menyukaimu tidak butuh itu. Dan yang membencimu tidak akan percaya itu .”

(Ali bin Abi Thalib)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asfira Imada Firdausi

NIM. : 151810101043

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengenalan Wajah dengan Algoritma *Backpropagation* Berdasarkan Transformasi Wavelet Diskrit “ adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2019

Yang menyatakan,

Asfira Imada Firdausi
NIM. 151810101043

SKRIPSI

**PENGENALAN WAJAH DENGAN ALGORITMA
BACKPROPAGATION BERDASARKAN
TRANSFORMASI WAVELET DISKRIT**

Oleh

Asfira Imada Firdausi

NIM. 151810101043

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Abduh Riski, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengenalan Wajah dengan Algoritma *Backpropagation* Berdasarkan Transformasi Wavelet Diskrit” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua,

Anggota I,

Abduh Riski, S.Si., M.Si.
NIP. 199004062015041001

Ahmad Kamsyakawuni, S.Si, M. Kom
NIP. 197211291998021001

Anggota II

Anggota III

Dr. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom
NIP. 197209071998031003

Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si
NIP. 197407192000121001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP. 196102041987111001

RINGKASAN

Pengenalan Wajah dengan Algoritma Backpropagation Berdasarkan Transformasi Wavelet Diskrit; Asfira Imada Firdausi, 151810101043; 2019: 63 halaman; Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Pengenalan wajah menjadi alternatif dalam berbagai bidang yang membutuhkan identifikasi seseorang. Wajah merupakan identifikasi biometrik karena merupakan bagian langsung dari tubuh manusia yang tidak mudah untuk dicuri atau diduplikasi. Dalam penelitian kali ini, Pengenalan wajah dilakukan menggunakan Algoritma *Backpropagation* dalam tahap klasifikasi. Dalam tahap pengambilan data, tidak semua citra yang diperoleh memiliki kualitas yang baik. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu faktor pencahayaan, kondisi objek maupun kamera yang digunakan. Sehingga perlu dilakukan proses pengolahan citra digital terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke tahap pengenalan. Pengolahan citra digital sendiri bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga diperoleh citra dengan kualitas lebih baik dibandingkan dengan citra awal. Terdapat beberapa langkah dalam pengolahan citra digital yaitu *preprocessing* dan ekstraksi ciri (*Feature extraction*). Tujuan dari *preprocessing* sendiri sangat beragam, diantaranya menghilangkan error (*noise*), memperjelas fitur (*features*) data, memperkecil atau memperbesar ukuran data, mengubah citra RGB menjadi *gray-scale*, binerisasi citra, *cropping* citra dan masih banyak lagi. Pada penelitian kali ini, peneliti akan menggunakan metode *gray-scale* dan *resize* dan juga *cropping* untuk proses *preprocessing*. Selanjutnya, dalam proses ekstraksi ciri, banyak sekali metode yang dapat diterapkan, salah satunya adalah metode Transformasi Wavelet Diskrit .

Transformasi Wavelet Diskrit dilakukan dengan menerapkan proses dekomposisi dengan cara melakukan filtering dengan filter wavelet secara baris (*horizontal*) lalu diikuti dengan filtering secara kolom (*vertikal*). Jenis filter

wavelet yang digunakan berupa *Low Pass Filter* dan *High Pass Filter*. Hasil dari filtering wavelet akan menghasilkan 4 buah sub band yaitu [LL LH HL HH] yang berisi nilai koefisien wavelet. Dalam penelitian ini, dekomposisi Transformasi Wavelet Diskrit dibatasi hanya hingga level 2. Setelah dilakukan ekstraksi ciri, tahap berikutnya dalam pengenalan citra adalah klasifikasi data menggunakan Algoritma *Backpropagation*. Data yang di pakai sebanyak 200 citra wajah yang akan di bagi dalam 2 tahap yaitu pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*). Tahap pelatihan (*training*) kerjakan dengan menggunakan 150 data citra wajah dengan metode optimasi yang digunakan adalah *Gradient Distance* atau dalam Matlab disebut 'traingd'. Sedangkan tahap pengujian (*testing*) menggunakan 50 data citra wajah untuk diuji apakah data tersebut berhasil dikenali sebagai dirinya ataupun tidak. Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa Algoritma *Backpropagation* yang dibantu dengan metode Transformasi Wavelet Diskrit (TWD) pada tahap ekstraksi ciri dapat digunakan untuk mengenali citra wajah dengan tingkat akurasi 100% pada tahap pelatihan dan juga memperoleh akurasi 99% pada tahap pengujian.

PRAKATA

Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengenalan Wajah dengan Algoritma *Backpropagation* Berdasarkan Transformasi Wavelet Diskrit”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Abduh Riski, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, serta perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Dr. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom., dan Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi perbaikan tugas akhir ini;
3. Seluruh staf pengajar Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Seluruh teman seperjuangan SIGMA'15 Jurusan Matematika Universitas Jember yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu;
5. Semua pihak yang telah memberikan sumbangan tenaga, semangat, dan pikiran yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharap kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Jember, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengenalan Wajah.....	4
2.2 Citra	4
2.3 Pengolahan Citra Digital.....	6
2.3.1 <i>Preprocessing</i>	6
2.3.2 Ekstraksi Ciri	7
2.4 Jaringan Saraf Tiruan.....	7
2.4.1 Proses Pembelajaran	8
2.5 Algoritma <i>Backpropagation</i>.....	9

2.5.1	Arsitektur Jaringan <i>Backpropagation</i>	9
2.5.2	Fungsi Aktivasi.....	10
2.5.3	Pelatihan <i>Backpropagation</i>	11
2.6	Transformasi Wavelet Diskrit.....	13
BAB 3.	METODE PENELITIAN	16
3.1	Data Penelitian.....	16
3.2	Langkah-langkah Penelitian	16
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1	Hasil Penelitian	21
4.1.1	Pengambilan Data.....	21
4.1.2	<i>Preprocessing</i> Citra	21
4.1.3	Perhitungan Manual Transformasi Wavelet Diskrit	23
4.1.4	Perhitungan Manual Algoritma <i>Backpropagation</i>	28
4.2	Implementasi Program.....	32
4.2.1	Parameter Pelatihan	32
4.2.2	Pembentukan Arsitektur Jaringan <i>Backpropagation</i>	33
4.2.3	Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	35
4.2.4	Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	38
4.3	Tampilan Program	39
4.3.1	Percobaan Program.....	43
4.4	Pembahasan	48
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

3.1	Faktor Pengambilan Citra Wajah Tiap Orang	16
4.1	Input Layer Masukan.....	28
4.2	Bobot Layar Tersembunyi	29
4.3	Bobot Layar Keluaran	29
4.4	Parameter Pelatihan.....	32
4.5	Pelatihan dengan <i>Gradient Descent</i>	38
4.6	Hasil Pelatihan	38
4.7	Hasil Pengujian	39
4.8	Hasil Pengujian 1 <i>Hidden Layer</i> dengan 10 Neuron	44
4.9	Hasil Pengujian 1 <i>Hidden Layer</i> dengan 20 Neuron	44
4.10	Hasil Pengujian 1 <i>Hidden Layer</i> dengan 40 Neuron	44
4.11	Hasil Pengujian 5 <i>Hidden Layer</i> dengan 10 Neuron	45
4.12	Hasil Pengujian 5 <i>Hidden Layer</i> dengan 20 Neuron	45
4.13	Hasil Pengujian 5 <i>Hidden Layer</i> dengan 40 Neuron	46
4.14	Hasil Pengujian 7 <i>Hidden Layer</i> dengan 10 Neuron	46
4.15	Hasil Pengujian 7 <i>Hidden Layer</i> dengan 20 Neuron	47
4.16	Hasil Pengujian 7 <i>Hidden Layer</i> dengan 40 Neuron	47
4.17	Hasil Percobaan.....	48

DAFTAR GAMBAR

2.1	Citra Wajah dan Kapal	5
2.2	Model Warna RGB Berbentuk Kubus.....	5
2.3	Model Struktur JST	8
2.4	Arsitektur <i>Backpropagation</i>	9
2.5	Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner.....	10
2.6	Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar.....	10
2.7	Transformasi Wavelet Diskrit dengan Dekomposisi Level Satu	13
3.1	Skema Proses <i>Preprocessing</i>	17
3.2	Skema Algoritma <i>Backpropagation</i>	19
3.3	Skema Penelitian	20
4.1	Hasil Pengambilan Data Menggunakan Kamera Hp dan DSLR	21
4.2	Hasil <i>Cropping</i> Citra	22
4.3	Hasil <i>Resize</i> , <i>Grayscale</i> dan <i>Smoothing</i> Citra	23
4.4	Pembentukan Arsitektur Jaringan	34
4.5	Proses Training Data	37
4.6	Tampilan Cover Program GUI Sebagai Pengenalan.....	39
4.7	Tampilan Halaman Pengolahan dan Klasifikasi Citra	40
4.8	Menampilkan Citra Asli	40
4.9	Hasil <i>Preprocessing</i> Citra.....	41
4.10	Menampilkan Citra Hasil Transformasi Wavelet Level 1 dan 2	42
4.11	Hasil klasifikasi dengan Memunculkan Biodata dari Objek yang Dikenali.....	42
4.12	Pertanyaan Penutupan Program	43

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengenalan objek pada suatu citra (*image*) digital berkembang pesat sejalan dengan kemajuan teknologi komputer. Metode pengenalan ini, dapat di gunakan pada benda maupun anggota tubuh manusia. Teknologi yang menggunakan tubuh manusia sebagai objek pengenalan, disebut dengan teknologi biometrik (Desiani, 2007). Untuk penelitian ini akan digunakan teknologi biometrik sebagai objek pengenalan, dengan pengambilan objek berupa citra wajah manusia.

Dalam tahap pengambilan data, tidak semua citra yang diperoleh memiliki kualitas yang baik. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu faktor pencahayaan, kondisi objek maupun kamera yang digunakan, sehingga perlu dilakukan proses pengolahan citra digital terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke tahap pengenalan. Pengolahan citra digital bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga diperoleh citra dengan kualitas lebih baik dibandingkan dengan citra awal (Agushinta & Diyanti, 2010). Terdapat beberapa langkah dalam pengolahan citra digital yaitu *preprocessing* dan ekstraksi ciri (*Feature extraction*). Tujuan dari *preprocessing* sangat beragam, diantaranya menghilangkan error (*noise*), memperjelas fitur data, memperkecil atau memperbesar ukuran data, mengubah citra RGB menjadi *gray-scale*, binerisasi citra, *cropping* citra dan masih banyak lagi. Pada penelitian kali ini, peneliti akan menggunakan metode *cropping*, *grayscale*, *resize* dan *smoothing* untuk proses *preprocessing* (Utami & Ulama, 2015). Selanjutnya, dalam proses ekstraksi ciri, banyak sekali metode yang dapat diterapkan, salah satunya adalah metode Transformasi Wavelet Diskrit (TWD).

Kelebihan dari Transformasi Wavelet Diskrit (TWD), selain mampu memberikan informasi frekuensi yang muncul, juga dapat memberikan informasi tentang skala atau durasi atau waktu (Sugiarto & Fahmi, 2017). Sebelumnya pada tahun (2015), Saputro dkk telah melakukan pengenalan ekspresi wajah menggunakan wavelet gabor dan *backpropagation*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa wavelet mempunyai keakuratan yang tinggi. Renaningtias

dkk (2015), juga mencoba mengaplikasikan pencocokan biometrika citra garis telapak tangan dengan metode transformasi wavelet dan mahalanobis distance dengan akurasi kecocokan yang tinggi .

Setelah dilakukan ekstraksi ciri, tahap berikutnya dalam pengenalan citra adalah klasifikasi data citra. Banyak metode yang bisa digunakan untuk mengklasifikasikan sebuah data, diantaranya dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan (JST) yang sistem kerjanya menyerupai sistem kerja otak manusia. Salah satu jenis JST yang paling umum adalah Algoritma propagasi balik (*Backpropagation*) (Zaitun, 2014). Algoritma *Backpropagation* memiliki keunggulan yaitu dapat memperkecil tingkat *error* dalam pengenalan sebuah objek (Hartanto & Prastiyanto, 2009). Berdasarkan pemaparan diatas, peneliti bermaksud mengaplikasikan jaringan saraf tiruan Algoritma *Backpropagation* untuk pengenalan wajah dengan menggunakan ekstraksi ciri Transformasi Wavelet Diskrit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara menerapkan Transformasi Wavelet Diskrit dalam proses pengolahan citra digital ?
2. Bagaimana merancang arsitektur jaringan syaraf tiruan *Backpropagation* sehingga dapat mengenali citra wajah?
3. Bagaimana akurasi dari *training* dan *testing* yang dilakukan pada saat klasifikasi pengenalan citra wajah?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Menerapkan Transformasi Wavelet Diskrit dalam proses pengolahan citra digital.
2. Merancang arsitektur jaringan syaraf tiruan *Backpropagation* yang dapat mengenali citra wajah.

3. Menghitung hasil akurasi dari *training* dan *testing* yang dilakukan pada saat klasifikasi pengenalan citra wajah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi tentang keefektifan Algoritma *Backpropagation* yang dibantu dengan Transformasi Wavelet Diskrit dalam pengolahan citra digital untuk mengenali objek citra wajah.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengenalan Wajah

Aplikasi dalam pengenalan wajah meliputi sistem pengenalan wajah statis (terkontrol) dan dinamis (tidak terkontrol). Secara umum sistem pengenalan citra wajah dibagi menjadi 2 jenis, yaitu sistem *feature based* dan sistem *image based*. Pada *feature based* yaitu fitur yang diekstraksi dari komponen citra wajah seperti mata, hidung, mulut, dan lain-lain. Kemudian hubungan antara ciri-ciri komponen tersebut dimodelkan secara geometris, biasanya banyak digunakan pada kamera Hp untuk mendeteksi wajah yang disesuaikan dengan filter yang ada. Sedangkan *image based* menggunakan informasi dari *pixel* citra yang kemudian direpresentasikan dalam metode tertentu, misalnya Deteksi Tepi (*Edge Detection*), *Principal Component Analysis* (PCA), transformasi wavelet, GLCM dll (Putra dkk, 2013).

2.2 Citra

Citra (*image*) adalah representasi spasial dari suatu objek dalam bidang dua dimensi. Citra sangat kaya akan informasi dibandingkan dengan data teks, karena dari citra bisa didapatkan informasi lain, yang tidak bisa diperoleh dari data teks. Ada dua macam citra yaitu citra kontinu dan citra diskrit. Citra kontinu dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog, misalnya mata manusia dan kamera analog. Sedangkan untuk citra diskrit atau bisa disebut juga dengan citra digital, dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra kontinu, misal kamera digital dan scanner. Citra Digital merupakan kumpulan nilai digital yang disebut elemen gambar atau piksel. Piksel adalah elemen terkecil yang menyusun citra dan mengandung nilai yang mewakili kecerahan dari sebuah warna pada titik tertentu (Atmaja, 2016).

Citra juga dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu citra diam (*still image*) dan citra bergerak (*moving image*). Citra diam merupakan citra tunggal yang tidak bergerak, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan citra bergerak (*moving image*) yang merupakan rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun

(sekuensial) sehingga memberikan kesan pada mata sebagai citra yang bergerak dan setiap citra yang ada dalam rangkaian itu disebut dengan *frame*. Untuk penelitian kali ini, citra yang digunakan adalah citra diam (*still image*) dengan objek citra berupa wajah.

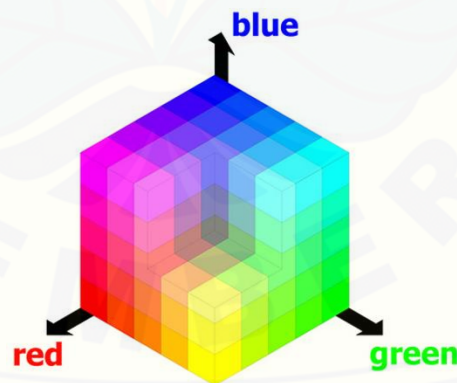


Gambar 2.1. Citra Wajah dan Kapal

Dalam Pengolahan citra digital, biasanya dikenal 3 jenis citra, yaitu :

1. Citra Warna (*RGB –Red Green Blue*)

Warna pokok atau dasar dalam pengolahan citra terdiri dari 3 (tiga) unsur, yaitu *Red* (R), *Green* (G), dan *Blue* (B) yang biasanya dinyatakan dalam RGB. Warna-warna inilah yang menjadi dasar untuk menghasilkan warna-warna yang lain.



Gambar 2.2. Model Warna RGB Berbentuk Kubus

2. Citra Keabuan (*Gray-scale*)

Citra *grayscale* adalah citra yang nilai intensitas pikselnya berdasarkan derajat keabuan. Proses ini adalah tahap penyederhanaan warna dari representasi warna RGB (*red, green, blue*). Warna disederhanakan dari citra 24 bit menjadi citra 8

bit. Citra yang telah dirubah menjadi *grayscale* nantinya hanya akan memiliki satu nilai untuk setiap piksel (Nugroho, 2005).

3. Citra Biner (Monokrom)

Citra biner adalah citra yang setiap pikselnya hanya dinyatakan dengan sebuah nilai dari dua buah kemungkinan (yaitu nilai 0 dan 1). Nilai 0 menyatakan warna hitam dan nilai 1 menyatakan warna putih. Citra jenis ini banyak dipakai dalam pemrosesan citra, misalnya untuk kepentingan memperoleh tepi bentuk suatu objek (Kurniawati & Kusumawardhani, 2017).

2.3 Pengolahan Citra Digital

Pengelolaan citra digital (*digital image processing*) secara umum bertujuan untuk mendeskripsikan pola dari objek yang kompleks melalui ciri-ciri yang ada dalam objek. Fungsi utama dari pengelolaan citra digital adalah memperbaiki kualitas dari citra sehingga citra yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan citra aslinya. Istilah pengolahan citra digital secara umum juga bisa didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer (Indira dkk, 2008). Rancangan sistem pengolahan citra kali ini akan digunakan 2 tahap pengolahan, yaitu prapengolahan (*Preprocessing*) dan Ekstrasi ciri (*Feature Extraction*) (Prasojo, 2002).

2.3.1 *Preprocessing*

Prapengolahan (*Preprocessing*) merupakan tahap awal dalam pengenalan citra. Pada tahap prapengolahan, citra akan diolah terlebih dahulu untuk disamakan ukurannya, diubah kedalam bentuk skala keabuan (*Grayscale*), pengurangan *noise* (*smoothing*), menjadi citra biner dll. Karena citra warna membutuhkan proses pengolahan yang lebih kompleks dari pada citra biner, maka dari itu citra perlu diubah terlebih dahulu menjadi citra biner untuk mempermudah dalam pengenalan citra. Konversi citra berwarna RGB ke citra keabuan adalah dengan cara memberikan nilai bobot yang berbeda-beda pada setiap komponen RGB, berdasarkan persamaan (2.1).

$$Gray = (0,3 * r) + (0,5 * g) + (0,2 * b) \quad (2.1)$$

dengan :

r : nilai intensitas warna merah

g : nilai intensitas warna hijau

b : nilai intensitas warna biru

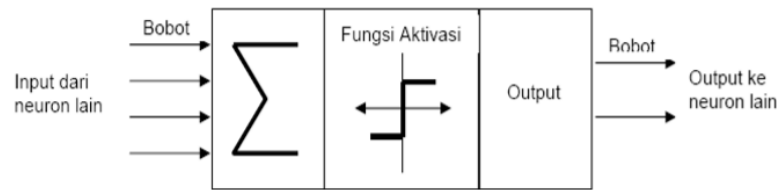
(Putra dkk, 2013)

2.3.2 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri (*Feature Extraction*) merupakan suatu pengambilan ciri dari suatu bentuk, yang nantinya nilai yang didapat akan dianalisis untuk proses selanjutnya. Ekstraksi ciri merupakan langkah awal dalam melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Proses ini berkaitan dengan kuantisasi karakteristik citra ke dalam sekelompok nilai ciri yang sesuai (Putra dkk, 2013). Ekstraksi ciri bertujuan untuk mencari daerah fitur yang signifikan pada gambar tergantung pada karakteristik intrinsik dan aplikasinya. Daerah tersebut dapat didefinisikan dalam lingkungan global atau lokal dan dibedakan oleh bentuk, tekstur, ukuran, intensitas, sifat statistik, dan sebagainya. Pada penelitian kali ini, peneliti akan menggunakan Transformasi Wavelet Diskrit sebagai ekstraksi ciri dalam proses pengenalan citra wajah.

2.4 Jaringan Saraf Tiruan (JST)

Jaringan saraf tiruan (JST) atau umumnya disebut *neural network* (NN), adalah sistem pembelajaran berbentuk jaringan yang terinspirasi berdasarkan jaringan saraf manusia. Jaringan saraf tiruan merupakan sistem adaptasi yang dapat merubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi yang masuk dan keluar melalui jaringan tersebut. Bisa dikatakan, jaringan saraf tiruan merupakan sistem pemodelan data statistik non-linier. Jaringan saraf tiruan dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara *input*, *hidden*, dan *output* yang berupa layer untuk menemukan pola-pola data (Daramawan, 2010). Model struktur jaringan syaraf tiruan dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Model Struktur JST (Wuryandari & Arfianto, 2012)

2.4.1 Proses Pembelajaran

Paradigma metode pembelajaran pelatihan JST adalah sebagai berikut :

- a. Pembelajaran terawasi (*supervised learning*), pada pembelajaran ini kumpulan data masukan yang digunakan, data keluarannya telah diketahui. Perbedaan antara keluaran-keluaran aktual dengan data keluaran yang diinginkan digunakan untuk mengoreksi bobot JST agar JST dapat menghasilkan jawaban sedekat atau semirip mungkin dengan jawaban yang benar yang telah diketahui.
- b. Pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*), JST mengorganisasi dirinya untuk membentuk vektor-vektor masukan yang serupa, tanpa menggunakan data atau contoh-contoh pelatihan. Struktur menggunakan dasar data atau korelasi antara pola-pola data yang dieksplorasi. Paradigma pembelajaran ini mengorganisasi pola-pola ke dalam kategori-kategori berdasarkan korelasi yang ada.
- c. Gabungan pembelajaran terawasi dan tak terawasi, merupakan kombinasi dari kedua pembelajaran tersebut. Sebagian dari bobot-bobotnya ditentukan melalui pembelajaran terawasi dan sebagian lainnya melalui pembelajaran tak terawasi (Wuryandari & Arfianto, 2013).

2.5 Algoritma *Backpropagation*

Algoritma *Backpropagation* (propagasi balik) merupakan algoritma pembelajaran lanjut yang dikembangkan dari aturan perceptron dengan menggunakan arsitektur jaringan *multilayer feedforward networks*, atau bisa disebut sebagai multilayer perceptron (MLP). Algoritma propagasi balik ini dikembangkan oleh Rumelhart, Hinton dan Williams sekitar tahun 1986 yang

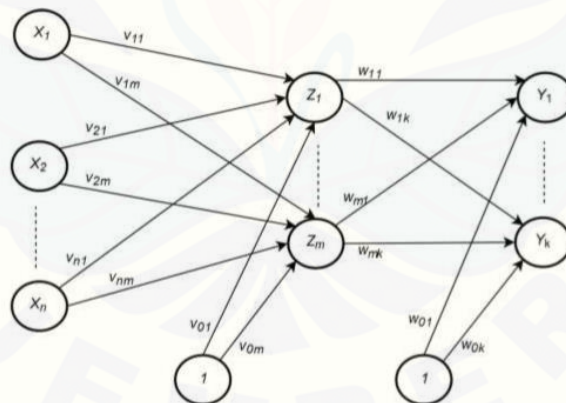
mengakibatkan peningkatan kembali minat terhadap jaringan syaraf tiruan (Desiani, 2007). Jaringan seperti ini, secara umum terdiri dari sejumlah unit neuron sebagai lapisan masukan, satu atau lebih neuron sebagai lapisan tersembunyi, dan sejumlah unit neuron sebagai lapisan keluaran. Sinyal masukan dipropagasikan ke arah depan (arah lapisan keluaran), lapisan demi lapisan. *Backpropagation* adalah sebuah algoritma sistematis untuk pelatihan multilayer jaringan syaraf tiruan. Algoritma ini memiliki dasar matematis yang kuat, obyektif dan algoritma ini mendapatkan bentuk persamaan dan nilai koefisien dalam formula dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat error (Kamil, 2017).

2.5.1 Arsitektur Jaringan *Backpropagation*

Jaringan syaraf terdiri dari 3 lapisan, yaitu:

- Lapisan masukan atau input terdiri atas variabel masukan unit sel saraf
- Lapisan tersembunyi terdiri atas beberapa unit sel saraf
- Lapisan keluaran atau output terdiri atas beberapa keluaran unit sel saraf

Arsitektur jaringan *Backpropagation* ditunjukkan pada Gambar 2.4.



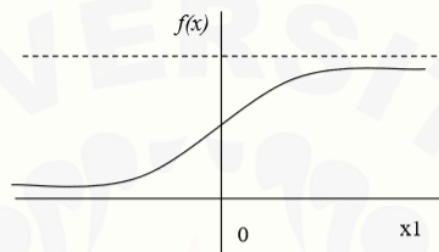
Gambar 2.4 Arsitektur *Backpropagation* (Kamil, 2017).

Pada Gambar 2.4 dapat dilihat bahwa yang bertindak sebagai lapisan masukan adalah X . Sinapsis atau bobot yaitu v sebagai bobot dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi dan w sebagai bobot dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran, sedangkan Z merupakan lapisan tersembunyi dari jaringan tersebut sedangkan data keluaran akan dikeluarkan oleh lapisan keluaran yaitu Y (Kamil, 2017).

2.5.2 Fungsi Aktivasi

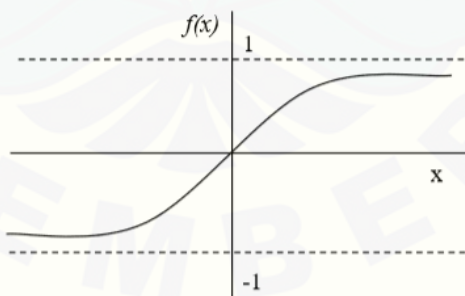
Dalam *Backpropagation*, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat yaitu: kontinu, terdiferensial dengan mudah dan merupakan fungsi yang tidak turun. Salah satu fungsi yang memenuhi ketiga syarat tersebut sehingga sering dipakai adalah fungsi sigmoid biner yang memiliki range (0,1).

Diberikan $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ dengan turunan $f'(x) = f(x)(1 - f(x))$. Grafik fungsinya tampak pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner (Lesnussa dkk, 2015).

Fungsi lain yang sering dipakai adalah fungsi sigmoid bipolar yang bentuk fungsinya mirip dengan fungsi sigmoid biner, tapi dengan range (-1,1). Diberikan $f(x) = \frac{2}{1+e^{-x}} - 1$ dengan turunan $f'(x) = \frac{(1+f(x))(1-f(x))}{2}$. Grafik fungsinya tampak pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar (Lesnussa dkk, 2015).

Fungsi sigmoid memiliki nilai maksimum = 1. Maka untuk pola yang targetnya lebih dari 1, pola masukan dan keluaran harus terlebih dahulu ditransformasi sehingga semua polanya memiliki range yang sama seperti fungsi sigmoid yang dipakai. Alternatif lain adalah menggunakan fungsi aktivasi sigmoid hanya pada

lapisan yang bukan lapisan keluaran. Pada lapisan keluaran, fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi identitas : $f(x) = x$ (Lesnussa dkk, 2015).

2.5.3 Pelatihan *Backpropagation*

Pelatihan *Backpropagation* meliputi 3 Tahap yaitu tahap maju, propagasi mundur dan perubahan bobot. Algoritma pelatihan untuk jaringan dengan satu lapisan tersembunyi dengan fungsi aktivasi sigmoid biner adalah sebagai berikut :

- Langkah 0 : Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil
- Langkah 1 : Jika penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah 2-8
- Langkah 2 : Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3-8

Tahap I : Propagasi Maju

- Langkah 3 : Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya
- Langkah 4 : Hitung semua keluaran di unit $z_j (j = 1, 2, \dots, p)$

$$z_net_j = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (2.2)$$

$$z_j = f(z_net_j) = \frac{1}{1+e^{-z_net_j}} \quad (2.3)$$

- Langkah 5 : Hitung semua keluaran jaringan di unit $y_k (k = 1, 2, \dots, m)$

$$y_net_k = w_{k0} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj} \quad (2.4)$$

$$y_k = f(y_net_k) = \frac{1}{1+e^{-y_net_k}} \quad (2.5)$$

Tahap II : Propagasi mundur

- Langkah 6 : Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan *error* di setiap unit keluaran $y_k (k = 1, 2, \dots, m)$

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_net_k) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (2.6)$$

δ_k merupakan unit *error* yang akan dipakai dalam perubahan bobot lapisan di bawahnya (langkah 7)

Hitung suku perubahan bobot w_{kj} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot w_{kj}) dengan laju percepatan α

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j \quad ; k = 1, 2, \dots, m ; j = 0, 1, 2, \dots, p \quad (2.7)$$

- Langkah 7 :Hitung faktor unit tersembunyi berdasarkan *error* di setiap unit tersembunyi $z_j (j = 1, 2, \dots, p)$

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_j w_{kj} \quad (2.8)$$

Faktor δ unit tersembunyi :

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_k (1 - z_k) \quad (2.9)$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ij} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot v_{ij})

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x \quad ; j = 1, 2, \dots, p ; i = 0, 1, 2, \dots, n \quad (2.10)$$

Tahap III : Perubahan bobot

- Langkah 8 : Hitung semua perubahan bobot Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran:

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} (k = 1, 2, \dots, m ; j = 0, 1, 2, \dots, p) \quad (2.11)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi :

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} (j = 1, 2, \dots, p ; i = 0, 1, 2, \dots, n) \quad (2.12)$$

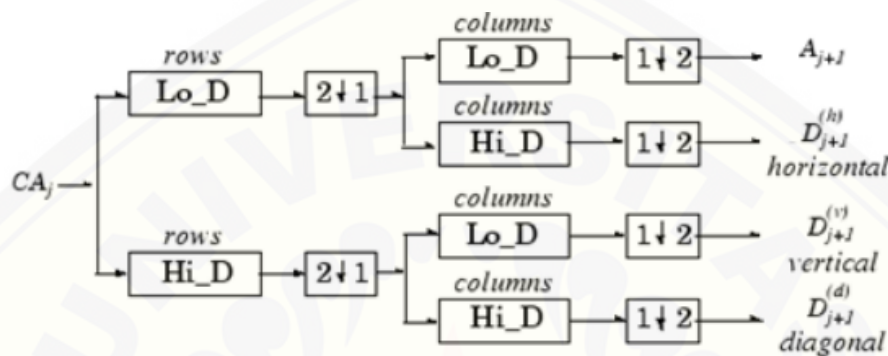
Setelah pelatihan selesai dilakukan, jaringan dapat dipakai untuk pengolahan citra digital. Dalam hal ini, hanya propagasi maju (langkah 4 dan 5) saja yang dipakai untuk menentukan keluaran jaringan. Apabila fungsi aktivasi yang dipakai bukan sigmoid biner, maka langkah 4 dan 5 harus diselesaikan. Demikian juga turunannya pada langkah 6 dan 7.

- Langkah 9: Uji kondisi berhenti (akhir iterasi) (Lesnussa dkk, 2015).

2.6 Transformasi Wavelet Diskrit

Transformasi wavelet diskrit (TWD) merupakan pentransformasian sinyal diskrit menjadi koefisien-koefisien wavelet yang diperoleh dengan cara menapis sinyal menggunakan dua buah tapis yang berlawanan yaitu *lowpass filter* dan *highpass filter*. Analisis frekuensi yang berbeda dengan menggunakan resolusi yang berbeda inilah yang disebut dengan multi-resolution analysis. Pembagian sinyal menjadi frekuensi tinggi dan frekuensi rendah dalam proses filterisasi *highpass filter* dan *lowpass filter* disebut sebagai dekomposisi (Suma'inna, 2014).

Transformasi wavelet diskrit secara umum merupakan dekomposisi citra pada frekuensi subband citra. Dimana komponennya dihasilkan yaitu dengan cara penurunan level dekomposisi. Implementasi transformasi wavelet diskrit dapat dilakukan dengan cara melewatkan sinyal frekuensi tinggi atau *highpass filter* dan frekuensi rendah atau *lowpass filter*. Dibawah ini adalah gambar dari transformasi wavelet diskrit dua dimensi dengan level dekomposisi satu.



Gambar 2.7. Transformasi Wavelet Diskrit Dua Dimensi dengan Level Dekomposisi Satu (Suma'inna, 2014).

dengan :

2 ↓ 1	Merupakan downsample kolom
1 ↓ 2	Merupakan downsample baris

Seperti yang terlihat pada Gambar 2.7, jika suatu citra dilakukan proses transformasi wavelet diskrit dua dimensi dengan level dekomposisi satu, maka akan menghasilkan empat buah subband, yaitu (Fajrin dkk, 2015):

1. Koefisien Aproksimasi (CA_{j+1}) atau disebut juga subband *LL*
2. Koefisien Detil Horisontal ($CD(h)_{j+1}$) atau disebut juga subband *HL*
3. Koefisien Detil Vertikal ($CD(v)_{j+1}$) atau disebut juga subband *LH*
4. Koefisien Detil Diagonal ($CD(d)_{j+1}$) atau disebut juga subband *HH*

Ciri yang diambil adalah ciri energi pada wavelet. Energi merepresentasikan keseragaman tekstur dari citra. Nilai energi diambil dari 4 (empat) nilai-nilai koefisien aproksimasi (ca), koefisien detail arah horizontal (ch), koefisien detail arah vertical (cv), dan koefisien detail arah diagonal (cd) yang nilainya tergantung pada nilai wavelet-nya. Energi dibagi dalam empat ciri, yaitu :

$$H_{1^{(n)}} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \in R^{n \times n}$$

Matrik untuk melakukan *down sampling* 2 $D^{(n)}$ adalah:

$$D^{(n)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 1 \end{bmatrix} \in R^{\frac{n}{2} \times n}$$

Hasil proses *down sampling* dengan ekspresi $D^{(n)} H_0^{(n)}$ (filter *lowpass*) dan $D^{(n)} H_1^{(n)}$ (filter *highpass*):

$$T^{(n)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & & & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \in R^{\frac{n}{2} \times n}$$

$$B^{(n)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & & & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \in R^{\frac{n}{2} \times n}$$

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini, adalah citra wajah yang diambil dari 5 orang. Proses pengambilan citra wajah terdiri dari beberapa faktor yaitu, sudut pengambilan, perbedaan intensitas cahaya dan jarak pengambilan. Semua pengaplikasian faktor tersebut bisa dilihat pada Tabel 3.1. Dengan proses pengambilan citra wajah tersebut, maka akan didapatkan 40 citra wajah dari tiap orang. Jadi, total data yang digunakan pada penelitian ini adalah 200 data citra wajah. Data tersebut kemudian dibagi menjadi 150 data untuk *training* dan 50 data untuk proses *testing*.

Tabel 3.1. Faktor Pengambilan Citra Wajah Tiap Orang

Intensitas Cahaya	Jarak	Kamera	Sudut Pengambilan (30°)	Jumlah
2 Perbedaan Intensitas Cahaya	Sama	2 macam kamera (Hp dan DSLR)	Depan (2x)	8 citra
			Atas (2x)	8 citra
			Bawah (2x)	8 citra
			Kanan(2x)	8 citra
			Kiri (2x)	8 citra

3.2 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah- langkah penelitian yang dilakukan untuk pengenalan wajah pada penelitian ini, meliputi :

a. Studi Literatur

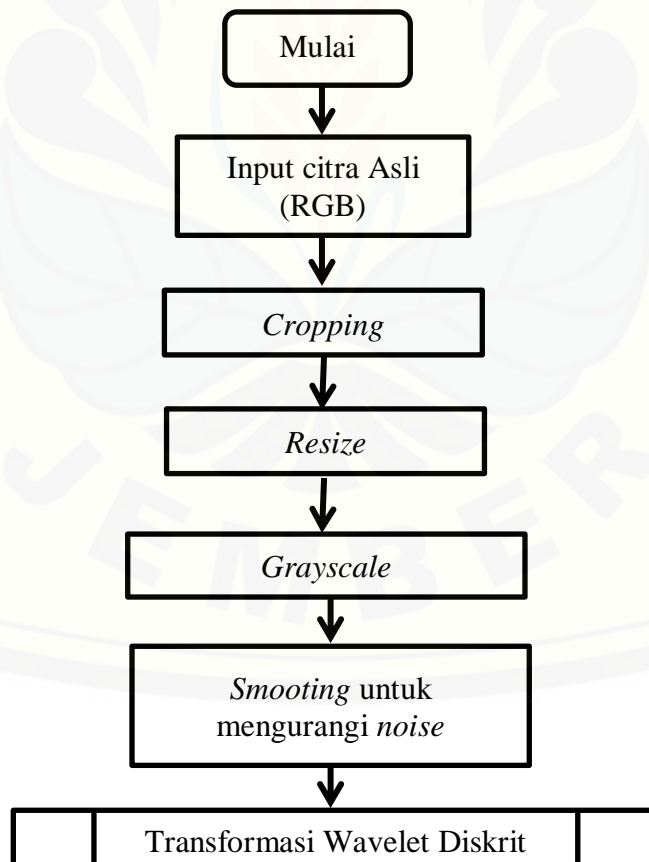
Mengkaji sumber pustaka digunakan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan dalam penelitian. Pustaka penelitian ini diambil dari berbagai sumber seperti buku, jurnal ataupun skripsi yang berkaitan dengan citra, *Backpropagation*, dan ekstraksi ciri. Kemudian dijadikan landasan untuk menganalisis permasalahan.

b. Akuisisi Data

Mengumpulkan data citra wajah dari beberapa orang dengan menggunakan 2 kamera yaitu Hp dan DSLR. Setiap Citra wajah disimpan pada file dengan format gambar (.jpg).

c. *Preprocessing*

Pada proses *preprocessing* akan dilakukan beberapa tahap pemrosesan yaitu *cropping*, *grayscale*, *resize* dan juga penghalusan gambar (*Smooting*) dengan menggunakan filter gaussian. *Grayscale* akan membuat perubahan pada citra menjadi keabuabuan. Proses ini adalah tahap penyederhanaan warna dari representasi warna RGB (*red, green, blue*). Pada proses *resize* gambar di sederhanakan pixalnya dari yang awalnya 3000x2000 menjadi 70x50 *pixel*. dan kemudian dilakukan penghalusan pada citra untuk mengurangi *noise* yang ada dalam citra. Untuk skema *preprocessing* bisa di lihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema Proses *Preprocessing*

d. Ekstraksi Ciri Transformasi Wavelet Diskrit

Proses ekstraksi ciri Transformasi Wavelet Diskrit berjalan dengan proses dekomposisi citra yang dilakukan atas baris dan kolom dalam array dua dimensi, yang masing-masing bersesuaian dengan arah horizontal dan arah vertikal dalam citra. Frekuensi subband citra tersebut, dimana komponennya dihasilkan dengan cara penurunan level dekomposisi. Implementasi transformasi wavelet diskrit dapat dilakukan dengan cara melewatkan sinyal frekuensi tinggi atau *highpass filter* dan frekuensi rendah atau *lowpass filter*.

e. Pengenalan Pola *Backpropagation*

Proses jaringan saraf *backpropagation* ini digunakan pada saat pelatihan dan pengujian untuk pengenalan citra wajah, berikut uraian secara sistematis proses Algoritma *Backpropagation*:

1. Inisialisasi Bobot, Bias dan Parameter

Membuat bobot dengan bilangan acak terkecil secara acak untuk layer inputan maupun hidden layer. Serta menentukan parameter pelatihan sebagai batasan pelatihan yang akan dilakukan.

2. Perhitungan *Feedforward*

Menghitung keluaran dari unit Z (*hidden layer*) dan unit Y (*Output layer*).

3. Perhitungan *Backpropagation*

Menghitung faktor kesalahan yang didapat pada unit keluaran yang nanti akan digunakan untuk menghitung perubahan bobot Δw dan juga Δv .

4. Perubahan Bobot

Menghitung bobot baru dengan menjumlahkan bobot lama dengan suku perubahan bobot yang didapat dari perhitungan *Backpropagation*.

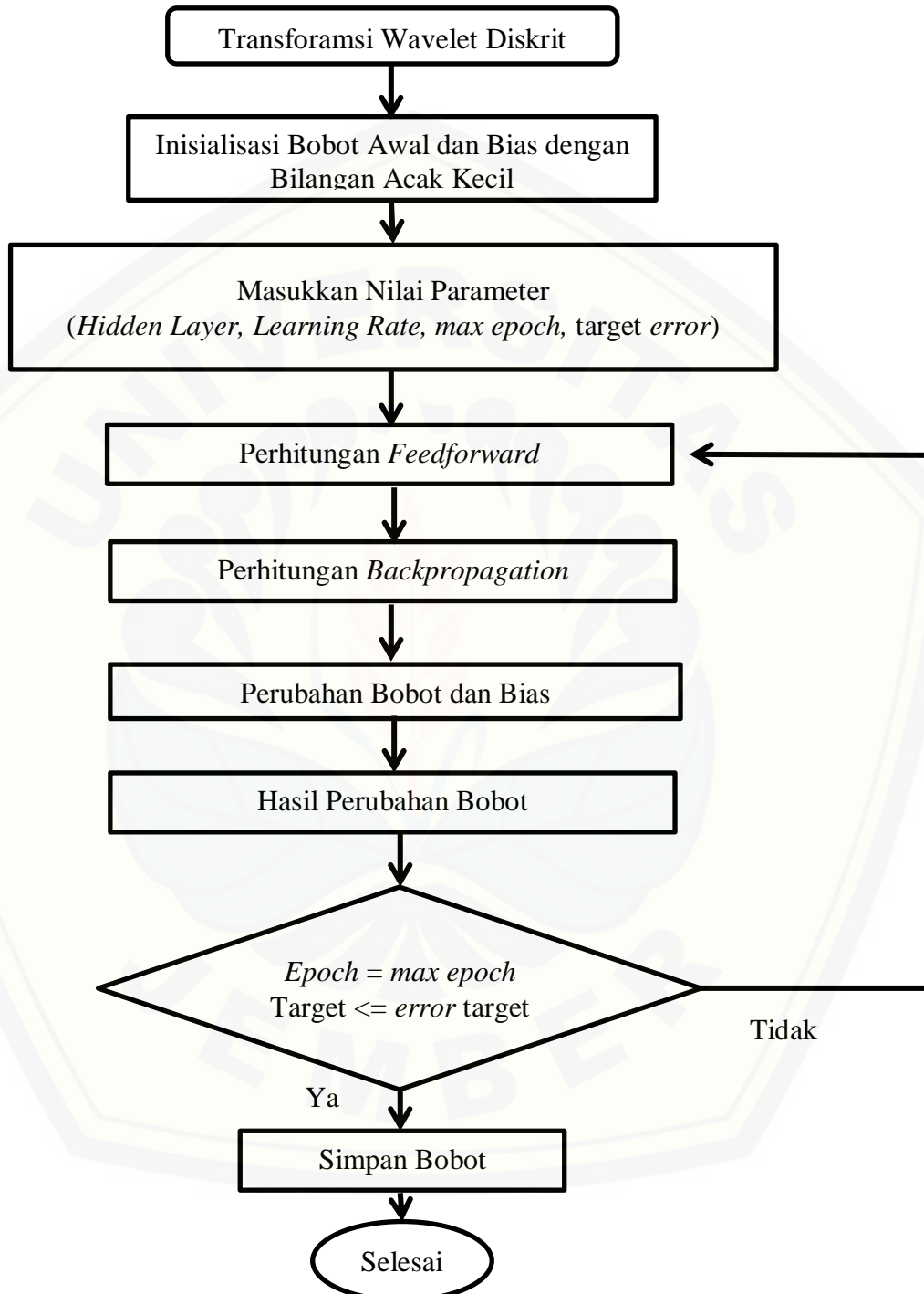
5. Epoch dan Target error

Pelatihan akan berhenti jika epoch sudah mencapai batas yang ditentukan dan juga jika target error yang dihasilkan lebih kecil dari max target *error* yang ditentukan.

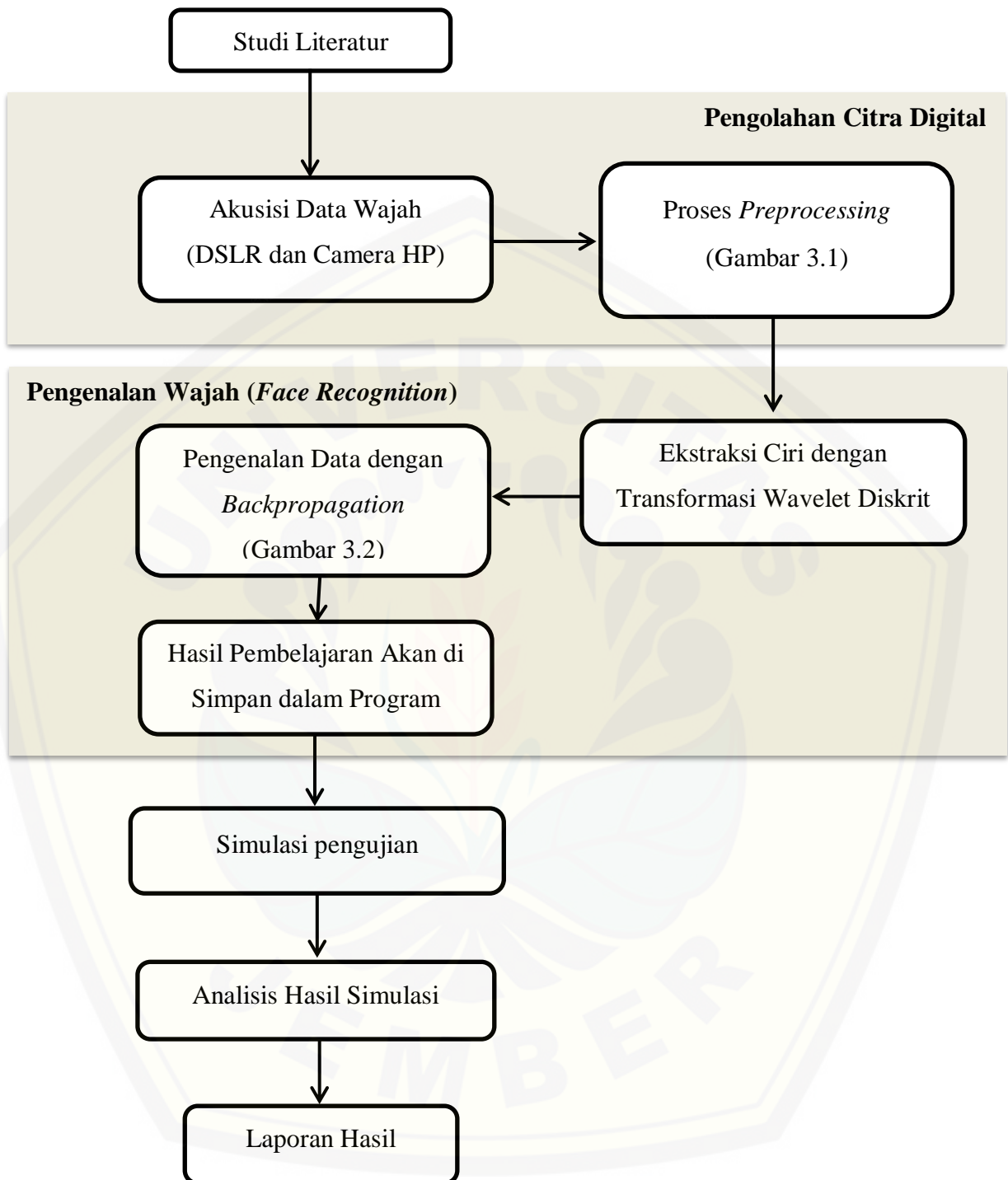
6. Simpan Bobot

Setelah ke 3 tahap selesai (*Feedforward*, *Backpropagation*, Perubahan Bobot) maka akan didapatkan bobot baru yang nantinya akan digunakan lagi untuk

perhitungan selanjutnya. Jika target *error* lebih besar dari batas yang ditentukan, maka akan kembali lagi ke tahap perhitungan *feedforward*.



Gambar 3.2 Skema Algoritma *Backpropagation*



Gambar 3.3 Skema Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari bab sebelumnya maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Reduksi noise dengan menggunakan Transformasi Wavelet diawali dengan melakukan dekomposisi citra. Dalam pendekomposisian citra, pembatasan level dekomposisi dilakukan hanya sampai level 2. Proses filtering yang digunakan untuk mereduksi noise adalah filter Haar.
- b. Arsitektur jaringan yang dibuat pada penelitian kali ini menggunakan 1 buah layer masukan yang berisi 150 data masukan, 3 buah *hidden layer* dengan jumlah neuron (15 20 25) dan 3 buah layer keluaran yang akan memunculkan 1 kelas klasifikasi yang terkenal oleh jaringan.
- c. Akurasi yang di peroleh dari tahap pelatihan sangat besar yaitu 100%. Sedangkan pada tahap pengujian akurasi pengenalan jaringan yang diperoleh sebesar 90%. Sehingga dari 150 data yang di masukkan terdapat 15 data yang tidak terkenal.

5.2 Saran

Saran yang penulis ajukan untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut mengenai pengenalan wajah dengan Algoritma *Backpropagation* ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian selanjutnya diharapkan untuk memperbanyak data yang akan digunakan, supaya hasil yang didapat lebih akurat.
- b. Mengambil data dengan variasi *background* yang lebih beragam, untuk mengetahui perbedaan dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agushinta, R. D, dan A. Diyanti. 2010. *Perbandingan Kinerja Metode Deteksi Tepi Pada Citra Wajah*. Depok: Jurusan Ilmu Komputer Teknologi Informasi Universitas Gunadarma.
- Atmaja, N. H. 2016. *Pengolahan Citra Grayscale, Brightnes, Negative, dan Histogram*. Malang: Fakultas teknik Universitas Negeri Malang.
- Daramawan, D. 2010. *Pengenalan Wajah Dengan Algoritma Backpropagation Menggunakan Kamera Cctv Inframerah*. Skripsi. Depok: F.Teknik Program Sarjana Eksistensi Universitas Indonesia.
- Desiani, A. 2007. *Kajian Pengenalan Wajah Dengan Menggunakan Metode Face-Arg Dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Fajrin, H. R., H. A. Nugroho, dan I. Soesanti. 2015. *Ekstraksi Ciri Berbasis Wavelet dan GLCM untuk Deteksi Dini Kanker Payudara Pada Citra Mammogram*. Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi informasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Kamil, R. 2017. *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation pada Pengenalan Pola Batik Motif Lampung*. Skripsi. Lampung: Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Kurniawati, I. D, dan A. Kusumawardhani. 2017. *Implementasi Algoritma Canny dalam Pengenalan Wajah menggunakan Antarmuka GUI Matlab*. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Lesnussa. Y. A, S. Latuconsina, dan E. R. Persulesy. 2015. *Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi Kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon)*. *Jurnal Matematika Integratif*. 11(2): 149-160.
- Nugroho, H. 2005. *Pengenalan Wajah Dengan Jaringan Saraf Tiruan Back Propagation*. Yogyakarta: STMIK AKAKOM.
- Putra, T. W. A, K. Adi, dan R. R. Istanto. 2013. *Pengenalan Wajah dengan Matriks Kookurensi Aras Keabuan dan Jaringan Syaraf Tiruan Probabilistik*. Semarang: Mahasiswa Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro B Program Studi Fisika Fakultas Sains Dan

Matematika, Universitas Diponegoro C Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Prasojo, A. 2002. *Pengenalan Karakter Alfabet Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan*. Semarang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Renaningtias, N., R. Efendi., dan B. Susilo. 2015. *Aplikasi Biometrika Pencocokan Citra Garis Telapak Tangan Dengan Metode Transformasi Wavelet Dan Mahalanobis Distance*. Bengkulu: Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.

Saputro, I. P., Ernawati., dan B. Y. Dwiandiyanta. 2015. *Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Wavelet Gabor dan Backpropagation*. Yogyakarta: Magister Teknik Informatika Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Sugiarto, E., dan A. Fahmi. 2017. *Fitur Ekstraksi Berbasis Discrete Wavelet Transform untuk Pengenalan Karakter Pada Plat Nomor Kendaraan*. Semarang: Program Studi Manajemen Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dian Nuswantoro.

Suma'inna., dan D. Alam. 2014. *Kompresi Citra Berwarna Menggunakan Transformasi Wavelet*. 10(1): 1412-6184.

Sunjoyo, L. A., R.G. Santoso., dan K. A. Nugraha. 2016. *Implementasi Transformasi Haar Wavelet Untuk Deteksi Citra Jeruk Nipis Yang Busuk*. Universitas Kristen Duta Wacana Fakultas Kristen Duta Wacana.






Utami, A. T. W, B. S. S. Ulama. 2015. *Penerapan Backpropagation untuk Meningkatkan Efektivitas Waktu dan Akurasi pada Data Wall-Following Robot Navigation*. *Jurnal Sains Dan Seni*. 4(2): 2337-3520.

Wuryandari, M. D., dan I. Arfiano. 2012. *Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization pada Pengenalan Wajah*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia.







Zaitun. 2014. *Sistem Identifikasi Dan Pengenalan Pola Citra Tanda-Tangan Menggunakan Sistem Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks) Dengan Metode Backpropagation*. Skripsi. Bandar Lampung: Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

LAMPIRAN

A. Data Citra Wajah

Nama	Data Citra	Label	Biodata
Bagus		1	Nama : Muhammad Bagus Kurniawan Nim : 151810101009 Fakultas : MIPA TTL : 22 April 1997 Alamat jember : Jalan Jawa 07 No 143 Alamat asli : Banyuwangi Nomer HP : 082141508572
Ega		2	Nama : Ega Bandawa Winata Nim : 151810101062 Fakultas : MIPA TTL : 11 Maret 1998 Alamat jember : Perum Sumber Alam Blok.F7 Alamat asli : Madura Nomer HP : 082245007382
Fajar		3	Nama : Fajar Maulana Nim : 151910301072 Fakultas : TEKNIK TTL : 08 April 1997 Alamat jember : Batu Raden No.49b Alamat asli : Lamongan Nomer HP : 081615820224
Farah		4	Nama : Diana Dwi Farah Diza Nim : 172310101103 Fakultas : PSIK TTL : Mojokerto, 07 November 1998 Alamat jember: jln mastrip gg. Blora no. 28 Alamat asli : Mojokerto Nomer HP : 085645913827
Lovina		5	Nama : Lovina Oktrivia Ivanik Nim : 172310101022 Fakultas : PSIK TTL : 04 oktober 1999 Alamat jember : jln mastrip gg. Blora no. 28 Alamat asli : Mojokero Nomer HP : 085654281493

B. Bentuk Data Awal Citra Wajah

	Intensitas cahaya	Sudut Pengambilan (30 °)	Hasil
HP	Indoor	Depan	
		Samping (Kanan)	
		Samping (Kiri)	
		Atas	
		Bawah	
	Outdoor	Depan	

Samping
(Kanan)



Samping
(Kiri)



Atas



Bawah



Depan



DSLR

Indoor

Samping
(Kanan)



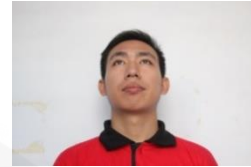
Samping
(Kiri)



Atas



Bawah



Depan



Samping
(Kanan)



Outdoor

Samping
(Kiri)























Atas



Bawah



C. Data Citra Wajah Setelah *Cropping*

		Sudut Pengambilan (30°)				
Intensitas Cahaya		Depan	Samping (Kanan)	Samping (Kiri)	Atas	Bawah
HP	Indoor					
	Outdoor					
DSLR	Indoor					
	Outdoor					

D. Script Pelatihan Algoritma Backpropagation

```

% PELATIHAN (training)

clc; clear; close all;
%membaca citra grayscale
allImages=datastore('FIXCOBA1','IncludeSubfolders',true);
readall(allImages); % Read all of the images
imgarr = cell(numel(allImages.Files), 1);
nn=numel(allImages.Files);
nr=70;
mr=50;
for i = 1:nn % Read images using a for loop
    imgarr{i} = readimage(allImages, i);
    imgarr{i} = rgb2gray(imresize(imgarr{i},[nr mr]));
    imga(:,:,i)=imgarr{i};
end
img=imga;
for k=1:nn
A=imgaussfilt(img(:,:,k), 2);
% dekomposisi wavelet haar level 1
[c,s] = wavedec2(A,2,'haar');
[H1,V1,D1] = detcoef2('all',c,s,1);
A1 = appcoef2(c,s,'haar',1);
V1img = wcodemat(V1,255,'mat',1);
H1img = wcodemat(H1,255,'mat',1);
D1img = wcodemat(D1,255,'mat',1);
A1img = wcodemat(A1,255,'mat',1);
% dekomposisi wavelet haar level 2
[H2,V2,D2] = detcoef2('all',c,s,2);
A2 = appcoef2(c,s,'haar',2);
V2img = wcodemat(V2,255,'mat',1);
H2img = wcodemat(H2,255,'mat',1);
D2img = wcodemat(D2,255,'mat',1);
A2img = wcodemat(A2,255,'mat',1);
xtemp=[A2img,H2img;V2img,D2img];
x(:,k)=reshape(xtemp',[1 36*26]);
end
size(x);
% backpropagation dengan Neural Network Training
input = x;
target = zeros(1,150);
target(:,1:30) = 1;
target(:,31:60) = 2;
target(:,61:90) = 3;
target(:,91:120) = 4;
target(:,121:150) = 5;
size(input)
size(target)
net = newff(input,target,[25 20
15],{'logsig','logsig','logsig'},'traingd');
net.divideParam.trainRatio = 1;
net.divideParam.valRatio = 0;
net.divideParam.testRatio = 0;
net.trainParam.epochs = 10000;
net.trainParam.goal = 1e-5;
net.trainParam.max_fail=10;
net = train(net,input,target);
output = round(sim(net,input));
save net.mat net
[m,n] = find(output==target);
akurasi = sum(m)/k*100
display(output)

```

E. Script Pengujian Algoritma Backpropagation

```

% PENGUJIAN (Testing)
clc; clear; close all;
%membaca citra
allImages=datastore('FIXUJI1','IncludeSubfolders',true);
readall(allImages); % Read all of the images
imgarr = cell(numel(allImages.Files), 1);
nn=numel(allImages.Files);
nr=70;
mr=50;
for i = 1:nn % Read images using a for loop
    imgarr{i} = readimage(allImages, i);
    imgarr{i} = rgb2gray(imresize(imgarr{i},[nr mr]));
    imga(:,:,i)=imgarr{i};
end
img=imga;

for k=1:nn
A=imgaussfilt(img(:,:,k), 2);
% dekomposisi wavelet haar level 1
[c,s] = wavedec2(A,2,'haar');
[H1,V1,D1] = detcoef2('all',c,s,1);
A1 = appcoef2(c,s,'haar',1);
V1img = wcodemat(V1,255,'mat',1);
H1img = wcodemat(H1,255,'mat',1);
D1img = wcodemat(D1,255,'mat',1);
A1img = wcodemat(A1,255,'mat',1);
% dekomposisi wavelet haar level 2
[H2,V2,D2] = detcoef2('all',c,s,2);
A2 = appcoef2(c,s,'haar',2);
V2img = wcodemat(V2,255,'mat',1);
H2img = wcodemat(H2,255,'mat',1);
D2img = wcodemat(D2,255,'mat',1);
A2img = wcodemat(A2,255,'mat',1);
xtemp=[A2img,H2img;V2img,D2img];
%[nr,mr]=size(xtemp);
x(:,k)=reshape(xtemp',[1 36*26]);
end
size(x);
input = x;
target = zeros(1,20);
target(:,1:10) = 1;
target(:,11:20) = 2;
target(:,21:30) = 3;
target(:,31:40) = 4;
target(:,41:50) = 5;
load net %mengambil data latih pada Neural Network
output = round(sim(net,input));
[m,n] = find(output==target);
akurasi = sum(m)/k*100
display(output)

```

F. Script Program Cover GUI Matlab

```

function varargout = COVERGUIDE(varargin)
% COVERGUIDE MATLAB code for COVERGUIDE.fig
%   COVERGUIDE, by itself, creates a new COVERGUIDE or raises the
existing
%   singleton*.
%
%   H = COVERGUIDE returns the handle to a new COVERGUIDE or the
handle to
%   the existing singleton*.
%
%   COVERGUIDE('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the
local
%   function named CALLBACK in COVERGUIDE.M with the given input
arguments.
%
%   COVERGUIDE('Property','Value',...) creates a new COVERGUIDE or
raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs
are
%   applied to the GUI before COVERGUIDE_OpeningFcn gets called. An
unrecognized property name or invalid value makes property
application
%   stop. All inputs are passed to COVERGUIDE_OpeningFcn via
varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only
one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help COVERGUIDE

% Last Modified by GUIDE v2.5 20-May-2019 00:26:17

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @COVERGUIDE_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @COVERGUIDE_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before COVERGUIDE is made visible.
function COVERGUIDE_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)

handles.output = hObject;

guidata(hObject, handles);
ah=axes('unit','normalized','position',[0 0 1 1]);

```

```
bg=imread('images3.jpg');
imagesc(bg);
set(ah,'handlevisibility','off','visible','off')

handles.data1 = imread('logounej.png');
guidata(hObject,handles);
image=handles.data1;
axes(handles.axes1);
imshow(image);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = COVERGUIDE_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

run GUIBACKPRO
% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
pilihan = questdlg('Apakah anda ingin menutup program?', ...
'Menutup Program', ...
'Ya','Tidak','Tidak');
% Handle response
switch pilihan
case 'Ya'
close(COVERGUIDE);
case 'Tidak'
return;
end
```

G. Script Program Pemrosesan dalam GUI Matlab

```

function varargout = COVERGUIDE(varargin)
% COVERGUIDE MATLAB code for COVERGUIDE.fig
%     COVERGUIDE, by itself, creates a new COVERGUIDE or raises the
existing
%     singleton*.
%
%     H = COVERGUIDE returns the handle to a new COVERGUIDE or the
handle to
%     the existing singleton*.
%
%     COVERGUIDE('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the
local
%     function named CALLBACK in COVERGUIDE.M with the given input
arguments.
%
%     COVERGUIDE('Property','Value',...) creates a new COVERGUIDE or
raises the
%     existing singleton*. Starting from the left, property value pairs
are
%     applied to the GUI before COVERGUIDE_OpeningFcn gets called. An
unrecognized property name or invalid value makes property
application
%     stop. All inputs are passed to COVERGUIDE_OpeningFcn via
varargin.
%
%     *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only
one
%     instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help COVERGUIDE

% Last Modified by GUIDE v2.5 20-May-2019 00:26:17

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @COVERGUIDE_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @COVERGUIDE_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before COVERGUIDE is made visible.
function COVERGUIDE_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)

handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
ah=axes('unit','normalized','position',[0 0 1 1]);
bg=imread('images3.jpg');
imagesc(bg);

```

```
set(ah,'handlevisibility','off','visible','off')
handles.data1 = imread('logounej.png');
    guidata(hObject,handles);
    image=handles.data1;
    axes(handles.axes1);
    imshow(image);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = COVERGUIDE_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;
% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
run GUIBACKPRO
% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
pilihan = questdlg('Apakah anda ingin menutup program?', ...
    'Menutup Program', ...
    'Ya','Tidak','Tidak');
% Handle response
switch pilihan
    case 'Ya'
        close(COVERGUIDE);
    case 'Tidak'
        return;
end
```