KLASIFIKASI CITRA JENIS FOSIL MIKROPALEONTOLOGI FORAMINIFERA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau

OLEH:

WILDAN UTAMA
153510085

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin…

Sujud syukurku kupersembahkan kepadamu Allah Azzawajalla yang Maha Agung, Maha Tinggi dan Maha Adil serta Maha Penyayang, atas takdir dan kehendakmu. Engkau jadikan diriku manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini. Semoga langkah kecil ini menjadi awal sebuah keberhasilan bagi diriku untuk meraih cita-cita besar yang telah digantungkan. Sholawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada beliau Shallallahu'alaihiwasallam, betapa hambamu ini mencintai dirinya, keluarganya, para sahabat dan segenap pengikutnya.

Dengan menadahkan tangan seraya berdoa dalam syukur yang terkira terima kasih untukmu, kupersembahkan sebuah karya kecil untuk ayahanda **Joni Wiranata** dan ibunda tercinta **Suridah** yang tidak pernah berhenti memberiku semangat, doa, dorongan nasehat dan kasih sayang serta pengorbanannya yang tidak akan pernah bisa tergantikan dengan apapun dan sampai kapanpun. Wahai ibunda terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku untuk membalas semua yang telah diberikan kepadaku. Mohon maaf yang sebesar-besarnya sampai detik ini ananda masih saja menyusahkanmu.

Kepada saudara-saudariku, terimakasih atas segala doa, dukungan dan semangat serta motivasi yang telah diberikan, hidup ini sangat terlalu berat mengandalkan diri sendiri tanpa melibatkan orang lain. Tiada tempat terbaik untuk berkeluh kesah selain bersama saudara-saudari yang aku cintai, yang selalu memberikan dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhirnya.

Untuk jutaan impian yang harus dicapai, mengejar keping-kepingan hidup menjadi sebuah kebahagiaan agar hidup lebih bermakna teruslah belajar, berusaha dan berdoa untuk menggapainya. Bila gagal mencoba kembali, bila jatuh berdiri kembali jangan pernah sedikitpun terbesit untuk menyerah.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Untaian kata-kata kecil inilah yang saya persembahkan buat kalian. Terima kasih yang tidak terhingga saya ucapkan. Atas segala kekurangan dan kekhilafan kurendahkan hati dengan mengucapkan berjuta-juta maaf yang tercurah.

Pekanbaru, 3 Juli 2020

Wildan Utama

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

KLASIFIKASI CITRA JENIS FOSIL MIKROPALEONTOLOGI FORAMINIFERA

Wildan Utama
Fakultas Teknik
Teknik Informatika
Universitas Islam Riau
Email : wildanutama@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Fosil Mikropaleontologi Foraminifera merupakan mikrofosil planktonik, family globigerinoides dengan genus orbulina. Saat ini dalam menentukan jenis fosil tersebut mahasiswa jurusan geologi masih menggunakan cara yang manual, berpatokan pada fosil yang mereka temukan atau mereka teliti sebelumnya. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat mengklasifikasi fosil dengan pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan. Citra fosil diolah dengan menggunakan Matlab. Pemrosesan citra digital digunakan untuk mengekstraksi fitur tekstur dari citra fosil. Sedangkan jaringan syaraf tiruan digunakan untuk klasifikasi fosil. Penelitian ini menggunakan 60 data latih dan 24 data uji yang di bagi menjadi 3 kelas, yaitu kelas orbulina bilobata, orbulina saturalis, orbulina universa. Parameter yang digunakan untuk masukan jaringan syaraf tiruan yaitu nilai mean, entropy, variance, skewness, kurtosis. Dengan begitu sistem mampu mengklasifikasikan jenis fosil dengan tingkat keberhasilan 87,5% dari 24 data uji.

Kata Kunci: Klasifikasi Citra, Jaringan Syaraf Tiruan, Fosil

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

KLASIFIKASI CITRA JENIS FOSIL MIKROPALEONTOLOGI FORAMINIFERA

Wildan Utama
Fakultas Teknik
Teknik Informatika
Universitas Islam Riau
Email : wildanutama@student.uir.ac.id

Abstract

The Foraminifera micropaleontology fossils are planktonic microfossils, family globigerinoides with the genus Orbulina. Currently, in determining this type of fossil, geological students are still using the manual way, patting the fossils they find or they were thoroughly examined. Therefore it is necessary a system that can classify fossils with the processing of image and artificial neural network. The fossil image is processed using Matlab. Digital image processing is used to extract texture features from the fossil image. The artificial neural network is used for fossil classification. The research used 60 training data and 24 testing data in the divide into 3 classes, namely the class of Orbulina Bilobata, Orbulina saturalis, Orbulina Universa. The parameters used for the input of the neural network are mean values, entropy, Variance, skewness, kurtosis. Thus the system is able to classify the fossil type with a success rate of 87.5% of 24 testing data.

***Keyword**: Image Classification, Artificial Neural Network, Fossil*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian skripsi dengan judul **"KLASIFIKASI CITRA JENIS FOSIL MIKROPALEONTOLOGI FORAMINIFERA"** dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Teknik informatika di Universitas Islam Riau Pekanbaru.

Dalam penulisan laporan penelitian skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ibu AUSE LABELLAPANSA, ST., M.Cs., M.Kom, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Riau.
2. Bapak dan Ibu Dosen Teknik UIR yang telah banyak memberikan ilmunya selama penulis menduduki bangku perkuliahan khususnya bagi Bapak dan Ibu Dosen Prodi Teknik Informatika
3. Kepada seluruh Staff TU Teknik yang telah membantu dalam kelancaran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis selama melaksanakan pembuatan Skripsi yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa Teknik Informatika Universitas Islam Riau. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya masukan dari semua pihak demi menambah pengetahuan teknologi informasi di Indonesia

Pekanbaru, 10 Februari 2020

Penulis

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI iii
DAFTAR TABEL v
DAFTAR GAMBAR vi
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Rumusan Masalah 2
1.5 Tujuan Penelitian 3
1.6 Manfaat Penelitian 3
BAB II LANDASAN TEORI
2.1 Studi Kepustakaan 4
2.2 Dasar Teori 7
2.2.1. Klasifikasi Foraminifera Kecil 7
2.2.2. Citra Digital 9
2.2.3. Pengolahan Citra Digital 10
2.2.4. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) 19
2.2.5. Model Biologi Jaringan Syaraf Tiruan 20
2.2.6. Model Matematis Jaringan Syaraf Tiruan 21
2.2.7. Arsitektur Jaringan 22
2.2.8. Klasifikasi 24
2.2.9. Data *Flow Diagram* (DFD) 28
2.2.10. *Flowchart* 29
BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan 31
3.1.1 Spesifikasi Kebutuhan *Hardware* dan *Software* 31
3.1.2 Teknik Pengumpulan Data 31

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.2 Metodologi Penelitian 32
3.2.1 Akuisisi Citra 32
3.2.2 *Resize Images* 33
3.2.3 *Grayscale* 33
3.2.4 Segmentasi Citra 34
3.2.5 Ekstraksi Ciri 42
3.2.6 *Artificial Neural Network* (*ANN*) 45
3.2.7 Metode *Backpropagation* 46
3.2.8 *Flowchart* Tahap *Backpropagation* 48
3.2.9 Perhitungan Manual 50
3.3 Pengembangan dan Perancangan Sistem 60
3.3.1 *Context Diagram* 60
3.3.2 *Hierarchy Chart* 61
3.3.3 Rancangan *Output* 63
3.3.4 Rancangan *Input* 63
3.3.5 Rancangan Logika Program 64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1. Pengujian *Black Box* 68
4.1.1 Pengujian *Form Input* 68
4.1.2 Pengujian *Output* Tahapan Proses Pengolahan 71
4.2. Kesimpulan Pengujian *Black Box* 74
4.3. Pengujian *White Box* 74
4.4. Kesimpulan Pengujian *White Box* 83
BAB V PENUTUP
5.1. Kesimpulan 86
5.2. Saran 86
LAMPIRAN
DAFTAR PUSTAKA

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Simbol *Data Flow Diagram* 28

Tabel 2.2. Simbol dan Fungsi *Flowchart* 29

Tabel 3.1 Data *Training* 45

Tabel 3.2 Data *Training* setelah dinormalisasi 46

Tabel 3.3 Keterangan Data *Input* 46

Tabel 3.4 Data Target 47

Tabel 3.5 Bobot awal *input*-an ke *hidden layer* 51

Tabel 3.6 Bobot awal *hidden layer* ke *output* 51

Tabel 3.7 Data *input*-an untuk pelatihan 51

Tabel 3.8 Bobot v awal pengujian 57

Tabel 3.9 Bobot k awal *hidden layer* ke *ouput* 57

Tabel 3.10 Data *input*-an untuk pengujian 58

Tabel 4.1 Kesimpulan Pengujian *Form Input* pada Sistem 70

Tabel 4.2 Pengujian *Output* Tahapan Proses Pengolahan Citra 73

Tabel 4.3 Sampel Data *Testing* 75

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Indikator *Background* berwarna hitam 79

Tabel 4.5 Kesimpulan Pengujian Pada Indikator *Background* berwarna Hitam 83

Tabel 4.6 Kesimpulan Pengujian 85

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Orbulina Universa* (a), *Orbulina Suturalis* (b), *Orbulina Bilobata* (c) 9

Gambar 2.2 Hasil Proses *Grayscale* 12

Gambar 2.3 Operator Sobel 14

Gambar 2.4 Proses deteksi tepi dengan operator sobel 15

Gambar 2.5 Jaringan Syaraf Tiruan Biologis 21

Gambar 2.6 Model matematis dari jaringan syaraf tiruan 22

Gambar 3.1 Diagram Alur proses Klasifikasi 32

Gambar 3.2 Citra Fosil Jenis *bilobata, suturalis, universa* 33

Gambar 3.3 Proses *resize images* 33

Gambar 3.4 Proses *Grayscale images* 34

Gambar 3.5 Submatriks dari *images* fosil *bilobata, suturalis, universa* 34

Gambar 3.6 Proses citra menggunakan *Threshold* 35

Gambar 3.7 Submatriks nilai hasil perhitungan citra biner *images* fosil *Bilobata, suturalis, universa* 36

Gambar 3.8 Proses *Edge Detection Canny bilobata, suturalis, universa* 37

Gambar 3.9 Nilai *edge detection canny billobata, suturalis, universa* 40

Gambar 3.10 Nilai *Magnitude* pada citra *bilobata, suturalis, universa* 41

Gambar 3.11 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* 47

Gambar 3.12 *Flowchart* tahapan pelatihan (*training*) 49

Gambar 3.13 *Flowchart* tahapan pengujian (*testing*) 50

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 3.14 *Context* Diagram 60

Gambar 3.15 *Hierarchy Chart* Sistem 61

Gambar 3.16 Desain Rancangan *Output* 62

Gambar 3.17 Desain Input Gambar 63

Gambar 3.18 Program *Flowchart Menu* Utama 64

Gambar 3.19 Program Flowchart Pelatihan 66

Gambar 3.20 Program *Flowchart* Pengujian 67

Gambar 4.1 Pengujian *Form Input* 68

Gambar 4.2 Tampilan *input* saat gambar sudah ada (a) dan saat proses sudah Dijalankan (b) 69

Gambar 4.3 Tampilan *error* saat format file selain file gambar 69

Gambar 4.4 Tampilan *Interface* Sistem 69

Gambar 4.5 Menampilkan Hasil Citra *Resize* 71

Gambar 4.6 Menampilkan Hasil Citra Proses *Grayscale* 71

Gambar 4.7 Menampilkan Hasil Citra Proses *Threshold* 72

Gambar 4.8 Menampilkan Hasil *edge detection canny* 72

Gambar 4.9 Menampilkan Hasil Pengolahan Nilai Ekstraksi Ciri 72

Gambar 4.10 Menampilkan Hasil Klasifikasi 73

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada pembelajaran geologi, materi ini memiliki kajian ilmu yang beraneka ragam. Salah satunya adalah mikropaleontologi, mikropaleontologi merupakan cabang ilmu yang hanya membahas tentang sisa-sisa organisme yang sering disebut sebagai mikrofosil. Tidak jauh beda dari nama sebutannya mikrofosil, tentunya fosil mikro pada umumnya memiliki ukuran yang sangat kecil hingga tidak bisa dilihat oleh kasat mata.

Saat ingin mengetahui jenis mikrofosil apa yang sedang diteliti, mikro fosil tersebut hanya bisa dilihat menggunakan mikroskop. Karna banyaknya jenis fosil, mahasiswa mengalami kesulitan ketika menentukan jenis fosil apa yang sedang mereka amati, berpatokan pada fosil yang sudah pernah mereka temukan atau mereka teliti sebelumnya.

Dengan menggunakan ilmu teknik informatika pada bidang pengolahan citra untuk mengamati jenis fosil tersebut tentunya akan sangat membantu para mahasiswa saat menentukan jenis fosil yang sedang mereka teliti atau mereka amati.

Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah media yang memudahkan mahasiswa jurusan geologi untuk meneliti dan menentukan jenis fosil yang sedang mereka teliti dan amati. Dari latar belakang pemasalahan tersebut melalui penelitian ini penulis akan merancang sebuah aplikasi klasifikasi jenis fosil yang tentunya dapat

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

mempercepat proses penelitian mahasiswa jurusan geologi terhadap jenis fosil yang sedang mereka teliti dan amati.

1.2 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah yang dapat diambil dari latar belakang tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kurangnya pengetahuan mahasiswa jurusan geologi untuk membedakan ciri dan bentuk dari setiap jenis fosil yang sedang mereka teliti dan amati.
2. Kurang efisiennya sebuah penelitian yang memerlukan waktu lama hanya untuk meneliti jenis-jenis fosil secara manual.

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan yang ada di dalam penelitian ini, maka penulis membatasinya. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Fosil yang diklasifikasikan termasuk ke fosil foraminifera kecil
2. Jenis fosil yang diklasifikasi adalah foraminifera planktonik, famili *globigerinoides* dengan genus *orbulina*
3. Penelitian ini lebih berfokus pada jenis-jenis pada genus *orbulina* yaitu *orbulina suturalis, orbulina universa,* dan *orbulina bilobata.*

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka permasalahan pada penelitian ini dapat diambil sebuah rumusan masalah yaitu, “Bagaimana cara membuat aplikasi klasifikasi citra jenis fosil ?”.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempermudah para mahasiswa jurusan geologi untuk menentukan jenis fosil yang sedang mereka teliti.
2. Mengefisiensikan waktu penelitian saat meneliti jenis – jenis fosil

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari peneltian ini adalah :

1. Aplikasi ini dapat mempermudah para mahasiswa jurusan geologi untuk mengetahui jenis-jenis fosil pada genus globigerinoides dengan cepat.
2. Mempersingkat waktu untuk menentukan jenis fosil daripada melakukan penelitian secara manual yang memakan waktu cukup lama.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Studi Kepustakaan

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rosidi (2018) dalam bentuk tesis berjudul Analisis Pendeteksi Kecocokan Objek Pada Citra Digital Menggunakan Matlab Dengan Metode Algoritma Sift. Pada penelitian tersebut membahas tentang implementasi untuk mendapatkan kecocokan objek pada citra digital yang sudah dimanipulasi menggunakan metode Algoritma SIFT pada source Matlba, yaitu dengan membandingkan *image* yang asli dengan *image* yang sudah dimanipulasi. Hasil dari penelitian tersebut memiliki pengujian keakuratan yang baik saat menganalisa *images* pada citra digital yang sudah diubah dari aslinya.

Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada metode yang di terapkan, pada penelitian ini menerapkan metode jaringan saraf tiruan (JST) sedangkan penelitian tersebut menggunakan metode Algoritma Sift.

Penelitian yang dilakukan oleh Ferdyan Dannes K, dkk (2018) dalam bentuk jurnal berjudul Pelacak Cahaya Matahari Berbasis Citra pada Panel Surya menggunakan *Single Board Computer Latttepanda*. Penelitian ini bertujuan untuk mengefisiensikan sumber energi sebagai tenaga listrik yang dapat diserap oleh panel surya, menggunakan rancangan sistem pelacak posisi matahari yang berbasis pengolahan citra yang diimplementasikan pada panel surya 50 Watt. Proses yang dilakukan pada penelitian ini adalah *single Board Computer Lattepanda* yang menghasilkan peningkatan daya listrik yang diterima sebesar 6,97% terhadap panel surya yang diletakkan secara statis.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Persamaan penelitian ini dengan penelitian tersebut yaitu sama – sama menggunakan basis citra. Sedangkan perbedaannya terletak pada metode dan penerapan objek penelitian yang dilakukan pada masing-masing penelitian.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Fitri Muwardi, dkk (2017) dalam bentuk jurnal yang berjudul Sistem Pengenalan Bunga Berbasis Pengolahan Citra dan Pengklasifikasi Jarak. Pembangunan sistem pada penelitian tersebut bertujuan untuk mengenal jenis – jenis bunga, menggunakan tahapan pengolahan citra diantaranya adalah *pre-processing* terhadap citra, ekstraksi citra, dan pengklasifikasi jarak (*manhattan* dan *Euclidean*). Hasil pengujian pada penelitian tersebut memiliki persentase sebesar 85% yang dapat di artikan sistem tersebut dapat diterapkan dengan baik.

Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah sama-sama membahas seputar klasifikasi sebuah objek, sedangkan perbedaannya terletak pada proses pengolahan citra pada masing-masing penelitian.

Penelitian yang dilakukan oleh John Adler (2014) dalam bentuk jurnal yang berjudul *Image Processing* Sayatan Tipis Batuan Gamping Dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Mengggunakan Matlab dan Linux (Studi Kasus : Rajamandala-Padalarang). Penelitian tersebut bertujuan untuk menghitung kecepatan gelombang elastic pada suatu pori-pori batuan menggunakan jaringan syaraf tiruan *Backpropagantion*, merupakan salah satu jenis jaringan syaraf tiruan *feed fordward* dengan proses belajar dibimbing (*supervised learning*).

Hasil dari penelitian tersebut dapat mengenali mineral Dolomite, mineral Calcite, dan pori pada batuan karbonat berdasarkan warna. Persamaan pada

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah sama-sama menggunakan metode jaringan syaraf tiruan. Sedangkan yang membedakannya adalah objek yang dilakukan pada masing-masing penelitian.

Penelitian yang dilakukan oleh Endina Putri Purwandari (2014) dalam bentuk jurnal yang berjudul Peningkatan Kualitas Pembelajaran pengolahan Citra Digital pada Program Studi Teknik Infromatika Menggunakan Model *Project Based Learning*. Sistem tersebut bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar pengolahan citra digital dengan menerapkan *project based learning*(PjBL) berlandaskan pada pembelajaran yang menciptakan suasana belajar yang aktifm kreatif, inovatif, dan produktif.

Hasil dari penelitian tersebut adalah meningkatnya kemampuan kreatifitas mahasiswa meliputi aspek afektif, *soft-skills*, dan *hard-skills* mahasiswa. Adapun perbedaan pada penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah pada metode dan objek ada masing-masing penelitian. Akan tetapi memiliki persamaan pada basis yang diterapkan yaitu berbasis pengolahan citra digital.

Merujuk dari beberapa jurnal yang telah penulis cantumkan diatas dapat disimpulkan pengembangan aplikasi menggunakan pengolahan citra digital dapat membantu proses di berbagai aspek. Baik itu pada pembelajaran, implementasi untuk mengidentifikasi ataupun untuk mengklasifikasi suatu objek. Pada penelitian ini pengolahan citra digital akan digunakan untuk mengklasifikasi jenis-jenis mikro fosil menggunakan metode jaringan syarat tiruan yang tentunya akan memudahkan mahasiswa untuk menentukan jenis setiap fosil yang sedang mereka amati.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Klasifikasi Foraminifera Kecil

2.2.1.1 Foraminifera Planktonik

Foraminifera planktonik adalah foraminifera yang cara hidupnya mengambang atau melayang di air, sehingga fosil ini sangat baik untuk menentukan umur dari suatu lingkungan pengendapan (umur dari suatu batuan). Secara umum foraminifera dibagi berdasarkan family, genus, serta spesies yang didasarkan antara ciri-ciri yang nampak

2.2.1.2 Taksonomi Foraminifera Planktonik

Kingdom : Protista

Filum : Protozoa

Subfilum : Sarcodina

Superklas : Rhizopoda

Klas : Foraminifera

Ordo : Foraminiferida

Subordo : Globogerinina

Superfamili : Globigerinacea

Famili : Globigerinidae

Genus : *Globigerina, Globigerinoides, Hastigerina, Orbulina, Sphaeroidinella, Pulleniatina, Globoquadrina, Globigerinatheca* dan *Globigerinatella.*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

a. Famili Globigerinidae

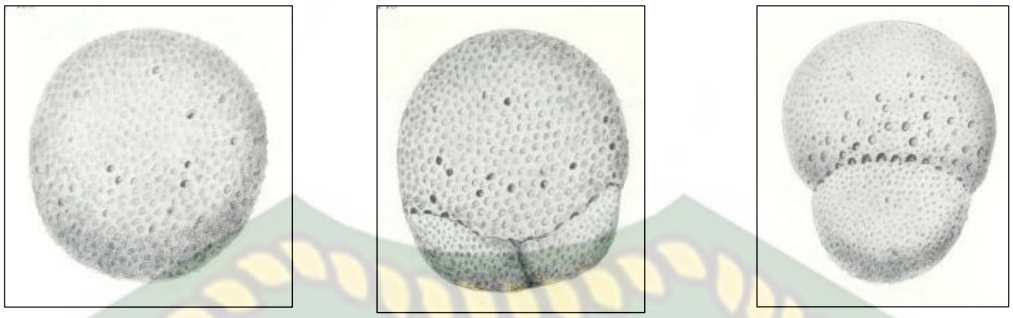
Bentuk Famili ini pada umumnya mempunyai bentuk test sperichal atau hemispherical, bentuk kamar glubolar dan susunan kamar trochospiral rendah atau tinggi pada tahap awal, kemudian dapat menjadi planispiral. Dinding sangat perforasi, permukaan dapat ditutupi oleh selaput tipis. Apaerture bisa interiormarginal umbilical, pada umumnya terbuka lebar dengan posisi yang terletak pada umbilicus (extra umbilical) dan juga pada sutura atau pada apertural face. Muncul pada Eosen sampai Holosen (sekarang).

Berdasarkan bentuk test, bentuk kamar, bentuk aperture dan susunan kamar maka family ini dapat dibagi atas beberapa genus, yaitu *Globigerina, Globigerinoides, Hastigerina, Orbulina, Sphaeroidinella, Pulleniatina, Globoquadrina, Globigerinatheca* dan *Globigerinatella*.

1) *Genus Orbulina*

Merupakan genus yang mempunyai ciri-ciri morfologi dengan dinding test gamping hyaline dan bentuk test spherical, serta aperture tidak kelihatan (small opening). Aperture ini adalah akibat dari terselumbungnya seluruh kamar-kamar sebelumnya oleh kamar terakhir. Muncul pada Miosen sampai Holosen (sekarang) (d'Orbigny, 1839). Berikut beberapa spesies dari genus *Orbulina* dapat dilihat pada gambar 2.1

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



(a) (b) (c)

Gambar 2.1 *Orbulina Universa* (a), *Orbulina Suturalis* (b), *Orbulina Bilobata* (c)

Terlihat pada gambar 2.1 merupakan beberapa spesies dari genus *Orbulina*, tentunya spesies pada genus ini tidak hanya 3 saja. Masih banyak lagi spesies yang lain, akan tetapi hanya 3 jenis spesies ini saja yang sering ditemukan pada masa sekarang ini.

2.2.2 Citra Digital

Citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Citra digital memiliki barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu, unit terkecil dari data digital adalah bit, yaitu angka biner (0 dan 1). Kumpulan dari data sejumlah 8 bit data adalah sebuah unit data yang disebut *byte*, dengan nnilai dari 0 hingga 255. Beberapa *byte* ini dengan struktur tertentu bisa dibaca oleh *software* dan disebut citra digital 8 bit.

Citra digital juga merupakan teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital berdasarkan penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru atau yang sering disebut (*Red, Green, Blue* – RGB).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.2.3 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan metode untuk mengolah citra digital sehingga menghasilkan gambar lain sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Pengolahan citra adalah suatu metode yang ada untuk memanipulasi dan modifikasi citra dengan berbagai cara hingga menghasilkan sebuah gambar yang diinginkan, untuk mendapatkan sebuah gambar yang akan dimanipulasi dan dimodifikasi dapat menggunakan kamera digital atau scanner agar gambar yang dihasilkan dapat menyerupai dengan aslinya. Bahasan kali ini berpusat pada pengambilan gambar menggunakan camera jadi gambar objek dapat langsung dikenali. Adapun beberapa tahan pada pengolahan citra digital:

1). Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan akuisisi citra adalah untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital. Tahap ini dimulai dari objek yang akan diambil gambarnya, persiapan alat-alat, sampai pada pencitraan. Hasil dari akuisisi citra ini ditentukan oleh kemanmpuan sensor untuk mendigitalisasi sinyal yang terkumpul pada sensor tersebut. Kemampuan digitalisasi alat ditentukan oleh revolusi alat tersebut. Pada penelitian ini akuisisi citra diambil menggunakan webmobile, citra yang diambil merupakan citra warna yang selanjutnya akan di proses ke tahapan *pre-processing*.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2). *Pre-processing*

a. *Resize Images*

Resize merupakan proses mengubah dan menyamakan citra masukan, dengan mengubah resolusi harizontal dan vertikal citra masukan tersebut. Kinerja sistem akan melambat apabila terdapat keanekaragaman ukuran citra masukan. *Resize* dilakukan agar citra dapat direpresentasikan dalam bentuk yang lebih kompak sehingga memerlukan memori yang lebih sedikit. Hal penting yang harus diperhatikan dalam *resize* adalah citra yang telah *resize* harus tetap mempunyai kualitas citra yang bagus (Wijaya *et al*, 2010).

b. *Grayscale*

Grayscale adalah teknik yang digunakan untuk mengubah citra berwarna menjadi bentuk *grayscale* atau tingkat keabuan (dari hitam - putih). Pembentukan citra keabuan menggunakan metode *luminance* yakni nilai RGB dikalikan dengan nilai yang telah ditentukan yang kecocokan nya sesuai dengan sensitivitas mata terhadap warna. Hijau adalah warna paling dominan, diikuti merah dan terakhir biru. Hasil akhir proses ini adalah nilai keabuan (8 bit) dengan rentang hitam (0) dan putih (255) (Noor Santi, 2011).

Pada pengubahan sebuah gambar menjadi grayscale dapat dilakukan dengan cara mengambil semua pixel pada gambar kemudian warna tiap pixel akan diambil informasi mengenai 3 warna dasar yaitu merah, biru dan hijau (melalui fungsi warnatoRGB), ketiga warna dasar ini akan dijumlahkan kemudian

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dibagi tiga sehingga didapat nilai ratarata (Noor Santi, 2011). Seperti persamaan 2.1 berikut ini

$$y = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad \text{.....(2.1)}$$

Nilai rata-rata inilah yang akan dipakai untuk memberikan warna pada pixel gambar sehingga warna menjadi grayscale, tiga warna dasar dari sebuah pixel akan diset menjadi nilai rata-rata (melalui fungsi RGBtowarna). (Noor Santi, 2011). Contoh citra yang sudah mengalami *grayscalling* dapat dilihat pada gambar 2.2

Gambar 2.2 Hasil Proses *Grayscale*

3). Segmentasi Citra

Segmentasi bertujuan untuk memilih dan memisahkan suatu objek dari keseluruhan citra. Menurut Castleman (1996), Segmentasi citra merupakan sebuah proses yang memecahkan suatu citra menjadi banyak bagian segmen atau bagian daerah dari segmen yang tidak saling bertabrakan. Dalam citra digital segmentasi merupakan suatu kelompok pixel yang bertetanggaan dan saling terhubung. Penggunaan *threshold* / ambang batas merupakan salah satu contoh segementasi pendekatan batas.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

a. *Threshold* (ambang batas)

Threshold atau ambang batas merupakan nilai suatu pixel yang sudah diolah menjadi nilai biner dan menjadi intensitas piksel pada lokasi (x,y) dari gambar I. Seperti pada persamaan 2.2

$$b(x,y) = \begin{cases} 0\ jika\ I(x,y) \leq T(x,y) \\ 1\ jika\ I(x,y) \geq T(x,y) \end{cases} \quad \text{..... (2.2)}$$

Dalam teknik adaptif lokal, ambang batas dihitung untuk setiap piksel, berdasarkan ada beberapa statistik lokal seperti rentang, varians, atau parameter pemasangan permukaan piksel lingkungan. Itu dapat didekati dengan berbagai cara seperti pengurangan latar belakang, model aliran air, sarana dan derivasi standar nilai piksel, dan kontras gambar lokal. Beberapa kelemahan lokal teknik *thresholding* tergantung pada ukuran wilayah, karakteristik gambar individu, dan waktu mengkonsumsi.

Beberapa peneliti menggunakan pendekatan *hybrid* yang berlaku global dan lokal metode *thresholding*, ada juga yang menggunakan operasi morfologi. *Niblack*, dan *sauvola* dan *pietaksinen* menggunkan teknik varians lokal, sementara *bernsen* menggunakan nilai midrange dalam lokal blokir (Senthilkumaran, 2016).

Teknik yang digunakan penelitian kali ini adalah teknik *bernsen*. Teknik ini yang diusulkan oleh *bernsen* adalah teknik binarisasi local yang menggunakan kontras lokal nilai untuk menentukan nilai ambaang batas lokal. Nilai ambang batas lokal untuk setiap piksel (x,y) adalah dihitung berdasarkan relasinya. Dapat dilihat pada persamaan 2.3 berikut ini

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$T(x,y) = \frac{I\max + I\,min}{2} \quad \text{.....} \quad (2.3)$$

Dimana Imax dan Imin adalah nilai level abu-abu maksimal dan minimum di matriks a x b berpusat di (x,y) masing-masing. (Senthilkumaran, 2016)

4). Deteksi Tepi dengan Operator Sobel

Deteksi tepi sobel merupakan algoritma deteksi tepi yang menggunakan operator sobel , yaitu sepasang *kernel* matriks yang berukuran 3x3 untuk mendeteksi tepi vertikal dan horizontal. Berikut adalah *kernel* matriks pada sobel :

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

(x)

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(y)

Gambar 2.3 Operator Sobel

Kombinasi kedua *kernel* pada gambar 2.3 tersebut digunakan untuk menghitung jarak absolut sebuah *gradient* dan bisa juga diaplikasikan secara terpisah untuk menghitung masing-masing proses vertikal dan horizontal. Dimisalkan citra input I, maka langkah pertama dengan melakukan operasi konvolusi antara citra input I dengan operator sobel arah horizontal, $\frac{d}{dx}I$, dan operator sobel arah vertikal, $\frac{d}{dy}I$. Kemudian hitung magnitude (besaran) dengan menggunakan rumus persamaan 2.4 berikut

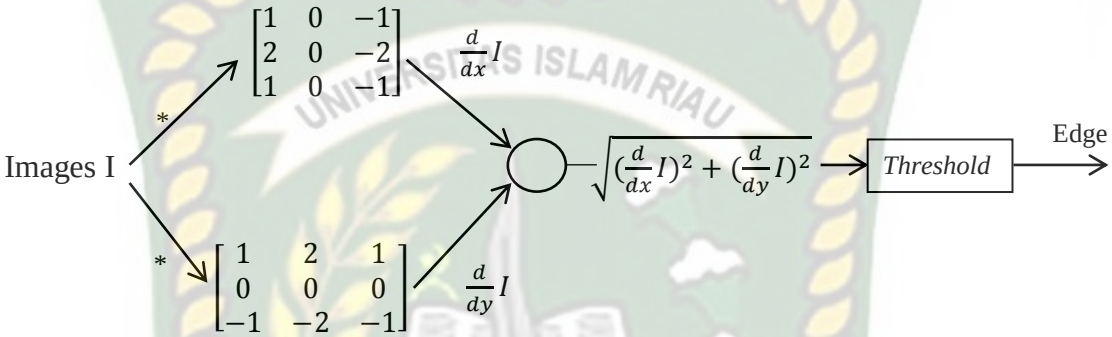
$$M = \sqrt{(\frac{d}{dx}I)^2 + (\frac{d}{dy}I)^2} \quad \text{.....} \quad (2.4)$$

Selanjutnya lakukan proses *thresholding* dengan menggunakan sebuah nilai ambang tertentu. Misalkan nilai T, dengan persamaan 2.5 berikut ini

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$E = \begin{cases} 1, jika\ M\ \geq T \\ 0, jika\ M\ < T \end{cases} \quad \text{..... (2.5)}$$

E merupakan citra *output* yang memiliki nilai citra biner, dimana tepi berwarna putih dan *background* (bukan tepian) berwarna hitam. E dapat diberi nilai *kernel* matriks sebaliknya.



Gambar 2.4 Proses deteksi tepi dengan sobel operator

5). Deteksi Tepi Canny

Canny operator (Canny, 1986) merupakan salah satu bentuk operator paling populer saat ini. Operator ini diformulasikan dengan 3 tujuan utama :

a. Optimal *detection*, dengan tidak adanya repon yang salah (palsu).
b. Good *localization*, dengan jarak minimal antara posisi tepi sebenarnya dengan posisi yang terdeteksi.
c. *Single response*, dengan mengeliminasi *multiple response* menjadi satu garis tepi saja.

Algoritma dari deteksi tepi dengan canny operator adalah sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan tapis *gaussian* pada citra untuk menghilangkan derau atau *noise*.
2. $|\Delta S| = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$ ..... (2.6) cari turunan pertama arah horizontal S_x dan vertikal S_y dengan menggunakan salah satu algoritma deteksi tepi

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

yang ada, misalnya sobel atau prewitt, kemudian hitung besaran atau magnitudenya

3. *Non−maximum suppression*, sesuai dengan tujuan canny operator adalah untuk mendeteksi lokasi tepi yang tepat. Maka *non-maximum suppresion* bertujuan untuk mempertahankan puncak (dan ekivalen dengan diferensiasi tegak lurus terhadap tepi).
4. Hysteresis *Thresholding*

a). Jika gradian pada sebuah piksel diatas nilai *'high'*, piksel tersebut merupakan '*edge pixel'*

b). Jika garien pada sebuah piksel dibawah nilai '*low*', piksel tersebut buka '*edge pixel'*

c). Jika gradien pada sebuah piksel antara nilai '*low* dan '*high*' maka piksel tersebut termasuk '*edge piksel'* jika dan hanya jika piksel tersebut terhubung dengan sebuah '*edge piksel'* secara langsung atau melalui piksel-piksel antara '*low*' dan '*high*' (fajar, 2007)

6). Fitur Histogram

Analisis tekstur lazim dimanfaatkan sebagai proses antara proses klasifikasi dan interpretasi citra. Suatu proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur pada umumnya membutuhkan tahapan ekstraksi ciri (Putra, 2010, dalam Bisri 2013).

Ekstraksi fitur histogram merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. Histogram menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat keabuan piksel pada suatu citra. Bila X

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

menyatakan tingkat keabuan pada suatu citra, maka probabilitas P(X) dinyatakan dengan persamaan 2.7 berikut ini

$$P(x) = \frac{banyaknya\ piksel\ yang\ memiliki\ tingkat\ keabuan}{total\ banyaknya\ piksel\ pada\ daerah\ suatu\ citra} \quad \text{..... (2.7)}$$

Dari nilai-nilai pada histogram yang dihasilkan, dapat dihitung beberapa parameter pada ekstraksi ciri orde pertama.

5) Ekstraksi Ciri Orde Satu

Ekstraksi ciri orde satu merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histograam citra dengan mengabaikan hubungaan antar piksel tetangga. Analisa tekstur orde satu lebih baik dalam mempresentasikan tekstur citra dalam parameterparameter terukur, seperti *mean, skewness, kurtosis,* dan *entropy*. Nilai ciri orde satu tersebut kemudian menjadi nilai inputan pada proses klasifikasi (T.sutojo,2007). Secara matematis perhitungan lima nilai ciri tersebut dijabarkan sebagai berikut :

a. *Mean (μ)*

Menunjukkan ukuran dispersi dari suatu citra

$$\boldsymbol{\mu} = \sum \boldsymbol{F}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y}) \,.\, \boldsymbol{P}(\boldsymbol{F}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y})) \quad \text{..... (2.8)}$$

Dimana :

$F_{(x,y)}$ = nilai intensitas citra pada titik (x,y)

P(*f*(x,y)) = nilai histogram

b. *Variance* (σ2)

Menunjukkan variasi elemen pada histogram dari suatu citra.

$$\sigma 2 = \sum(\boldsymbol{F}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y}) - \boldsymbol{\mu})^{\boldsymbol{2}} \,.\, \boldsymbol{P}(\boldsymbol{F}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y})) \quad \text{..... (2.9)}$$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dimana :

$F_{(x,y)}$ = nilai intensitas citra pada titik (x,y)

P(*f*(x,y)) = nilai histogram

μ = nilai *mean*

c. *Skewness* (α_3)

Menunjukkan tingkat kemencengan atau kemiringan relatif kurva histogram dari suatu citra.

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum(\boldsymbol{F}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y}) - \boldsymbol{\mu})^3 \,.\, \boldsymbol{P}(\boldsymbol{F}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y})) \quad \text{..... (2.10)}$$

Dimana :

σ^3 = standar deviasi dari nilai intensitas keabuan

μ = nilai *mean*

$F_{(x,y)}$ = nilai intensitas citra pada titik (x,y)

P(*f*(x,y)) = nilai histogram

d. *Kurtosi* (α_4)

Menunjukkan tingkat keruncingan relatif kurva histogram dari suatu citra

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum(\boldsymbol{F}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y}) - \boldsymbol{\mu})^4 \,.\, \boldsymbol{P}(\boldsymbol{F}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y})) - \boldsymbol{3} \quad \text{..... (2.11)}$$

Dimana :

σ^4 = standar deviasi dari nilai intensitas keabuan

μ = nilai *mean*

$F_{(x,y)}$ = nilai intensitas citra pada titik (x,y)

P(*f*(x,y)) = nilai histogram

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

e. *Entropy (H)*

Menunjukkan ukuran ketidakaturan bentuk dari suatu citra

$$\boldsymbol{H = -\sum P(f(x,y))\,.\,Log_2(P(f(x,y))} \quad \text{..... (2.12)}$$

Dimana :

$F_{(x,y)}$ = nilai intensitas citra pada titik (x,y)

P(*f*(x,y)) = nilai histogram

2.2.4 Jaringan Syarat Tiruan

Menurut Haykin (2009), Jaringan Saraf Tiruan (JST) atau Artificial Neural Network (ANN) adalah sebuah jaringan yang dirancang untuk menyerupai otak manusia yang bertujuan untuk melaksanakan suatu tugas tertentu. Jaringan ini biasanya diimplementasikan dengan menggunakan komponen elektronik atau disimulasikan pada aplikasi komputer.

Artificial Neural Network (ANN) atau sering dikenal dengan *Neural Network* (NN) merupakan salah satu upaya manusia untuk memodelkan cara kerja atau fungsi sistem syaraf manusia dalam melaksanakan tugas. ANN banyak digunakan dan dikonfigurasikan untuk aplikasi tertentu saja, seperti pengenalan pola atau klasifikasi data dengan proses pembelajaran.

ANN merupakan salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang mempunyai kemampuan luar biasa untuk mendapatkan informasi dari data rumit atau tidak tepat, berikut adalah beberapa kemampuan yang dimiliki oleh ANN :

1) mampu menyelesaikan permasalahan tidak terstruktur dan sulit didefinisikan, dapat belajar dari pengalaman.
2) mampu mengakuisisi pengetahuan walaupun tidak ada kepastian.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3) mampu melakukan generalisasi dan ekstraksi dari suatu pola data tertentu, dapat menciptakan suatu pola pengetahuan melalui pengaturan diri atau kemampuan belajar (*self organizing*).
4) mampu memilih suatu input data ke dalam kategori tertentu yang sudah ditetapkan (klasifikasi).
5) mampu menggambarkan suatu objek secara keseluruhan walaupun hanya diberikan sebagai data dari objek tersebut (asosiasi).
6) mempunyai kemampuan mengolah data-data input tanpa harus mempunyai target (*Self organizing*).
7) dan mampu menemukan jawaban terbaik sehingga mampu meminimalisasi fungsi biaya (optimasi) (Sutoyo dkk, 2011).

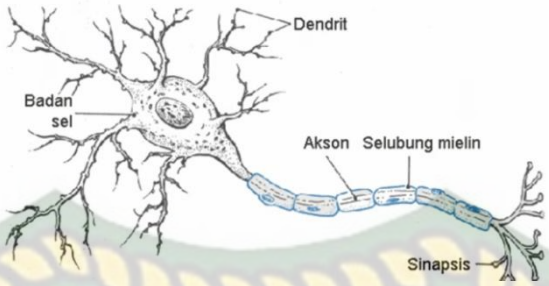
2.2.5 Model Biologi Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Biologis adalah kumpulan sel syaraf *(neuron). Neuron* mempunyai tugas mengolah informasi. Komponen utama *neuron* dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian (Puspitaningrum D., 2006), yaitu :

1) Dendrit bertugas untuk menerima informasi
2) Badan Sel (Soma) berfungsi sebagai tempat pengolahan informasi
3) Akson (Neurit) mengirimkan impuls-impuls ke sel syaraf lainnya

Berikut adalah gambaran bagian-bagian pada jaringan syaraf biologis, dapat dilihat pada gambar 2.5

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 2.5 Jaringan Syaraf Biologis

Dalam ANN, proses komunikasi antar *node* juga berlangsung setiap kali terdapat implus dari satu *node* ke *node* yang lain. Setiap *node* terhubung dengan *node* lain melaui sebuah layer. Untuk mengimplementasikan penambahan informasi yang dilakukan oleh *soma* pada jaringan syaraf biologis di ANN, setiap layer telah memiliki bobot tertentu yang nantinya juga akan selalu dijumlahkan. Bobot inilah yang akan digunakan oleh *node* untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

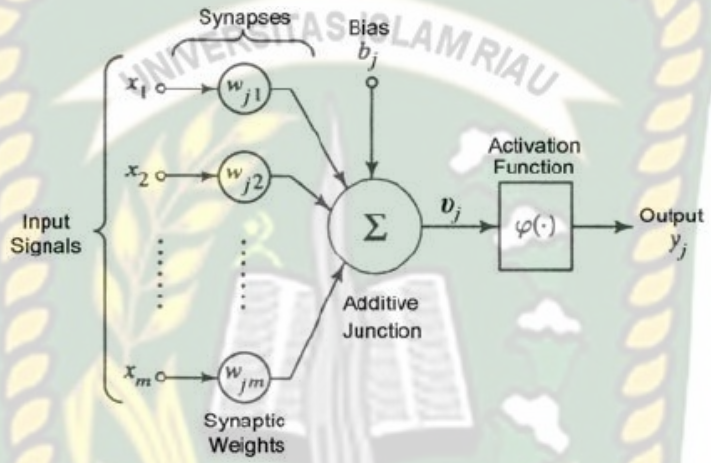
2.2.6 Model Matematis Jaringan Syaraf Tiruan

Terdapat tiga dasar penting ketika kita membuat sebuah model fungsional dari *neuron* biologis. Pertama, sinapsis *neuron* dimodelkan sebagai bobot. Kekuatan hubungan antara masukan dan neuron ditentukan oleh nilai bobot. Nilai bobot negatif mencerminkan koneksi hambat, sedangkan nilai-nilai positif menandakan koneksi rangsang sel. Komponen kedua adalah penjumlahan semua masukan yang dimodifikasi oleh masing-masing bobot. Kegiatan ini disebut sebagai kombinasi *linier*. Komponen ketiga bertindak sebagai fungsi control aktivasi *amplitude* output dari *neuron* (Sutoyo dkk, 2011).

Berikut adalah faktor yang menentukan baik atau tidaknya suatu jaringan syaraf tiruan :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1. Arsitektur jaringan, yaitu sebuah arsitektur yang menentukan pola antar neuron.
2. Metode pembelajaran (*learning method*), yaitu metode yang digunakan untuk menentukan mengubah bobot.
3. Fungsi aktivasi



Gambar 2.6 Model matematis dari jaringan syaraf tiruan

Dapat dilihat pada model tersebut, aktivasi *internal neuron* dapat ditunjukkan pada persamaan 2.13 berikut ini :

$$v_j = \sum_{m=1}^{p} w_{jm} x_j \quad \text{.....} \quad (2.13)$$

Setelah V_j melewati fungsi aktivasi tertentu, maka *output neuron* adalah Y_j.

2.2.7 Arsitektur Jaringan

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, baik tidaknya suatu model ANN salah satunya ditentukan oleh hubungan antar *neuron* atau yang biasa disebut sebagai arsitektur jaringan. *Neuron* tersebut terkumpul dalam lapisanlapisan yang disebut *neuron layer*. Lapisan-lapisan penyusun ANN dibagi menjadi tiga, yaitu (Sutoyo dkk, 2011) :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1. Lapisan *Input* (*Input Layer)*

   Unit-unit dalam lapisan *input* disebut unit-unit *input* yang bertugas menerima pola inputan luar yang menggambarkan suatu permasalahan.

2. Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer)*

   Unit-unit dalam lapisan tersembunyi disebut unit tersembunyi, yang mana nilai outputnya tidak dapat diamati secara langsung.

3. Lapisan *Output* (*Output Layer)*

   Unit-unit dalam lapisan *output* disebut unit-unit *output*, yang merupakan solusi ANN terhadap suatu permasalahan.

Ada beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan antara lain :

1. Jaringan lapisan tunggal

   Jaringan dengan lapisan tunggal terdiri dari 1 *input* dan 1 lapisan *output*. Setiap unit dalam lapisan input selalu terhubung dengan setiap unit yang terdapat pada lapisan *output*. Jaringan ini menerima *input* kemudian mengelolanya menjadi *output* tanpa melewati lapisan tersembunyi. Contoh jaringan syaraf tiruan yang menggunakan jaringan lapisan tunggal adalah *ADALINE, Hopfield, perceptron*.

2. Jaringan lapisan banyak

   Jaringan lapisan banyak mempunyai 3 jenis lapisan yaitu lapisan *input*, lapisan tersembunyi, dan lapisan *output*. Jaringan lapisan banyak juga dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan dengan jaringan lapisan tunggal.Sebagai contoh pada jaringan lapisan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

banyak, yang menggunakan arsitektur jaringannya antara lain adalah *MADALINE*, *backpropagation*, dan *Neocognitron*.

3. Jaringan lapisan kompetitif

   Jaringan ini memiliki bobot yang telah ditentukan dan tidak memiliki proses pelatihan. Jaringan ini digunakan untuk mengetahui *neuron* pemenang darisejumlah *neuron* yang ada.Akibatnya, pada jaringan ini sekumpulan *neuron*bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. Nilai bobot setiap *neuron* untukdirinya sendiri adalah 1, sedangkan untuk *neuron* lainnya bernilai *random negative*. Contoh JST yang menggunakan jaringan dengan lapisan kompetitif adalah *LVQ*.

2.2.8 Klasifikasi

Backpropagation mengadopsi algoritma pembelajaran supervised learning dimana proses pembelajaran dilakukan pada saat data training. Data input pada input neurons dijadikan sebagai data training yang akan dilanjutkan ke output neurons sebagai data output. Setiap jaringan diberi bobot, jika nilai output belum sesuai dengan nilai yang diharapkan maka akan terjadi perbaikan bobot dan dipropagasi balik menyebar ke jaringan neuron sebelumnya. Iterasi terjadi hingga mencapai nilai error yang paling rendah.

Sebelum melakukan proses pembelajaran menggunakan backpropagation sebaiknya data dinormalisasikan terlebih dahulu, ada beberapa metode untuk menormalisasi sebuah data. Salah satunya adalah *min-max normalization* yaitu metode me-*rescale* data dari suatu *range* ke *range* baru. Data diskalakan dalam *range* 0 dan 1. Diberikan nilai yang bersesuaian (dalam satu

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

kolom) {sk}, k = 1, 2,..., n. maka nilai normalisasinya adalah (Chamidah, dkk, 2012):

$$s' = \frac{s - \min\{s_k\}}{\max\{s_k\} - \min\{s_k\}} \quad \text{.....} \quad (2.14)$$

Setelah melakukan normalisasi data, ikuti langkah kerja backpropagation berikut ini :

1) Tahap 0 : Inisiasi penimbangan untuk pemberian nilai bobot (*w).*
2) Tahap 1 : Mengulang tahap 2 sampai 9 hingga terpenuhi kondisi iterasi yang digunakan.
3) Tahap 2 : menulang langkah 3 sampai 8 untuk tiap pasangan data *training.*

   (Proses *Feedforward)*
4) Tahap 3 : setiap unit masukan (Xi, i=1,2,…,n,) pada *input neurons* mendapapat sinyal dan diteruskan ke unit-unit berikutnya – pada *hidden layer neurons*.
5) Tahap 4 : setiap unit pada *hidden layer neurons* dikalikan dengan bobot dan dijumlahkan factor penimbang kemudian ditambahkan dengan nilai biasnya. Dapat dilihat pada persamaan 2.15 berikut

   $$z_{inj} = v_{oj} + \sum_{i=1}^{n}(x, y) \quad \text{.....} \quad (2.15)$$

   Kemudian gunakan fungsi aktifasi dengan fungsi sigmoid, seperti persamaan 2.16

   $$f = \frac{1}{1 + exp^{(-f(x))}} \quad \text{.....} \quad (2.16)$$

   Jika $Z_j = f(z_in_j)$ maka,

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$Zj = \frac{1}{1+\exp}(-Z_{inj}) \quad \text{.....} \quad (2.16)$$

Selanjutnya sinyal dikirim ke unit *output* (*output neurons*)

6) Tahap 5 : setiap unit *output* (Y_k, k=1,2,....,m) dikalikan lagi dengan faktor penimbangan dan dijumlahkan

$$Yink = w_{ok} + \sum_{i=1}^{n}(x_i w_{ik}) \quad \text{.....} \quad (2.17)$$

Kemudian hitung kembali fungsi aktivasi

$$y_k = f\,(y_in_k) \quad \text{.....} \quad (2.18)$$

(Proses Backpropagation dan perbaikan nilai error)

7) Tahap 6 : Setiap unit output (*Yk*, k=1,2,…,m) menerima pola target sesuai nilai masukan pada waktu data t*raining* dan menghitung nilai *error*

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad \text{.....} \quad (2.19)$$

Karena menggunakan fungsi aktivasi sigmoid, maka persamaan yang akan digunakan seperti pada persamaan 2.20

$$f'(y_{in_k}) = f(y_{in_k})(1 - f'(y_{in_k})) \quad \text{.....} \quad (2.20)$$

Selanjutnya menghitung faktor penimbang untuk nilai W_{kj}

$$\Delta w_{kj} = \alpha \cdot \vartheta_k \cdot z_j \quad \text{.....} \quad (2.21)$$

Lalu hitung perbaikan koreksi nilai w

$$\Delta w_{ok} = \alpha \cdot \vartheta_k \quad \text{.....} \quad (2.22)$$

Dan menggunakan nilai $\vartheta_k$pada semua *layer*sebelumnya

8) Tahap 7 : setiap nilai penimbang yang menghubungkan unit *output* dan unit *hidden layer* (Z *j, j=1,..p*) dikalikan *delta* dan dijumlahkan sebagai masukan pada unit l*ayer* berikutnya,

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$\delta_{in_j} = \sum_{i=1}^{m}(\delta_k w_{jk}) \quad \text{..... (2.23)}$$

Kemudian dikalikan dengan turunan fungsi aktifasi untuk menentukan nilai *error*, menggunakan persamaan 2.24

$$\delta_{in_j} = f'\left(z_{in_j}\right)(\delta_{in_j}) \quad \text{..... (2.24)}$$

Lalu hitung perbaikan penimbang untuk memperbaiki nilai V_{ij} dengan persamaan 2.25 berikut ini

$$\Delta V_{ij} = \alpha \cdot \delta_j \cdot x_i \quad \text{..... (2.25)}$$

Setelah nilai V_{ij} diperbaiki, hitunglah nilai perbaikan bias untuk memperbaiki V_{oj} menggunakan persamaan berikut

$$\Delta V_{oj} = \alpha \cdot \delta_j \quad \text{..... (2.26)}$$

(Proses memperbaiki penimbang dan bias)

9) Tahap 8 : Perbaikan bias dan penimbang (j=0..,p) pada setiap unit *output* (Yk,,k=1,..,m) menggunakan persamaan 2.27

$$w_{jk(baru)} = w_{jk(lama)} + \Delta w_{jk} \quad \text{..... (2.27)}$$

Memperbaiki bias dan penimbang (j=0,…,n) pada unit *hiden layer* (Zj, j=1,,..,p) dengan persamaan 2.28 berikut ini

$$V_{jk(baru)} = V_{jk(lama)} + \Delta V_{jk} \quad \text{..... (2.28)}$$

10) Tahap 9 : setelah proses algoritma *backpropagation* selesai, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan ter terhadap kondisi *epoch* yang sudah mencapai jumlah *epoch* maksimal atau sudah mencapai target

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.2.9 Data *Flow Diagram* (DFD)

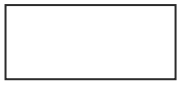
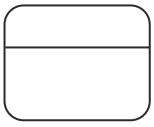
Pengertian Data *Flow Diagram* (DFD) menurut Jogiyanto Hartono adalah Diagram yang menggunakan notasi simbol untuk menggambarkan arus data system (Jogiyanto Hartono, 2005).

DFD sering digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem yang baru yang akan dikembangkan secara logika dan menjelaskan arus data dari mulai pemasukan sampai dengan keluaran data tingkatan diagram arus data mulai dari diagram konteks yang menjelaskan secara umum suatu system atau batasan system dari level 0 dikembangkan menjadi level 1 sampai system tergambarkan secara rinci. Gambaran ini tidak tergantung pada perangkat keras, perangkat lunak, struktur data atau organisasi file.

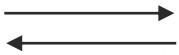
Beberapa simbol yang digunakan dalam pembuatan data *flow diagram* ini meliputi :

a. *External entity* (kesatuan luar)
b. *Data flow* (arus data)
c. *Process* (proses)
d. *Data store* (penyimpanan data)

Tabel 2.1 Simbol *Data Flow Diagram*

Simbol	Nama	Fungsi
	Simbol entitas eksternal	Digunakan untuk menunjukkan tempat asal *data*.
	Simbol proses	Digunakan untuk menunjukkan tugas atau proses yang dilakukan baik secara manual atau otomatis

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

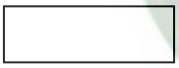
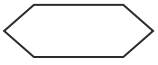
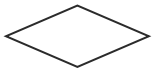
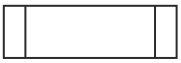
	Simbol penyimpanan *data*	Digunakan untuk menunjukkan gudang informasi atau *data*.
	Simbol arus *data*	Digunakan untuk menunjukkan arus dari proses.

(Referensi : Rossa, Shalahuddin. 2013)

2.2.10 *Flowchart*

Flowchart adalah bagan yang menggambarkan urutan instruksi proses dan hubungan satu proses dengan proses lainnya menggunakan simbol-simbol tertentu, digunakan sebagai alat bantu komunikasi dan dokementasi. Dalam analisis sistem, flowchart ini digunakan secara efektif untuk menelusuri alur suatu laporan atau form. Adapun simbol flowchart dapat dilihat pada tabel 2.3 diantaranya adalah.

Tabel 2.2 Simbol dan Fungsi *Flowchart*

SIMBOL	KETERANGAN
	Proses, digunakan ntuk pengolahan aritmatika dan pemindahan data
	Terminal, digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir dari program
	Preparation, digunakan untuk memberikan nilai awal pada satu variabel
	Keputusan, digunakan untuk mewakili oprasi perbandinan logika
	Proses terdenfinisi, digunakan untuk proses yang detailnya dijelaskan terpisah.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

	Penghubung, digunakan untuk menujukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama.
	Penghubung halaman lain, digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama.

(Referensi : Rossa, Shalahuddin. 2013)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan

Berikut adalah alat bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini:

3.1.1 Spesifikasi Kebutuhan *Hardware* dan *Software*

Berikut ini adalah spesifikasi *hardware* yang digunakan dalam proses pembuatan aplikasi ini:

1. *Processor* Intel core 5 atau diatasnya.
2. *Rondom Acces Memory* (RAM) 4GB atau lebih.
3. *Hardisk* minimal 500GB atau lebih.
4. *Video Graphics Adapter* (VGA) Nvidia Geforce

Berikut ini adalah spesifikasi *software* yang digunakan dalam proses pembuatan aplikasi ini:

1. Sistem Operasi Windows 10 Ultimate
2. Matlab

3.1.2 Teknik Pengumpulan Data

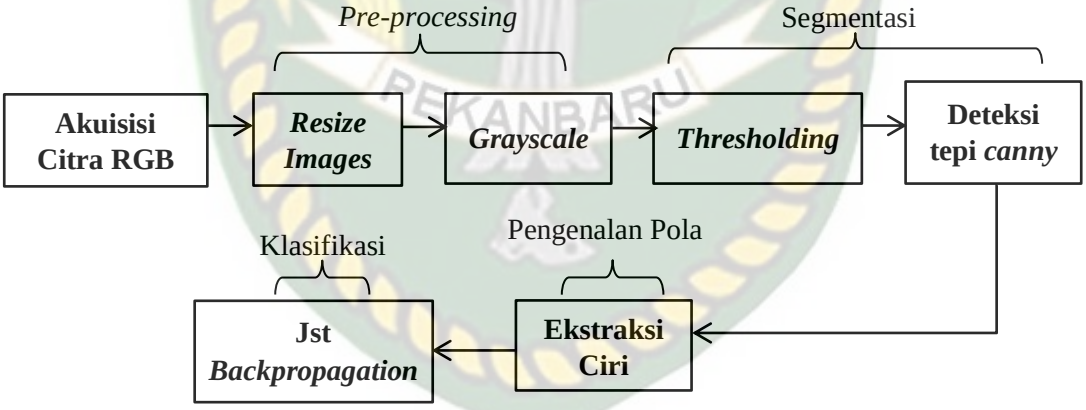
Teknik pengumpulan data yang diperlukan oleh peneliti untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai penelitian meliputi beberapa metodologi penelitian sebagai berikut:

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1. Data *Collecting* / pengumpulan data materi pembelajaran diperoleh dengan cara mencari referensi-refesensi pustaka sebagai pedoman penelitian baik berupa buku, studi literatur ataupun artikel dan jurnal yang berkaitan dengan materi penelitian ini diinternet.
2. Wawancara untuk pengumpulan informasi yang berkaitan tentang penelitian baik itu kepada salah satu dosen geologi yaitu ibu Yunita Yuskar, ataupun kepada narasumber yang mengetahui tentang geologi dan fosil.

3.2 Metodologi Penelitian

Langkah-langkah proses pengolahan citra yang dilakukan oleh sistem adalah sebagai berikut:



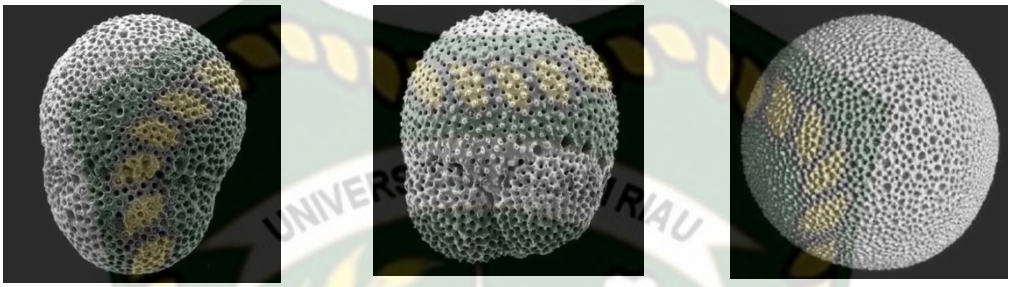
Gambar 3.1 Diagram Alur proses Klasifikasi

3.2.1 Akuisisi Citra

Pada tahap ini sistem menerima inputan data berupa gambar (file gambar digital) yang sudah diambil menggunakan kamera dilihat dari microskop. Data gambar tersebut selanjutnya akan diproses ke tahap lebih lanjut yaitu *resize images* atau pengukuran ulang citra asli dari fosil tersebut dengan mengecilkan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ukuran *pixel* menjadi 500x500 *pixel* agar dapat memfokuskan proses citra pada tahap selanjutnya. Berikut adalah ilustrasi contoh gambar fosil pada citra referensi yang akan digunakan :



(a) (b) (c)

Gambar 3.2 Citra Fosil Jenis (a) *bilobata*, (b) *suturalis*, (c) *universa*

3.2.2 *Resize Images*

Pada tahap citra fosil dengan ukuran yang tidak menentu, akan dilakukan pengukuran ulang menjadi citra berukuran *pixel* kecil yaitu berukuran 500x500 *pixel* seperti yang terlihat pada gambar 3.3.

(a) (b) (c)

Gambar 3.3 Proses *resize images*

Dari proses akan dilanjutkan ke proses segmentasi citra yang memiliki beberapa bagian tahap lagi didalamnya.

3.2.3 *Grayscale*

Pada tahapan ini citra yang sudah mengalami pengukuran ulang pada citra akan dilanjutkan ke proses *greyscale* terlebih dahulu. Proses *grayscale* merupakan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

citra berwarna atau citra *red*, *green*, dan *blue* ataupun lebih dikenal sebagai citra RGB yang akan mengalami perubahan warna menjadi citra keabuan. Perubahan citra tersebut dapat dilihat pada gambar 3.4

(a) (b) (c)

Gambar 3.4 Proses *grayscale images*

Pada tahapan *grayscale* ini, *images* tidak terlalu mengalami perubahan warna karna warna dari *images* aslinya sudah berwarna sedikit keabuan, berikut ini adalah submatrix dari proses *grayscale* berukuran 5x5 *pixel* menggunakan rumus persamaan 2.1 yang menggunakan nilai rgb dari proses *resize images* :

79	94	94	117	197
94	94	175	175	197
94	133	175	175	214
175	197	197	197	214
200	197	197	197	197

(a)

134	114	114	114	114
134	128	134	134	128
100	100	100	128	134
84	84	84	100	100
62	62	62	84	143

(b)

231	231	231	239	235
227	224	227	227	235
224	227	224	224	235
231	231	227	224	224
231	231	239	239	227

(c)

Gambar 3.5 Submatrik dari *images* fosil (a) *bilobata* (b) *suturalis* (c) *universa*

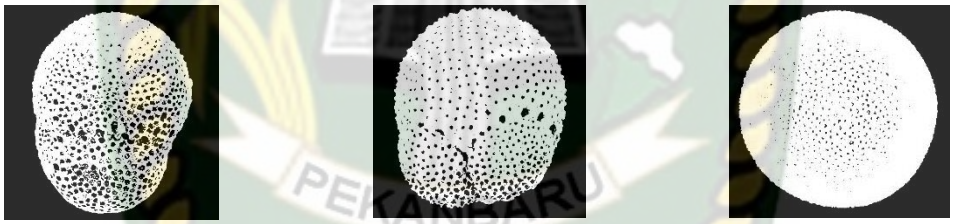
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.2.4 Segmentasi Citra

Pada tahapan selanjutnya citra fosil yang sudah mengalami proses *resize images* dan *greyscale* akan melewati dua proses segmentasi citra yaitu *thresholding* dan penggunaan deteksi tepi *canny*.

1). Proses *Threshold*

Setelah citra fosil mengalami perubahan warna menjadi citra keabuan, selanjutnya citra fosil akan di proses ke segmentasi *Threshold* untuk mengatur jumlah derajat keabuan yang ada pada citra dan akan mengalami proses binerisasi menggunakan teknik *bernsen*. Perubahan citra dapat dilihat pada gambar 3.6



(a) (b) (c)

Gambar 3.6 Proses citra menggunakan *Threshold*

Nilai *threshold* yang didapat dari matriks nilai referensi menggunakan rumus persamaan 2.3 adalah sebagai berikut :

a). Citra referensi fosil *bilobata* :

$$T(x,y) = \frac{79 + 214}{2} = 146{,}5$$

b). Citra referensi fosil *suturalis* :

$$T(x,y) = \frac{62 + 143}{2} = 102{,}5$$

c). Citra referensi fosil *universa* :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$T(x,y) = \frac{224 + 239}{2} = 231{,}5$$

Jika nilai *pixel* pada citra *grayscale* melebihi atau menyamai nilai proses *thresholding* f(x,y), maka nilai tersebut akan dikonversikan menjadi 1. Namun jika nilai *pixel* kurang dari nilai proses *thresholding* f(x,y), maka nilai *pixel* tersebut akan dikonversikan menjadi 0. Proses konversi ini secara sederhana dapat ditulis menggunakan persamaan 2.2 berikut :

a. Penyelesaian pada matriks nilai citra referensi *bilobata* :

$$b(x,y) = \begin{cases} 0, jika\ b(x,y) \leq 146{,}5 \\ 1, jika\ b(x,y) \geq 146{,}5 \end{cases}$$

b. Penyelesaian pada matriks nilai citra referensi *suturalis* :

$$b(x,y) = \begin{cases} 0, jika\ b(x,y) \leq 102{,}5 \\ 1, jika\ b(x,y) \geq 102{,}5 \end{cases}$$

c. Penyelesaian pada matriks nilai citra referensi *universa* :

$$b(x,y) = \begin{cases} 0, jika\ b(x,y) \leq 231{,}5 \\ 1, jika\ b(x,y) \geq 231{,}5 \end{cases}$$

Maka diperoleh matriks citra biner seperti pada gambar berikut ini :

0	0	0	0	1
0	0	1	1	1
0	0	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

(a)

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
0	0	0	1	1
0	0	0	0	1
0	0	0	0	1

(b)

0	0	0	1	1
0	0	0	0	1
0	0	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0

(c)

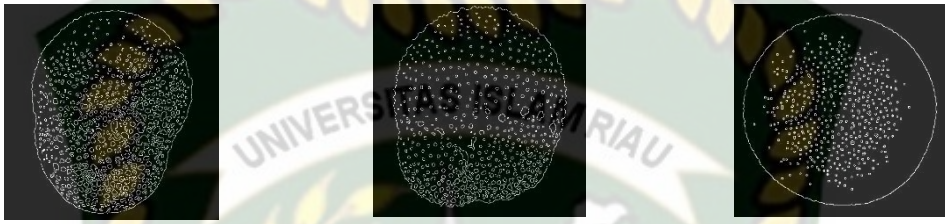
Gambar 3.7 Submatrik nilai hasil perhitungan citra biner *images* fosil (a) *bilobata* (b) *suturalis* (c) *universa*

2). Proses *Edge Detection* (Deteksi Tepi)

Pada tahap ini citra yang sudah mengalami perubahan menggunakan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

grayscale dan *threshold* akan diproses lagi menggunakan pendeteksian tepi yaitu deteksi tepi *canny*. *Edge detection canny* dilakukan agar tepian dari objek yang ada pada citra fosil terlihat dengan jelas. Berikut adalah hasil dari proses pendeteksian tepi menggunakan *canny*, dapat dilihat pada gambar 3.8



(a) (b) (c)

Gambar 3.8 Proses *Edge Detection Canny* (a) *bilobata* (b) *suturalis* (c) *universa*

Dapat dilihat pada gambar 3.8 sudah terlihat pola dari masing-masing fosil. Cara menghitung nilai deteksi tepi pada citra referensi, terlebih dahulu nilai mariks referensi pada tahap *thresholding*. Dikarenakan *background* dari *images* referensi memiliki warna hitam dan tepian berwarna putih, maka matriks referensi akan dikali dengan nilai *kernel* matriks operator sobel berukuran 3x3 yang terdapat pada gambar 2.4. Berikut ini adalah contoh perhitungan manualnya :

a). Lakukan *filtering* dengan *kernel* $\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$ sehingga diperoleh :

1. $x_{(1,1)} = (1 * 0) + (0 * 0) + (-1 * 0) + (2 * 0) + (0 * 0) +$

$(-2 * 1) + (1 * 0) + (0 * 0) + (-1 * 1)$

$= -3$

2. $x_{(2,1)} = (1 * 0) + (0 * 0) + (-1 * 1) + (2 * 0) + (0 * 0) +$

$(-2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1)$

$= -3$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3. $x_{(3,1)} = (1 * 0) + (0 * 0) + (-1 * 1) + (2 * 1) + (0 * 1) +$
$(-2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1)$
$= -1$

4. $x_{(1,2)} = (1 * 0) + (0 * 0) + (-1 * 0) + (2 * 0) + (0 * 1) +$
$(-2 * 1) + (1 * 0) + (0 * 1) + (-1 * 1)$
$= -3$

5. $x_{(2,2)} = (1 * 0) + (0 * 1) + (-1 * 1) + (2 * 0) + (0 * 1) +$
$(-2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1)$
$= -3$

6. $x_{(3,2)} = (1 * 0) + (0 * 1) + (-1 * 1) + (2 * 1) + (0 * 1) +$
$(-2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1)$
$= -1$

7. $x_{(1,3)} = (1 * 0) + (0 * 0) + (-1 * 1) + (2 * 1) + (0 * 1) +$
$(-2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1)$
$= -1$

8. $x_{(2,3)} = (1 * 0) + (0 * 1) + (-1 * 1) + (2 * 1) + (0 * 1) +$
$(-2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1)$
$= -1$

9. $x_{(3,1)} = (1 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1) + (2 * 1) + (0 * 1) +$
$(-2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1)$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$= 0$

b). Lakukan *filtering* dengan *kernel* $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$ sehingga diperoleh :

1. $y_{(1,1)} = (1 * 0) + (2 * 0) + (1 * 0) + (0 * 0) + (0 * 0) + (0 * 1) + (-1 * 0) + (-2 * 0) + (-1 * 1)$

   $= -1$

2. $y_{(2,1)} = (1 * 0) + (2 * 0) + (1 * 1) + (0 * 0) + (0 * 0) + (0 * 1) + (-1 * 1) + (-2 * 1) + (-1 * 1)$

   $= -3$

3. $y_{(3,1)} = (1 * 0) + (2 * 0) + (1 * 1) + (0 * 1) + (0 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1) + (-2 * 1) + (-1 * 1)$

   $= -3$

4. $y_{(1,2)} = (1 * 0) + (2 * 0) + (1 * 0) + (0 * 0) + (0 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 0) + (-2 * 1) + (-1 * 1)$

   $= -3$

5. $y_{(2,2)} = (1 * 0) + (2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 0) + (0 * 1) + (0 * 1) + (-1 * 1) + (-2 * 1) + (-1 * 1)$

   $= -1$

6. $y_{(3,2)} = (1 * 0) + (2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (0 * 1) +$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$(0 * 1) + (-1 * 1) + (-2 * 1) + (-1 * 1)$$

$$= -1$$

7. $y_{(1,3)} = (1 * 0) + (2 * 0) + (1 * 1) + (0 * 1) + (0 * 1) +$

$$(0 * 1) + (-1 * 1) + (-2 * 1) + (-1 * 1)$$

$$= -3$$

8. $y_{(2,3)} = (1 * 0) + (2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (0 * 1) +$

$$(0 * 1) + (-1 * 1) + (-2 * 1) + (-1 * 1)$$

$$= 0$$

9. $y_{(1,1)} = (1 * 1) + (2 * 1) + (1 * 1) + (0 * 1) + (0 * 1) +$

$$(0 * 1) + (-1 * 1) + (-2 * 1) + (-1 * 1)$$

$$= 0$$

Lakukan cara tersebut pada kedua citra referensi yang lain, sehingga didapat nilai $\frac{d}{dx} I$ dan $\frac{d}{dy} I$ dari ketiga citra referensi dan dapat dilihat pada gambar berikut :

$$\frac{d}{dx} I = \quad \begin{bmatrix} -3 & -3 & -1 \\ -3 & -3 & 0 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 0 & -2 & -3 \\ 0 & -1 & -4 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 & -1 & -4 \\ 0 & 0 & -3 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\frac{d}{dy} I = \quad \begin{bmatrix} -1 & -3 & 3 \\ -3 & -1 & 0 \\ -3 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 4 & 3 & 1 \\ 4 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & -3 & -2 \end{bmatrix}$$

(a) (b) (c)

Gambar 3.9 Nilai *Edge Detection Canny* (a) *bilobata* (b) *suturalis* (c) *universa*

Setelah mendapatkan nilai $\frac{d}{dx} I$ dan $\frac{d}{dy} I$ langkah selanjutnya hitunglah nilai

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

magnitude dari masing – masing citra fosil tersebut menggunakan persamaan 2.4

1. $M_{(1,1)} = \sqrt{-3^2 + (-1)^2} = 3$
2. $M_{(2,1)} = \sqrt{-3^2 + (-3)^2} = 4$
3. $M_{(3,1)} = \sqrt{-1^2 + (-3)^2} = 3$
4. $M_{(1,2)} = \sqrt{-3^2 + (-3)^2} = 4$
5. $M_{(2,2)} = \sqrt{-3^2 + (-1)^2} = 3$
6. $M_{(3,2)} = \sqrt{-1^2 + (-1)^2} = 1$
7. $M_{(1,3)} = \sqrt{-1^2 + 3^2} = 3$
8. $M_{(2,3)} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0$
9. $M_{(3,3)} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0$

Perhitungan manual diatas menggunakan nilai citra referensi jenis fosil *bilobata*. Lakukan hal yang sama pada kedua citra referensi yang lain, maka akan di dapat nilai magnitude dari masing – masing citra referensi seperti pada gambar berikut ini :

$$Nilai\ Magnitude \quad \begin{bmatrix} 3 & 4 & 3 \\ 4 & 3 & 0 \\ 3 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 4 & 3 & 1 \\ 4 & 4 & 4 \\ 0 & 1 & 4 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 0 & 0 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{bmatrix}$$

(a) (b) (c)

Gambar 3.10 Nilai *Magnitude* pada citra (a) *bilobata* (b) *suturalis* (c) *universa*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.2.5 Ekstraksi Ciri

Pada tahap ini citra fosil yang telah diproses hingga ke tahap *edge detection canny* akan mengalami proses ekstraksi ciri statistik orde pertama yaitu memanfaatkan sifat statistik histogram citra. Dari statistik tersebut akan di hitung nilai *mean, variance, skewness, kurtosi*, dan *entropy* dari masing-masing citra. Berikut adalah hitungan manual fitur histogram di masing – masing citra referensi dengan menggunakan rumus persamaan 2.7

1. Citra fosil *bilobata*

$f_{(x,y)}$ =	**0**	**1**	**3**	**4**
Jumlah =	2	1	4	2
$P_{f(x,y)}$ =	0,22	0,11	0,44	0,22

2. Citra fosil *suturalis*

$f_{(x,y)}$ =	**0**	**1**	**3**	**4**
Jumlah =	2	1	4	2
$P_{f(x,y)}$ =	0,22	0,11	0,44	0,22

3. Citra fosil *universa*

$f_{(x,y)}$ =	**0**	**1**	**3**	**4**

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Jumlah =	2	1	4	2
$\boldsymbol{P_{f(x,y)}}$ =	0,22	0,11	0,44	0,22

Setelah nilai histogram dari masing-masing citra didapatkan, selanjutnya nilai histogram tersebut akan diolah untuk mendapatkan nilai *mean, variance, skewness, kurtosi*, dan *entropy*. Dengan menggunakan rumus persamaan 2.8 untuk *mean,* persamaan 2.9 *variance,* persamaan 2.10 untuk *skewness,* persamaan 2.11 untuk *kurtosi*, dan persamaan 2.12 untuk *entropy*.

1. Nilai matriks pada citra fosil *bilobata*

   a. *Mean* $(\boldsymbol{\mu})$

   $$\boldsymbol{\mu} = \sum \boldsymbol{F(x,y)} \,.\, \boldsymbol{P(F(x,y))}$$

   $$= (0 * 0{,}22) + (1 * 0{,}11) + (3 * 0{,}44) + (4 * 0{,}22)$$

   $$= 2{,}31$$

   b. *Variance* (σ^2)

   $$\sigma^2 = \sum (\boldsymbol{F(x,y)} - \boldsymbol{\mu})^{\boldsymbol{2}} \,.\, \boldsymbol{P(F(x,y))}$$

   $$= ((0 - 2{,}31) * 0{,}22)^2 + ((1 - 2{,}31) * 0{,}11)^2 + ((3 - 2{,}31) * 0{,}44)^2 + ((4 - 2{,}31) * 0{,}22)^2$$

   $$= 0{,}49$$

   $$\sigma = \sqrt{0{,}49}$$

   $$= 0{,}7$$

   c. *Skewness* (α_3)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum (F(x,y) - \mu)^3 \,.\, P(F(x,y))$$

$$= \frac{1}{0{,}7^3}\left((0 - 2{,}31)\right)^3 * 0{,}22 + \left((1 - 2{,}31)\right)^3 * 0{,}11 +$$

$$((3 - 2{,}31))^3 * 0{,}44 + ((4 - 2{,}31))^3 * 0{,}22$$

$$= -5{,}1$$

d. *Kurtosi* (α_4)

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum (F(x,y) - \mu)^4 \,.\, P\big(F(x,y)\big) - 3$$

$$= \frac{1}{0{,}7^4}((0 - 2{,}31))^4 * 0{,}22 + \left((1 - 2{,}31)\right)^4 * 0{,}11 +$$

$$\left((3 - 2{,}31)\right)^4 * 0{,}44 + \left((4 - 2{,}31)\right)^4 * 0{,}22 - 3$$

$$= -7{,}69$$

e. *Entropy* (H)

$$H = -\sum P(f(x,y)) \,.\, Log_2(P(f(x,y))$$

$$= -[0{,}22 * \log_2 0{,}22 + 0{,}11 * \log_2 0{,}11 + 0{,}44 * \log_2 0{,}44 +$$

$$0{,}22 * \log_2 0{,}22]$$

$$= 0{,}55$$

2. Nilai matriks pada citra fosil *suturalis*

   a. *Mean* $(\boldsymbol{\mu})$ $= 2{,}75$

   b. *Variance* (σ^2) $= 0{,}83$

   c. *Skewness* $(\alpha_3) = 3{,}76$

   d. *Kurtosi* (α_4) $= 17{,}61$

   e. *Entropy* (H) $= 0{,}486$

3. Nilai matriks pada citra fosil *universa*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

a. *Mean* ($\boldsymbol{\mu}$) $= 1{,}54$

b. *Variance* (σ^2) $= 0{,}66$

c. *Skewness* (α_3) $= 3{,}78$

d. *Kurtosi* (α_4) $= 33{,}37$

e. *Entropy* (H) $= 0{,}64$

3.2.6 *Artificial Neural Network* (*ANN*)

Tahapan pada proses ini melakukan pengklasifikasian objek citra fosil yang baru berdasarkan data *training* menggunakan metode *ANN*. Sistem akan membaca citra fosil baru dan mencocokkan dengan data *training* agar diketahui jenis fosil pada citra baru tersebut. Berikut ini adalah data *training* yang akan dinormalisasikan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Data *Training*

Data Ke-	*Mean*	*Entropy*	*Variance*	*Skewness*	*Kurtosi*	Target
1	0,6768	0,1542	58,1535	13,3558	203,3748	1
2	0,393336	0,09469	41,57089	19,20354	402,060821	3
3	0,39856	0,095054	42,1931	19,133647	398,4544	3
4	0,415216	0,09743	44,36205	18,6678	375,5595	3
5	0,417448	0,09889	43,18912	18,40367	368,81139	3
6	0,421316	0,09739	45,63107	18,68902	377,9687	3
7	0,42806	0,09938	45,8229	18,3228	361,4885	3
8	0,577988	0,108323	71,01808	16,5874	297,05058	3
9	0,592184	0,112114	70,972790	16,0219	273,1535	3
10	0,595396	0,10838	73,97329	16,1661	277,1873	3
...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	
60	4,162132	0,875856	264,767509	4,460041	22,10945	2

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Proses normalisasi data dilakukan agar *range* data menjadi 0 dan 1 sehingga dapat digunakan proses *training* nantinya. Metode *jst backpropagation* mengharuskan data untuk dinormalisasikan terlebih dahulu agar *input*-an sesuai dengan *range* fungsi aktivasi yang akam digunakan. Sebelum melakukan pengkalsifikasian, pada penelitian ini menggunakan *min-max normalization* untuk menormalisasikan data *training*. Data yang akan diolah menggunakan metode *backpropagation* tersebut dinormalisasikan menggunakan rumus persamaan 2.14, berikut ini adalah hasil data yang sudah dinormalisasikan. Dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Data *Training* Setelah dinormalisasi

Data Ke-	*Mean*	*Entropy*	*Variance*	*Skewness*	*Kurtosi*
1	0,04	0,06	0,03	0,63	0,49
2	0	0	0	1	1
3	0	0	0	1	0,99
4	0	0	0	0,97	0,93
5	0	0	0	0,95	0,91
6	0	0	0,01	0,97	0,94
7	0,01	0	0,01	0,94	0,90
8	0,03	0,01	0,05	0,83	0,73
9	0,03	0,02	0,05	0,80	0,67
10	0,03	0,01	0,05	0,81	0,68
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
60	0,58	0,76	0,35	0,07	0,03

3.2.7 Metode *Backpropagation*

Pada tahapan ini, data *input* yang akan digunakan untuk proses analisa dari data yang telah dinormalisasikan dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut ini :

Tabel 3.3 Keterangan Data *Input*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

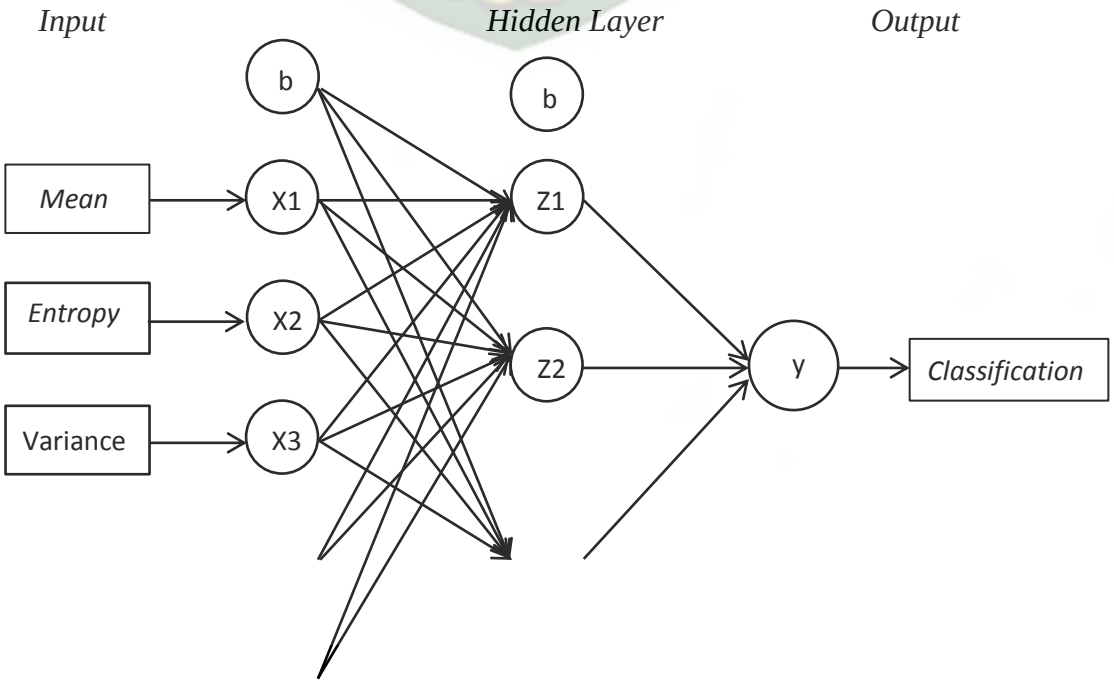
Variabel	Keterangan
X1	*Mean*
X2	*Entropy*
X3	*Variance*
X4	*Skewness*
X5	*Kurtosi*

Selain data *input*, pada metode ini juga memiliki nilai target yang sudah ditentukan sebelumnya. Pada penelitian ini menggunakan target dengan fungsi linier dimana nilai y (target) akan sama dengan nilai output dari proses *backpropagation* tersebut. Dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut ini :

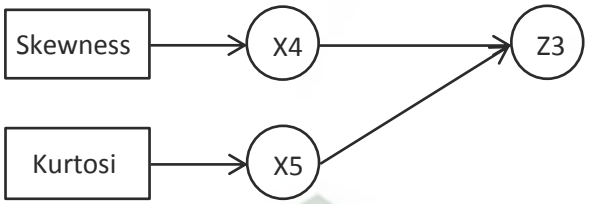
Tabel 3.4 Data Target

No	Nilai Target (y = x)	Keterangan
1	1	*Bilobata*
2	2	*Suturalis*
3	3	*Universa*

Dari tabel diatas dapat dilihat ada tiga target yang akan dicapai untuk menentukan hasil klasifikasi dari metode *backpropagation*. Berdasarkan data *input* dan data target yang akan dicapai, maka dapat digambarkan arsitektur jaringan syaraf tiruan *backpropagation* untuk mengklasifikasikan data. Dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 3.11 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Keterangan gambar 3.11 :

1. Data *input* terdiri dari data *mean, entropy, variance, skewness,* dan *kurtosi* sehingga jumlah data *input* ada 5 yang diinisialisaikan dengan x1, x2, x3, x4, dan x5.
2. Nilai *input* (x1, x2, x3, x4, dan x5) dinormalisasikan terlebih dahulu, kemudian akan dikirim dari *input layer* ke *hidden layer* menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid binner*. *Neuron* pada *hidden layer* pada gambar 3.9 disimbolkan dengan huruf Z.
3. Pada *hidden layer* terdapat 3 *neuron* yang disimbolkan dengan huruf Z, dan setiap *neuron* pada *input layer* dan *output layer* akan terhubung dengan *hidden layer* melalui bobot dan fungsi aktivasi.
4. Bobot keluaran dari *hidden layer* akan dialirkan ke *output layer* yang mempunyai 1 *output*. *Neuron* pada *output layer* disimbolkan dengan Y.

3.2.8 *Flowchart* Tahap *Backpropagation*

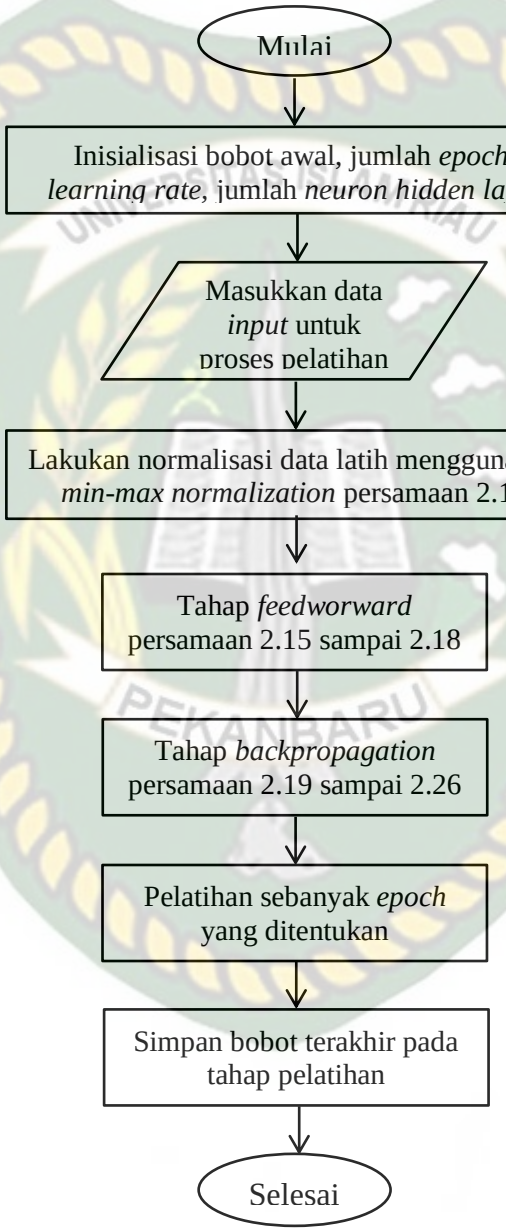
Pada metode ini memiliki 2 tahapan yaitu tahap pelatihan (*training*) dan tahap pengujian (*testing*). Berikut ini adalah tahapan yang akan dilalui oleh metode *backpropagation.*

3.2.8.1 *Flowchart* Tahap Pelatihan *(training)*

Pada tahapan pelatihan terdiri dari 2 kategori, yaitu kategori *feedworward*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dan kategori *backpropagation*. Berikut ini adalah *flowchart* tahapan pelatihan, dapat dilihat pada gambar 3.12



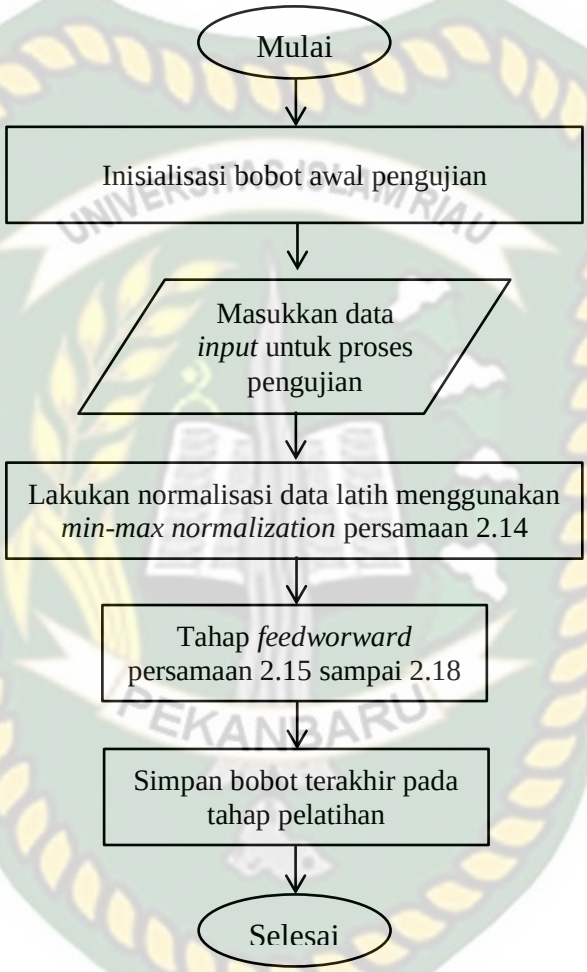
Gambar 3.12 *Flowchart* tahapan pelatihan (*training*)

3.2.8.2 *Flowchart* Tahap Pengujian *(testing)*

Setelah selesai melakukan tahap pelatihan, langkah selanjutnya adalah melakukan tahapan mengujian. Pada tahapan ini, bobot awal yang digunakan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

untuk perhitungan, diambil dari bobot akhir dari tahap pelatihan yang sudah dilakukan sebelumnya. Dapat dilihat pada gambar 3.13 Berikut ini adalah *flowchart* tahapan pengujian :



Gambar 3.13 *Flowchart* tahapan pengujian (*testing*)

3.2.9 Perhitungan Manual

Berikut ini adalah contoh perhitungan manual menggunakan metode *jst backpropagation* untuk melakukan klasifikasi data.

3.2.9.1 Contoh perhitungan manual pada pelatihan metode *backpropagation*

1. Inisialisasi bobot awal, jumlah *epoch*, *learning rate*, dan jumlah *neuron hidden layer*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan data latih yang ke-1 dengan kondisi berhenti berdasarkan *epoch* yang telah ditentukan sebelumnya.

Epoch = 1000

Learning Rate = 0,8

Berikut ini adalah bobot awal *input*-an ke *hidden layer* (bobot v awal). Dapat dilihat pada tabel 3.5 berikut ini :

Tabel 3.5 Bobot awal *input*-an ke *hidden layer*

No	v0	v1	v2	v3	v4	v5
1	0,1	0,5	0,4	0,1	-0,5	0,5
2	-0,5	-0,1	0	-0,1	0,4	0,5
3	0,3	-0,1	0,5	0,2	-0,4	-0,1

Berikut ini adalah bobot awal *hidden layer* ke *output* (bobot w awal). Dapat dilihat pada tabel 3.6 berikut ini :

Tabel 3.6 Bobot awal *hidden layer* ke *output*

Variabel	w0	w1	w2	w3
Y1	-0,2	-0,4	0,5	0,2

2. Masukkan data *input* untuk proses data latih

Berikut ini adalah data *input*-an yang akan digunakan untuk tahap pelatihan. Dapat dilihat pada tabel 3.7 berikut ini :

Tabel 3.7 Data *input*-an untuk pelatihan

X1	X2	X3	X4	X5	TARGET
0,6768	0,1542	58,1535	13,3558	203,3748	1

3. Lakukan normalisasi data latih menggunakan persamaan 2.14

Pelatihan data ke-1 :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$X = \frac{x - \min\{x_k\}}{\max\{x_k\} - \min\{x_k\}}$$

$$X_1 = \frac{0{,}6768 - 0{,}393336}{6{,}85248 - 0{,}393336} = 0{,}04$$

$$X_2 = \frac{0{,}1542 - 0{,}094690111}{1{,}119845189 - 0{,}094690111} = 0{,}06$$

$$X_3 = \frac{58{,}1535 - 41{,}5708948}{676{,}415398 - 41{,}5708948} = 0{,}03$$

$$X_4 = \frac{13{,}3558 - 3{,}408398652}{19{,}20354793 - 3{,}408398652} = 0{,}63$$

$$X_5 = \frac{203{,}3748 - 11{,}3027742}{402{,}060822 - 3{,}408398652} = 0{,}49$$

4. Tahap *feedforward* menggunakan persamaan 2.15 sampai 2.18

Jumlahkan semua sinyal yang berhubungan pada *input*-an dengan persamaan 2.15:

$$z_{inj} = v_{oj} + \sum_{i=1}^{n}(x, y)$$

$$z_{in1} = v_{o1} + (x1 * v11) + (x2 * v21) + (x3 * v31) + (x4 * v41) + (x5 * v51)$$

$$= 0{,}1 + (0{,}04 * 0{,}5) + (0{,}06 * 0{,}4) + (0{,}03 * 0{,}1) + (0{,}63 * (-0{,}5)) + (0{,}49 * 0{,}5)$$

$$= 0{,}08$$

$$z_{in2} = v_{o2} + (x2 * v12) + (x2 * v22) + (x3 * v32) + (x4 * v42) + (x5 * v52)$$

$$= -0{,}5 + (0{,}04 * -0{,}1) + (0{,}06 * 0) + (0{,}03 * (-0{,}1) + (0{,}63 * 0{,}4) + (0{,}49 * 0{,}5)$$

$$= -0{,}01$$

$$z_{in3} = v_{o3} + (x3 * v13) + (x2 * v23) + (x3 * v33) + (x4 * v43) + (x5 * v53)$$

$$= 0{,}3 + (0{,}04 * (-0{,}1) + (0{,}06 * 0{,}5) + (0{,}03 * 0{,}2) + (0{,}63 * (-0{,}4)) +$$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$(0{,}49 * (-0{,}1)$

$= 0{,}03$

Kemudian *output* pada lapisan unit Zin_j menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* seperti persamaan 2.16

$z = \frac{1}{1+exp^{(-z_inj)}}$

$z_1 = \frac{1}{1+exp^{(-0{,}08)}} = 5{,}2E-01$

$z_2 = \frac{1}{1+exp^{-(-0{,}01)}} = 5{,}0E-01$

$z_3 = \frac{1}{1+exp^{(-0{,}03)}} = 5{,}1E-01$

Selanjutnya hitung semua data yang masuk ke unit k dengan persamaan 2.17

$Yink = w_{ok} + \sum_{i=1}^{n}(x_i w_{ik})$

$Yin1 = w_o + (z1 * w1) + (z2 + w2) + (z3 + w3)$

$= 0{,}3 + (5{,}2e-01 * (-0{,}14) + (5{,}0e-01 * 0{,}75) + (5{,}1e-01 * 0{,}45)$

$= -0{,}06$

Kemudian hitung *output* dengan fungsi aktivasi dengan rumus berikut ini :

$y = \frac{1}{1+exp^{(-y_ink)}}$

$y_1 = \frac{1}{1+exp^{(-0{,}06)}} = 0{,}49$

5. Tahap *backforward* menggunakan persamaan 2.19 sampai 2.26 :

Hitunglah faktor kesalahan pada unit k, tiap unit menerima target pola yang berhubungan dengan pola *input*-an menggunakan persamaan 2.19

$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k})$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$\delta_1 = (1 - 0{,}49) * 0{,}49 * (1 - 0{,}49) = 0{,}63$

Hitung koreksi bobot pada unit k menggunakan rumus persamaan 2.21 dan persamaan 2.22 :

$\Delta w_{kj} = \alpha \cdot \vartheta_k \cdot z_j$

$\Delta w_{11} = 0{,}8 \cdot 0{,}63 \cdot 5{,}2e-01 =$ 2,6e-01

$\Delta w_{21} = 0{,}8 \cdot 0{,}63 \cdot 5{,}0e-01 =$ 2,5e-01

$\Delta w_{31} = 0{,}8 \cdot 0{,}63 \cdot 5{,}1e-01 =$ 2,5e-01

$\Delta w_{ok} = \alpha \cdot \vartheta_k$

$\Delta w_{o1} = 0{,}8 \cdot 0{,}63 = 0{,}5$

Hitung penjumlahan kesalahan pada lintasan j menggunakan persamaan 2.23 :

$\delta_{in_j} = \sum_{i=1}^{m} (\delta_k w_{jk})$

$\delta_{in_1} = 0{,}63 * (-0{,}4) = -0{,}10444$

$\delta_{in_2} = 0{,}63 * 0{,}5 = 0{,}13$

$\delta_{in_3} = 0{,}63 * 0{,}2 = 0{,}05$

Lalu kalikan kesalahan tersebut dengan fungsi aktivasi untuk mendapatkan informasi *error* menggunakan persamaan 2.24 :

$\delta_{in_j} = f'\left(z_{in_j}\right)(\delta_{in_j})$

$\delta_{in_1} = 5{,}2e-01 * (1 - 5{,}2e-01) * (-0{,}10444) = -0{,}02607$

$\delta_{in_2} = 5{,}0e-01 * (1 - 5{,}0e-01) * 0{,}13 = 0{,}031257$

$\delta_{in_3} = 5{,}1e-01 * (1 - 5{,}1e-01) * 0{,}05 = 0{,}01274$

Setelah nilai *error* didapatkan, selanjutnya hitung koreksi bobot *input*-an

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

menggunakan persanaan 2.25 dan 2.26 :

$$\Delta V_{ij} = \alpha \cdot \delta_j \cdot x_i$$

$$\Delta V_{11} = \alpha \cdot \delta_1 \cdot x_1 = 0{,}8 * (-0{,}02607) * 0{,}04 = -9e-04$$

$$\Delta V_{12} = \alpha \cdot \delta_2 \cdot x_1 = 0{,}8 * (0{,}031257) * 0{,}04 = 1e-03$$

$$\Delta V_{13} = \alpha \cdot \delta_3 \cdot x_1 = 0{,}8 * (0{,}01274) * 0{,}04 = 4e-04$$

$$\Delta V_{21} = \alpha \cdot \delta_1 \cdot x_2 = 0{,}8 * (-0{,}02607) * 0{,}06 = -1e-03$$

$$\Delta V_{22} = \alpha \cdot \delta_2 \cdot x_2 = 0{,}8 * (0{,}031257) * 0{,}06 = 1e-03$$

$$\Delta V_{23} = \alpha \cdot \delta_3 \cdot x_2 = 0{,}8 * (0{,}01274) * 0{,}06 = 6e-04$$

$$\Delta V_{31} = \alpha \cdot \delta_1 \cdot x_3 = 0{,}8 * (-0{,}02607) * 0{,}03 = -5e-04$$

$$\Delta V_{32} = \alpha \cdot \delta_2 \cdot x_3 = 0{,}8 * (0{,}031257) * 0{,}03 = 7e-04$$

$$\Delta V_{33} = \alpha \cdot \delta_3 \cdot x_3 = 0{,}8 * (0{,}01274) * 0{,}03 = 3e-04$$

$$\Delta V_{41} = \alpha \cdot \delta_1 \cdot x_3 = 0{,}8 * (-0{,}02607) * 0{,}63 = -1e-02$$

$$\Delta V_{42} = \alpha \cdot \delta_2 \cdot x_4 = 0{,}8 * (0{,}031257) * 0{,}63 = 2e-02$$

$$\Delta V_{43} = \alpha \cdot \delta_3 \cdot x_4 = 0{,}8 * (0{,}01274) * 0{,}63 = 6e-03$$

$$\Delta V_{51} = \alpha \cdot \delta_1 \cdot x_5 = 0{,}8 * (-0{,}02607) * 0{,}49 = -1e-02$$

$$\Delta V_{52} = \alpha \cdot \delta_2 \cdot x_5 = 0{,}8 * (0{,}031257) * 0{,}49 = 1e-02$$

$$\Delta V_{53} = \alpha \cdot \delta_3 \cdot x_5 = 0{,}8 * (0{,}01274) * 0{,}49 = 5e-03$$

$$\Delta V_{oj} = \alpha \cdot \delta_j$$

$$\Delta V_{o1} = \alpha \cdot \delta_1 = 0{,}8 * (-0{,}02607) = -2e-02$$

$$\Delta V_{o2} = \alpha \cdot \delta_2 = 0{,}8 * (0{,}031257) = 3e-02$$

$$\Delta V_{o3} = \alpha \cdot \delta_3 = 0{,}8 * (0{,}01274) = 1e-02$$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

6. Proses memperbaiki bias dan bobot menggunakan rumus persamaan 2.28 dan 2.27 :

$$w_{jk(baru)} = w_{jk(lama)} + \Delta w_{jk}$$

$$w_{0(baru)} = w_{0(lama)} + \Delta w_0 = -0{,}2 + 0{,}5 = 0{,}30$$

$$w_{1(baru)} = w_{1(lama)} + \Delta w_1 = -0{,}4 + 0{,}26 = -0{,}14$$

$$w_{2(baru)} = w_{2(lama)} + \Delta w_2 = 0{,}5 + 0{,}25 = 0{,}75$$

$$w_{3(baru)} = w_{3(lama)} + \Delta w_3 = 0{,}2 + 0{,}25 = 0{,}45$$

$$V_{jk(baru)} = V_{jk(lama)} + \Delta V_{jk}$$

$$V_{01(baru)} = V_{01(lama)} + \Delta V_{01} = 0{,}1 + (-2{,}1e-03) = 0{,}08$$

$$V_{02(baru)} = V_{02(lama)} + \Delta V_{02} = -0{,}5 + (2{,}5e-02) = -0{,}47$$

$$V_{03(baru)} = V_{03(lama)} + \Delta V_{03} = 0{,}3 + (1{,}0e-02) = 0{,}31$$

$$V_{11(baru)} = V_{11(lama)} + \Delta V_{11} = 0{,}5 + (-8{,}2e-03) = -0{,}49$$

$$V_{12(baru)} = V_{12(lama)} + \Delta V_{12} = -0{,}1 + (9{,}8e-03) = -0{,}09$$

$$V_{13(baru)} = V_{13(lama)} + \Delta V_{13} = -0{,}1 + (4{,}0e-03) = -0{,}10$$

$$V_{21(baru)} = V_{21(lama)} + \Delta V_{21} = 0{,}4 + (-2{,}0e-03) = 0{,}40$$

$$V_{22(baru)} = V_{22(lama)} + \Delta V_{22} = 0 + (2{,}4e-03) = 0{,}0024$$

$$V_{23(baru)} = V_{23(lama)} + \Delta V_{23} = 0{,}5 + (9{,}7e-04) = 0{,}5010$$

$$V_{31(baru)} = V_{31(lama)} + \Delta V_{31} = 0{,}1 + (-8{,}7e-03) = -0{,}77$$

$$V_{32(baru)} = V_{32(lama)} + \Delta V_{32} = -0{,}1 + (4{,}2e-01) = 0{,}32$$

$$V_{33(baru)} = V_{33(lama)} + \Delta V_{33} = 0{,}2 + (-6{,}9e-01) = -0{,}49$$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$V_{41(baru)} = V_{41(lama)} + \Delta V_{41} = -0{,}5 + (-4{,}0e - 01) = -0{,}90$$

$$V_{42(baru)} = V_{42(lama)} + \Delta V_{42} = 0{,}4 + (4{,}8e - 01) = 0{,}88$$

$$V_{43(baru)} = V_{43(lama)} + \Delta V_{43} = -0{,}4 + (2{,}02 - 01) = -0{,}20$$

$$V_{51(baru)} = V_{51(lama)} + \Delta V_{51} = 0{,}5 + (-8{,}4e + 00) = -7{,}89$$

$$V_{52(baru)} = V_{52(lama)} + \Delta V_{52} = 0{,}5 + (1{,}0e + 01) = 10{,}55$$

$$V_{53(baru)} = V_{53(lama)} + \Delta V_{53} = -0{,}1 + (4{,}1e + 00) = 4$$

Pelatihan dilakukan sampai semua *epoch* terpenuhi, perhitungan akan dimulai dari 1 *epoch* yang bertujuan untuk menghitung semua data sampai 1000 *epoch*. Bobot data terakhir dari *epoch* terakhir yang nantinya akan digunakan sebagai bobot pada tahap pengujian.

3.2.9.2 Contoh perhitungan manual pada pengujian metode *backpropagation*

1. Inisialisasi bobot awal pengujian

Bobot yang digunakan adalah hasil dari pelatihan data *epoch* ke 1000 atau *epoch* terakhir. Pengujian menggunakan fungsi aktivasi linier (identitas). Bobot v dan w awal pengujian dapat dilihat pada tabel 3.8 berikut ini :

Tabel 3.8 Bobot v awal pengujian

No	v0	v1	v2	v3	v4	v5
1	-13,57	-0,71	-4,46	0,02	0,17	0,02
2	10,08	-0,60	-5,66	-0,01	-0,12	-0,06
3	7,88	-1,64	-9,50	0,00	0,21	-0,04

Berikut ini adalah bobot awal *hidden layer* ke *output* (bobot w awal) pengujian. Dapat dilihat pada tabel 3.9 berikut ini :

Tabel 3.9 Bobot awal *hidden layer* ke *output*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Variabel	w0	w1	w2	w3
Y1	0,61	-0,73	-0,45	0,27

2. Masukkan data *input* untuk proses data latih

Berikut ini adalah data *input*-an yang akan digunakan untuk tahap pengujian. Dapat dilihat pada tabel 3.10 berikut ini :

Tabel 3.10 Data *input*-an untuk pengujian

X1	X2	X3	X4	X5	Target
0,786	0,178	64,467	11,557	146,076	1

3. Lakukan normalisasi data latih menggunakan persamaan 2.14

Pelatihan data ke-1 :

$$X = \frac{x - \min\{x_k\}}{\max\{x_k\} - \min\{x_k\}}$$

$$X_1 = \frac{0,786 - 0,393336}{6,85248 - 0,393336} = 0,06$$

$$X_2 = \frac{0,178 - 0,094690111}{1,119845189 - 0,094690111} = 0,08$$

$$X_3 = \frac{64,467 - 41,5708948}{676,415398 - 41,5708948} = 0,04$$

$$X_4 = \frac{11,557 - 3,408398652}{19,20354793 - 3,408398652} = 0,52$$

$$X_5 = \frac{146,076 - 11,3027742}{402,060822 - 3,408398652} = 0,34$$

4. Tahap *feedforward* menggunakan persamaan 2.15 sampai 2.18

Jumlahkan semua sinyal yang berhubungan pada *input*-an dengan persamaan 2.15:

$$z_{inj} = v_{oj} + \sum_{i=1}^{n}(x, y)$$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$z_{in1} = v_{o1} + (x1 * v11) + (x2 * v21) + (x3 * v31) + (x4 * v41) + (x5 * v51)$$

$$= -13{,}57 + (0{,}06 * (-0{,}71)) + (0{,}08 * (-4{,}46)) + (0{,}04 * 0{,}02) + (0{,}52 * 0{,}17) + (0{,}34 * 0{,}02)$$

$$= -13{,}88$$

$$z_{in2} = v_{o2} + (x1 * v12) + (x2 * v22) + (x3 * v32) + (x4 * v42) + (x5 * v52)$$

$$= 10{,}08 + (0{,}06 * (-0{,}6)) + (0{,}08 * (-5{,}66)) + (0{,}04 * (-0{,}01)) + (0{,}52 * (-0{,}12)) + (0{,}34 * (-0{,}06))$$

$$= 9{,}50$$

$$z_{in3} = v_{o3} + (x1 * v13) + (x2 * v23) + (x3 * v33) + (x4 * v43) + (x5 * v53)$$

$$= 7{,}88 + (0{,}06 * (-1{,}64)) + (0{,}08 * (-9{,}5)) + (0{,}04 * (-0{,}004)) + (0{,}52 * 0{,}21) + (0{,}34 * (-0{,}04))$$

$$= 7{,}11$$

Kemudian *output* pada lapisan unit Zin_j menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* seperti persamaan 2.16

$$z = \frac{1}{1+exp^{(-z_inj)}}$$

$$z_1 = \frac{1}{1+exp^{-(-13{,}88)}} = 9{,}4E-01$$

$$z_2 = \frac{1}{1+exp^{(9{,}5)}} = 1{,}0E+00$$

$$z_3 = \frac{1}{1+exp^{(-7{,}11)}} = 1{,}0E+00$$

Selanjutnya hitung semua data yang masuk ke unit k dengan persamaan 2.17

$$Yink = w_{ok} + \sum_{i=1}^{n}(x_i w_{ik})$$

$$Yin1 = w_o + (z1 * w1) + (z2 + w2) + (z3 + w3)$$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$= 0{,}61 + (9{,}4e-01 * (-0{,}73) + (1{,}0e+00 * (-0{,}45)) + (1{,}0e+00 * 0{,}27)$$

$$= 0{,}43$$

Kemudian hitung *output* dengan fungsi aktivasi dengan rumus berikut ini :

$$y = \frac{1}{1+exp^{(-y_ink)}}$$

$$y_1 = \frac{1}{1+exp^{(0{,}43)}} = 0{,}61 = 1$$

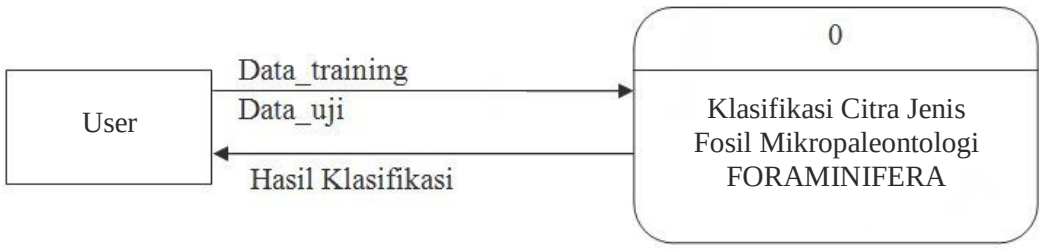
5. Target *class*

Fungsi linier (identitas) dimana nilai *output* dengan nilai target adalah sama. secara sistematis fungsi *linier* dapat ditulis sebagai $y = x$, hasil pengujian data menunjukkan bahwa nilai y = 0,61 yang jika dibulatkan akan memiliki nilai y = 1. Menandakan bahwa traget dan hasil pengujian memiliki nilai yang sama, sehingga klasifikasi dinyatakan benar.

3.3 Pengembangan dan Perancangan Sistem

3.3.1 *Context Diagram*

Context diagram merupakan alat untuk analisis, pendekatan struktur ini untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan, informasi yang dibutuhkan dan tujuan yang akan dihasilkan. Dapat dilihat pada gambar 3.14 :



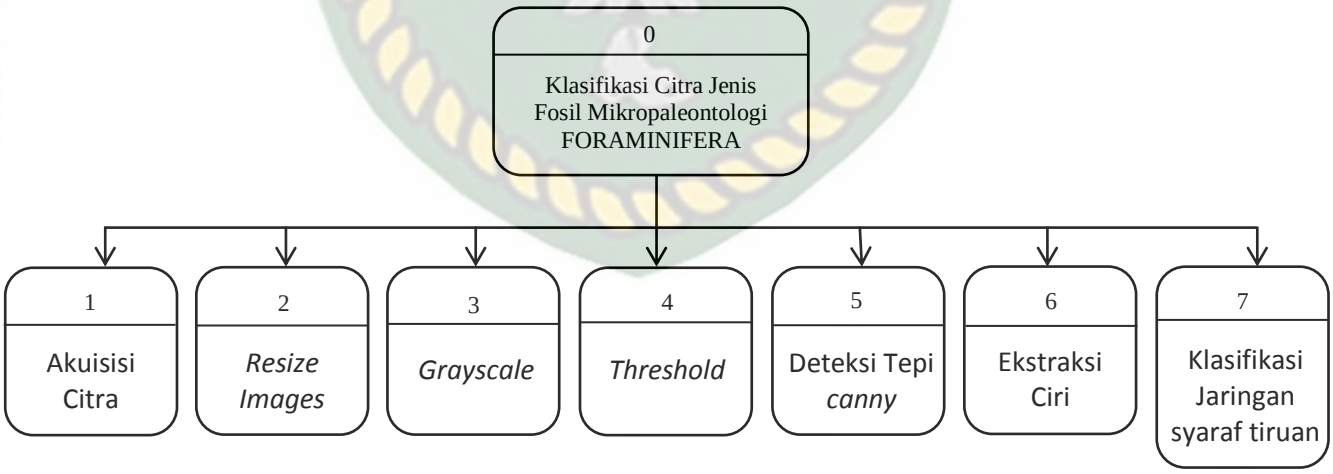
Gambar 3.14 *Context* Diagram

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Context diagram pada sistem ini memiliki satu pengguna yang dapat menggunakan dan mengoperasikan sistem. Terdapat dua data dari proses tersebut yaitu proses data *training* atau pelatihan untuk data citra fosil, sistem program tersebut harus terlebih dahulu dilatih agar nantinya bisa mengklasifikasikan sebuah citra fosil dengan akurasi yang baik. Selanjutnya ada data *testing* atau data uji yang merupakan data citra sebagai pengujian apakah sistem telah mengklasifikasikan sebuah citra fosil dengan benar atau salah.

3.3.2 *Hierarchy Chart*

Hierarchy Chart merupakan gambaran sub sistem yang menjelaskan proses-proses yang terdapat dalam sistem utama dimana semua sub system yang berada dalam ruang lingkup sistem utama yang saling berhubungan satu dan lainnya yang membedakan adalah level prosesnya. Berikut rancangan *hierarchy chart* dalam sistem yang dirancang:

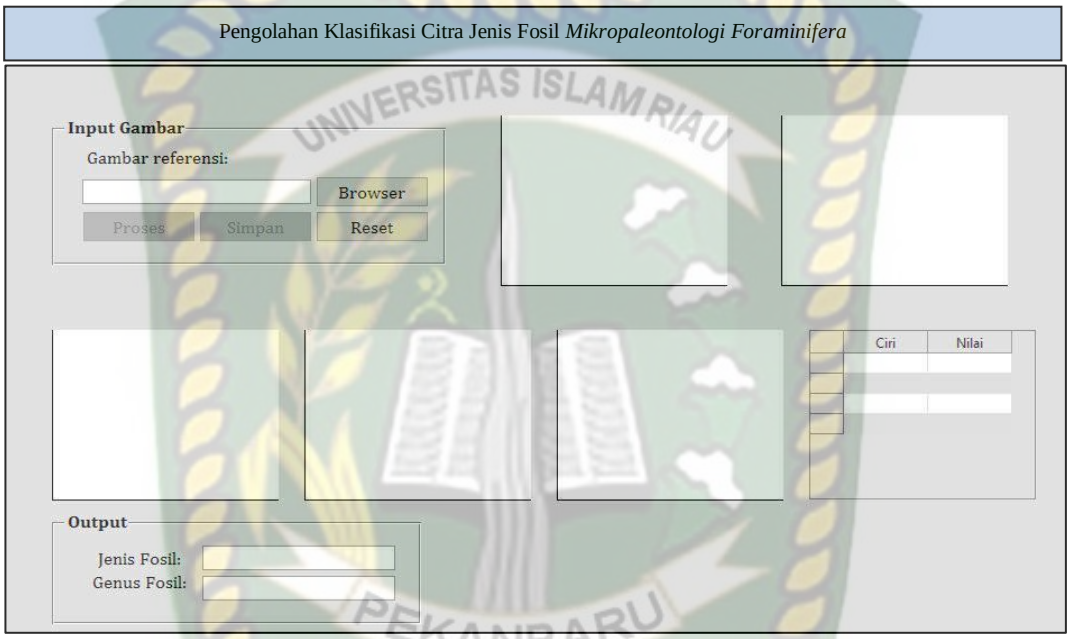


Gambar 3.15 *Hierarchy Chart* Sistem

3.3.3 Rancangan Output

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Rancangan *output* merupakan bentuk dari hasil pemrosesan dari sebuah sitem. Pada sistem pengolahan citra segmentasi fosil, *output* yang dihasilkan berupa perubahan gambar yang diproses memiliki perubahan bentuk atau tidak, dapat dilihat pada gambar 3.16 :



Gambar 3.16 Desain Rancangan *Output*

Setelah sistem menampilkan perubahan citra baru pada setiap tahapan, selanjutnya sistem akan menampilkan hasil pengolahan citra dari gambar baru, lalu memprediksi citra baru tersebut termasuk ke jenis fosil mana disertakan menampilkan *genus* dari fosil tersebut.

3.3.4 Rancangan *Input*

Rancangan *input* merupakan bentuk tampilan/form yang digunakan untuk menginputkan gambar citra baru. Tampilan *input* gambaar digunakan untuk memasukkan gambar referensi. Gambar yang diinputkan adalah gambar yang

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

akan diolah dalam proses perbandingan bentuk dan banyak nya piksel hitam pada citra. Tampilan input dapat dilihat pada gambar 3.17

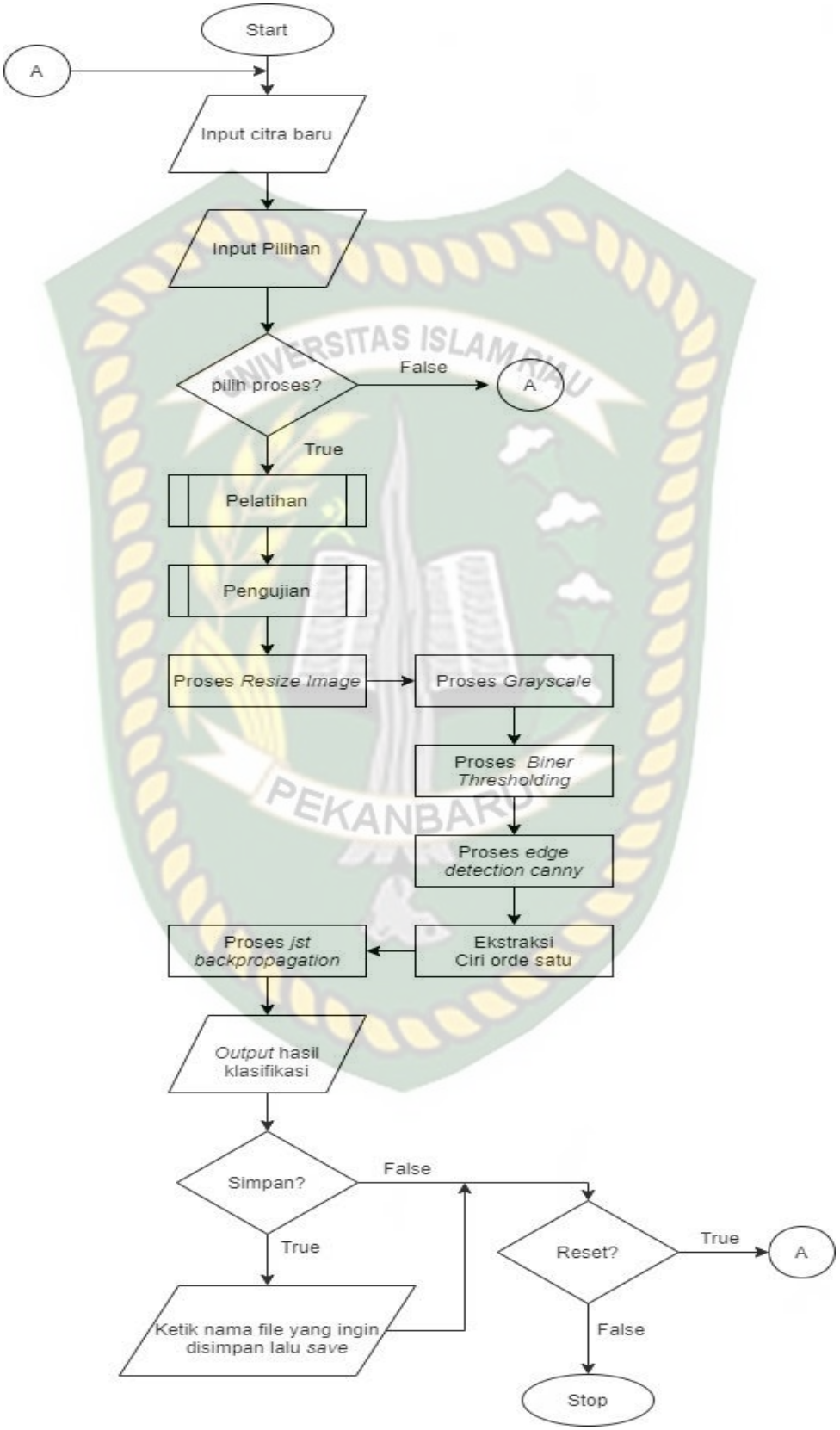
Gambar 3.17 Desain Input Gambar

3.3.5 Rancangan Logika Program

Desain logika program menggambarkan logika program yang akan dibuat menggunakan alat bantu *flowchart*. Desain logika program ini bertujuan untuk menunjukkan alur sistem maupun program, mulai dari data input sampai hasil output yang diproses oleh program. Logika program merupakan unsur penting untuk membangun sebuah sistem berbasis komputer, karena hal ini akan sangat membantu pengguna yang akan menggunakan sistem. Berikut *flowchart* pengolahan citra yang diporses pada program ini:

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

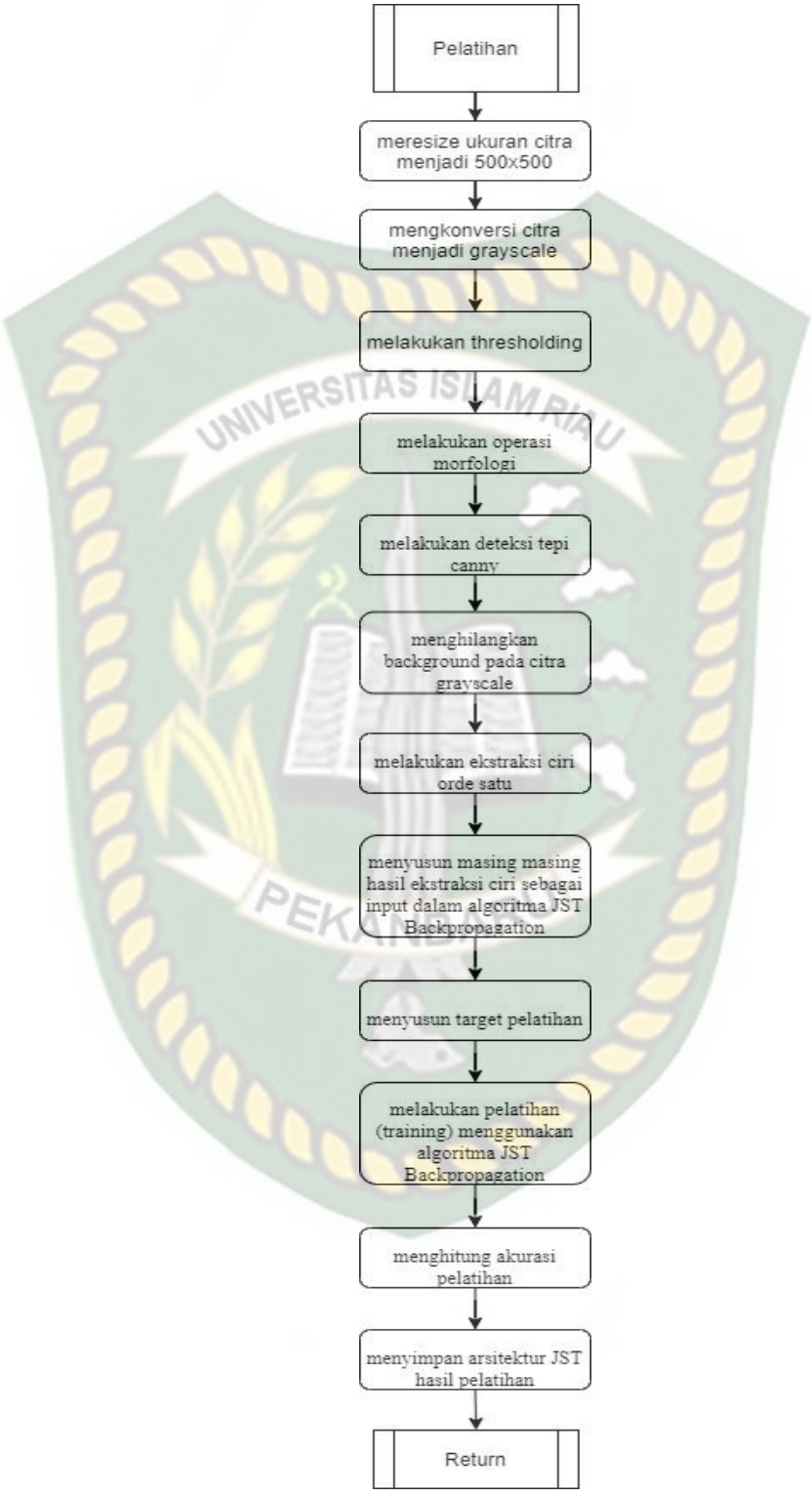


Gambar 3.18 Program *Flowchart Menu* Utama

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

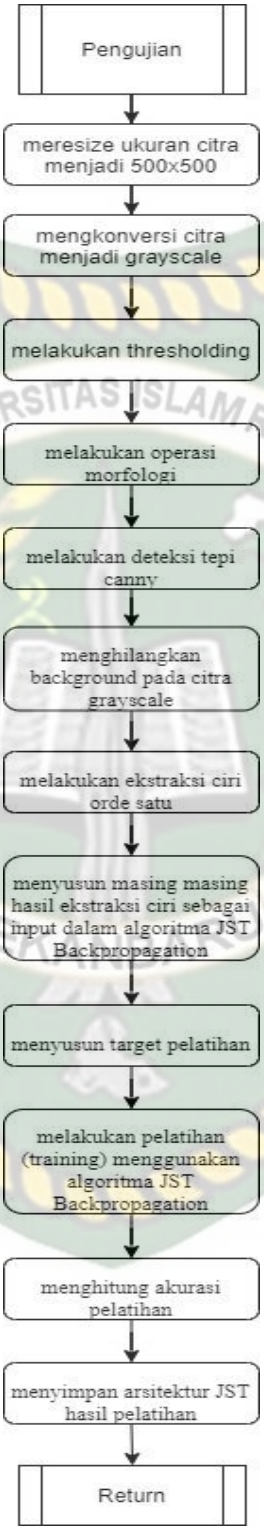
Dapat dilihat pada gambar 3.18 merupakan *flowchart* dari alur program menggunakan gui matlab. Alur tersebut menggambarkan jalan proses pengolahan data citra saat melakukan pengujian citra fosil menggunakan gui matlab, sedangkan untuk *flowchart* program saat pelatihan dan pengujian dapat dilihat pada gambar 3.19 dan 3.20 berikut ini.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 3.19 Program *Flowchart* Pelatihan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 3.20 Program *Flowchart* Pengujian

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB IV

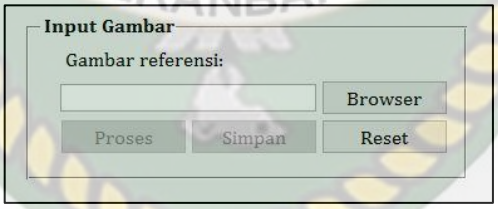
HASIL DAN PEMBAHASAN

1.6 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* adalah salah satu cara pengujian perangkat lunak yang berfokus pada sisi fungsional, khususnya pada input dan output data pada aplikasi untuk menentukan aplikasi tersebut sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak sesuai dengan yang diharapkan.

4.1.1 Pengujian *Form Input*

Untuk dapat melakukan pengolahan data pada sebuah sistem, *login* harus memasukkan gambar ke dalam sistem. *User* hanya perlu memasukkan gambar dengan menekan tombol *browser* yang terletak di dalam *form input*. Berikut tampilan halaman *input* pada sistem, dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengujian *Form Input*

Pada gambar 4.1 terdapat *field* gambar yang wajib diisi dan tidak boleh kosong dalam penginputan data gambar tersebut dengan menekan tombol *browser*, jika *field* gambar tidak diisi maka tombol proses dan simpan tidak aktif dan tidak dapat digunakan. begitu juga sebaliknya, jika data gambar sudah diisi dan dipilih maka tombol proses akan aktif dan dapat digunakan. untuk tombol simpan akan aktif saat tombol proses sudah di tekan, seperti pada gambar 4.2 berikut ini :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

(a) (b)

Gambar 4.2 tampilan *input* saat gambar sudah ada (a) dan saat proses sudah dijalankan (b)

Saat melakukan peng-*input*-an data berupa video atau yang memiliki format selain file gambar, maka sistem akan membaca *error* tersebut. Dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini :

```
Error using imread (line 363)
Unable to determine the file format.
```

Gambar 4.3 Tampilan *error* saat format file selain file gambar

Berikut ini adalah bentuk *interface* dari sistem pengolahan data citra. Terdapat *form input*, proses citra, dan *form ouput*, dapat dilihat pada gambar 4.4

Gambar 4.4 Tampilan *Interface* Sistem

Pada gambar 4.4 memperlihatkan bahwa terdapat tiga komponen dalam pengolahan data citra nantinya. Ada *form input* yang digunakan untuk *input* data

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

gambar, ada proses untuk menampilkan proses citra yang dilakukan sistem, dan ada *form output* sebagai penentu klasifikasi dari citra *input*. Berikut ini merupakan kesimpulan pengujian *form input* pada sistem, dapat dilihat pada tabel 4.1

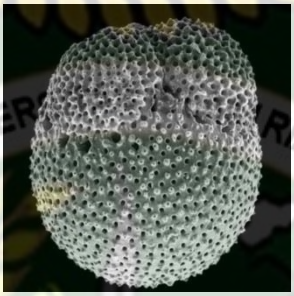
Tabel 4.1 Kesimpulan Pengujian *Form Input* pada Sistem

No	Skenario Pengujian	Tindakan Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Mengkosongkan semua *field* data citra, lalu klik proses	*Filed* data gambar : (Dikosongkan)	Sistem tidak akan mengaktifkan tombol proses	[✓]Sesuai Harapan [ ]Tidak Sesuai Harapan
2	Mengisi *field* data citra, lalu klik simpan	*Field* data gambar : (Diisi dengan file gambar)	Sistem tidak akan mengaktifkan tombol simpan	[✓]Sesuai Harapan [ ]Tidak Sesuai Harapan
3	Mengisi *field* data citra, lalu klik proses	*Field* data gambar : (Diisi dengan file gambar)	Sistem akan mengaktifkan tombol proses, jika diklik akan menampilkan hasil *output* berupa klasifikasi data gambar	[✓]Sesuai Harapan [ ]Tidak Sesuai Harapan
4	Mengisi *field* data citra, klik tombol proses lalu klik simpan	*Field* data gambar : (Diisi dengan file gambar)	Sistem akan membuka *form* simpan, untuk menyimpan *file* data yang telah diproses	[✓]Sesuai Harapan [ ]Tidak Sesuai Harapan
5	Mengisi *field* data citra, dengan format selain format gambar. Seperti video	*Field* data gambar : (Diisi dengan file berformat mp4 video)	Sistem akan menampilkan *error* di aplikasi matlab	[✓]Sesuai Harapan [ ]Tidak Sesuai Harapan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

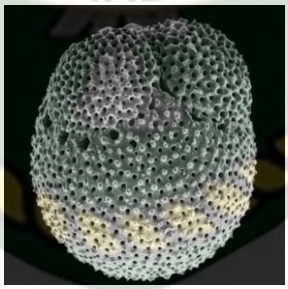
4.1.2 Pengujian *Output* Tahapan Proses Pengolahan

Pengujian pada proses ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil *output* seperti yang diharapkan. Berikut *output* setiap tahap pengolahan yang dilakukan sistem.



Gambar 4.5 Menampilkan Hasil Citra *Resize*

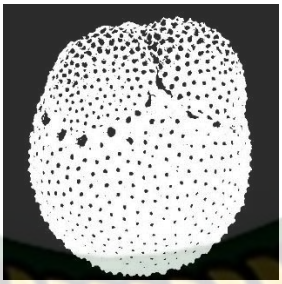
Pada gambar 4.5 menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan inputan citra warna pada gambar sebelah kiri dan gambar kebelah kanan yang sudah di *resize* menjadi citra baru, lalu sistem akan mengolah citra inputan dengan proses citra *grayscale*.



Gambar 4.6 Menampilkan Hasil Citra Proses *Grayscale*

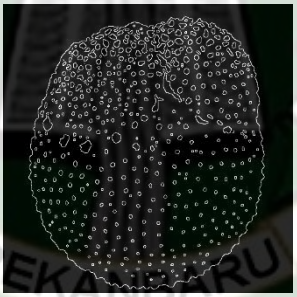
Pada gambar 4.6 menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil dari proses *grayscale*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *grayscale* ke citra hasil segmentasi *threshold*.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.7 Menampilkan Hasil Citra Proses *Threshold*

Pada gambar 4.7 menjelaskan pada tahapan ini sistem menampilkan citra baru hasil proses *threshold*. Setelah dilakukan pengolahan citra *threshold*, maka sistem akan mengolah pengolahan selanjutnya menggunakan *edge detection canny*. Dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Menampilkan Hasil *edge detection canny*

Pada gambar 4.8 menjelaskan sistem akan menampilkan citra baru hasil dari proses *edge detection canny*. Lalu sistem akan mengolah citra hasil proses *edge detection canny* ke pengolahan nilai ekstraksi ciri orde satu, dapat dilihat pada gambar 4.9

	Ciri	Nilai
1	MEAN	6.9992
2	ENTROPY	1.0391
3	VARIANCE	732.8360
4	SKEWNESS	4.6327
5	KURTOSIS	23.4938

Gambar 4.9 Menampilkan Hasil Pengolahan Nilai Ekstraksi Ciri

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Pada gambar 4.9 dapat dilihat bahwa sistem telah memproses nilai ekstraksi ciri orde satu agar nilai tersebut dapat diolah menggunakan jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation* yang nantinya akan menampilkan *output* hasil klasifikasi dari data gambar *input* tersebut. Dan hasil *output* dapat dilihat dari gambar 4.10 berikut ini

Gambar 4.10 Menampilkan Hasil Klasifikasi

Berikut rangkuman pengujian *output* tahapan proses pengolahan citra didalam sistem dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian *Output* Tahapan Proses Pengolahan Citra

Pengolahan	**Fungsi Sistem**	**Hasil Diharapkan**	**Hasil Pengujian**	**Kesimpulan**
Citra *Resize*	Mengolah Citra Warna ke *Resize*	Tampil Citra *Resize*	Tampil Citra *Resize*	Berhasil
Citra Hasil *Grayscale*	Mengolah Citra *Resize* ke *Grayscale*	Tampil Citra Hasil *Grayscale*	Tampil Citra Hasil *Grayscale*	Berhasil
Citra Hasil *Threshold*	Mengolah Citra *Grayscale* ke *Threshold*	Tampil Citra Hasil *Thershold*	Tampil Citra Hasil *Thershold*	Berhasil
Citra Hasil *edge detection canny*	Mengolah Citra *Threshold* ke *edge detection canny*	Tampil Citra Hasil *edge detection canny*	Tampil Citra Hasil *edge detection canny*	Berhasil
Nilai hasil Pengolahan ekstraksi ciri orde satu	Mengolah citra *edge detection canny* menjadi nilai ekstraksi ciri	Tampil nilai pengolahan ekstraksi ciri orde satu	Tampil nilai pengolahan ekstraksi ciri orde satu	Berhasil

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Pengolahan	Fungsi Sistem	Hasil Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Hasil Akhir Pengolahan citra	Menampilkan Hasil Akhir Pengolahamn citra	Tampil Hasil Akhir klasifikasi	Tampil Hasil akhir klasifikasi	Berhasil

4.2 Kesimpulan Pengujian *BlackBox*

Dari proses pengujian *black box* ini dapat disimpulkan bahwa setiap data yang akan diinputkan kedalam sistem harus benar-benar sesuai dengan *field* yang harus diisi, apabila terjadi kesalahan dalam penginputan data pada sistem, maka sistem tidak akan mengaktifkan tombol simpan dan proses. Jika file gambar tidak sesuai dengan format file gambar maka akan muncul kolom merah pada aplikasi, sebagai tindak *warning error*. Apabila setiap *field* sudah diisi dengan benar, sistem akan diproses sesuai dengan yang diharapkan.

4.3 Pengujian *White Box*

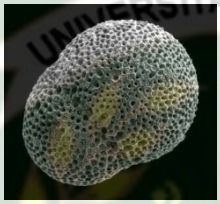
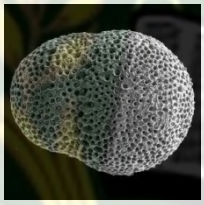
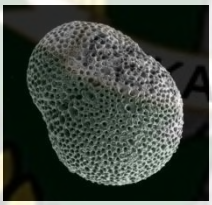
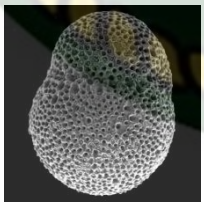
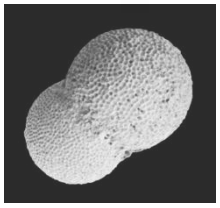
Pengujian *white box* merupakan pengujian yang dilakukan pada bagian *software* atau bagian dalam dari proses sistem yang dibangun, pemeriksaan terhadap detail perancangan. Pengujian dalam penelitian ini adalah pengujian pendeteksi tiga jenis fosil dari genus yang sama.

Pengujian pendeteksi jenis fosil *bilobata, suturalis* dan *universa* pada genus *orbulina* hanya untuk indikator yang memiliki *background* atau latar belakang dari gambar tersebut berwarna hitam. Dalam penelitian ini menggunakan 60 sampel sebagai data *training* dan 24 data *testing* yaitu 8 sampel fosil *bilobata* dan 8 sampel *suturalis* dan 8 sampel *universa* dilakukan dalam 3 kali percobaan.

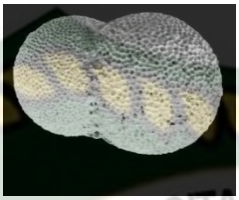
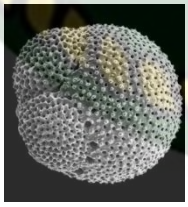
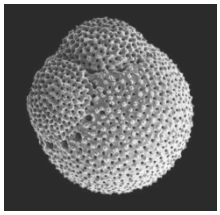
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Berikut data sampel yang diuji dalam pengujian *white box* pendeteksian hama dapat dilihat pada Tabel 4.3.

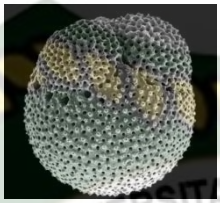
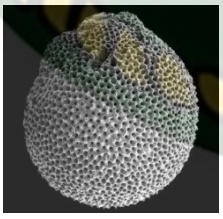
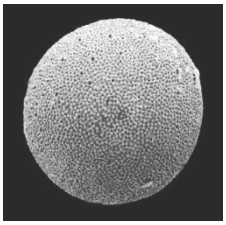
Tabel 4.3 Sampel Data *Testing*

No	Citra Sampel	Jenis Fosil	*Background* / latar belakang citra sampel
1		*Bilobata*	Hitam
2		*Bilobata*	Hitam
3		*Bilobata*	Hitam
4		*Bilobata*	Hitam
5		*Bilobata*	Hitam

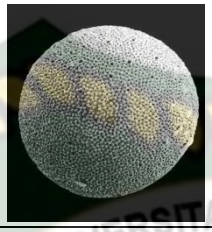
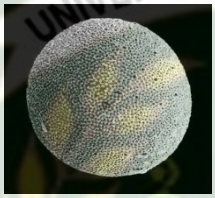
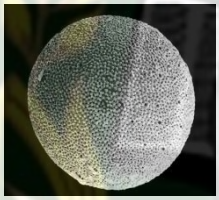
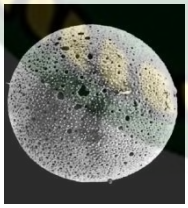
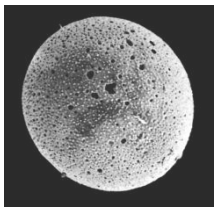
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

No	Citra Sampel	Jenis Fosil	*Background* / latar belakang citra sampel
6		*Bilobata*	Hitam
7		*Bilobata*	Hitam
8		*Bilobata*	Hitam
9		*Suturalis*	Hitam
10		*Suturalis*	Hitam
11		*Suturalis*	Hitam

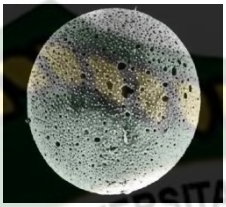
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

No	Citra Sampel	Jenis Fosil	*Background* / latar belakang citra sampel
12		*Suturalis*	Hitam
13		*Suturalis*	Hitam
14		*Suturalis*	Hitam
15		*Suturalis*	Hitam
16		*Suturalis*	Hitam
17		*Universa*	Hitam

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

No	Citra Sampel	Jenis Fosil	*Background* / latar belakang citra sampel
18		*Universa*	Hitam
19		*Universa*	Hitam
20		*Universa*	Hitam
21		*Universa*	Hitam
22		*Universa*	Hitam
23		*Universa*	Hitam

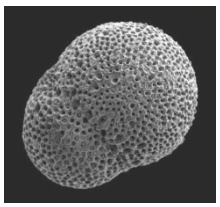
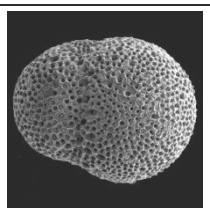
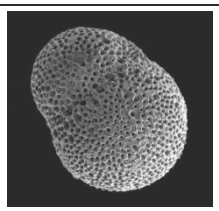
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

No	Citra Sampel	Jenis Fosil	*Background* / latar belakang citra sampel
24		*Universa*	Hitam

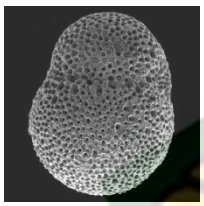
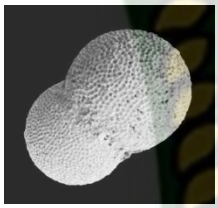
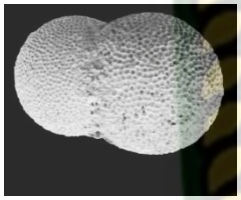
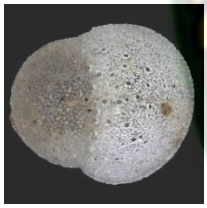
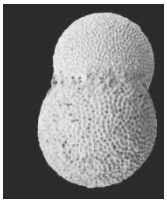
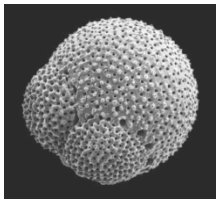
Dari 24 sampel data *testing* terdiri dari 8 data gambar fosil jenis *bilobata*, 8 data gambar fosil jenis *suturalis* dan 8 data gambar fosil jenis *universa* di kondisi *background* atau latar belakang gambar berwarna hitam.

Berikut ringkasan hasil pada pengujian pendeteksi fosil jenis *bilobata, suturalis,* dan *universa* dari indikator *background* atau latar belakang gambar berwarna hitam. Dapat dilihat pada Tabel 4.4.

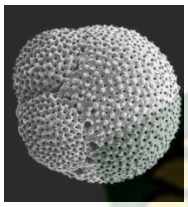
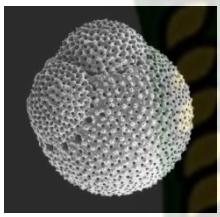
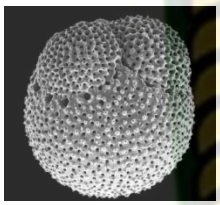
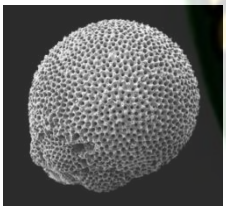
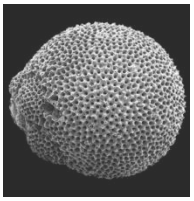
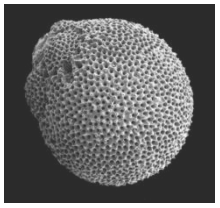
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Indikator *Background* berwarna hitam

Data	Citra Baru	Jenis Fosil	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian 1	Hasil Pengujian 2	Hasil Pengujian 3	Kesimpulan
1		*Bilobata*	*Bilobata*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	3 Pengujian Gagal
2		*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	3 Pengujian Berhasil
3		*Bilobata*	*Bilobata*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	3 Pengujian Gagal

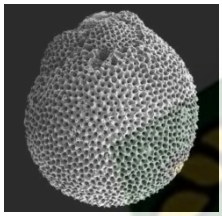
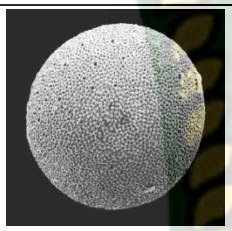
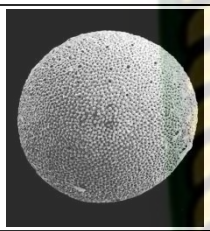
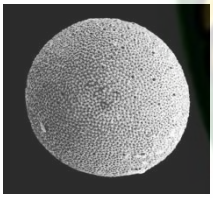
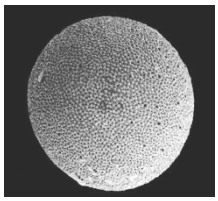
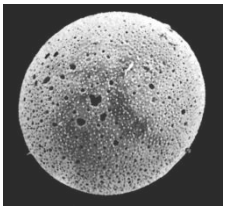
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Data	Citra Baru	Jenis Fosil	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian 1	Hasil Pengujian 2	Hasil Pengujian 3	Kesimpulan
4		*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	3 Pengujian Berhasil
5		*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	3 Pengujian Berhasil
6		*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	3 Pengujian Berhasil
7		*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	3 Pengujian Berhasil
8		*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	3 Pengujian Berhasil
9		*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	3 Pengujian Berhasil

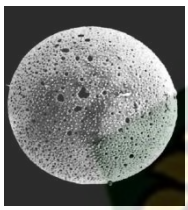
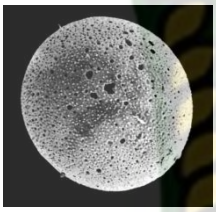
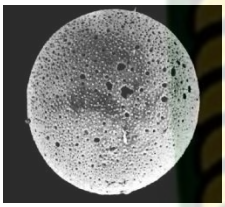
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Data	Citra Baru	Jenis Fosil	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian 1	Hasil Pengujian 2	Hasil Pengujian 3	Kesimpulan
10		*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	3 Pengujian Berhasil
11		*Suturalis*	*Suturalis*	*Bilobata*	*Bilobata*	*Bilobata*	3 Pengujian Gagal
12		*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	3 Pengujian Berhasil
13		*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	3 Pengujian Berhasil
14		*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	3 Pengujian Berhasil
15		*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	3 Pengujian Berhasil

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Data	Citra Baru	Jenis Fosil	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian 1	Hasil Pengujian 2	Hasil Pengujian 3	Kesimpulan
16		*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	*Suturalis*	3 Pengujian Berhasil
17		*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	3 Pengujian Berhasil
18		*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	3 Pengujian Berhasil
19		*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	3 Pengujian Berhasil
20		*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	3 Pengujian Berhasil
21		*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	3 Pengujian Berhasil

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Data	Citra Baru	Jenis Fosil	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian 1	Hasil Pengujian 2	Hasil Pengujian 3	Kesimpulan
22		*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	3 Pengujian Berhasil
23		*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	3 Pengujian Berhasil
24		*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	*Universa*	3 Pengujian Berhasil

Dari hasil pengujian pada kinerja sistem terdapat pengujian yang berhasil dan gagal pada kondisi *background* atau latar belakang dari citra gambar berwarna hitam. Kesimpulna pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Kesimpulan Pengujian Pada Indikator *Background* berwarna hitam

No.	Jenis Fosil	Jumlah Data	Hasil Pengujian	
			Berhasil	Gagal
1	*Bilobata*	8	6	2
2	*Suturalis*	8	7	1
3	*Universa*	8	8	0

4.4 Kesimpulan Pengujian *White Box*

Kesimpulan yang didapat dari beberapa pengujian pendeteksian untuk jenis fosil *bilobata, suturalis* dan *universa* dapat dilihat dari tingkat kemampuan pada

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

sistem dapat diketahui melalui persentase keberhasilan dalam melakukan pengolahan pada sistem yaitu dengan mencari tingkat keakurasi sistem. Berikut cara menghitung akurasi keberhasilan pada sistem :

1. Fosil jenis *bilobata*

   Akurasi $= \frac{6}{8}\ x\ 100\%$

   $= 75\ \%$

2. Fosil jenis *suturalis*

   Akurasi $= \frac{7}{8}\ x\ 100\%$

   $= 87{,}5\ \%$

3. Fosil jenis *universa*

   Akurasi $= \frac{8}{8}\ x\ 100\%$

   $= 100\ \%$

4. Akurasi Hasil Pengujian Pada fosil *bilobata, suturalis* dan *universa*

   Akurasi $= \frac{15}{24}\ x\ 100\%$

   $= 87{,}5\%\ \%$

Berdasarkan hasil akurasi tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem ini memiliki persentase yang dapat dilihat pada Tabel 4.6

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

. Tabel 4.6 Kesimpulan Pengujian

No.	Jenis Fosil	Jumlah Data	Hasil Pengujian		Persentase Keberhasil setiap fosil ((jumlah pengujian berhasil / jumlah data setiap fosil) x 100)
			Berhasil	Gagal	
1	*Bilobata*	8	6	2	$\frac{6}{8}x\ 100 = 75\%$
2	*Suturalis*	8	7	1	$\frac{7}{8}x\ 100 = 87{,}5\%$
3	*Universa*	8	8	0	$\frac{8}{8}x\ 100 = 100\%$
Total Data		24	21	3	
Persentase Akurasi Sistem ((total data/ total data sampel)x 100)			$\frac{21}{24}x\ 100 =$ 87,5%	$\frac{3}{24}x\ 100 =$ 12,5%	

Maka akurasi pada sistem simulasi pendeteksi fosil jenis *bilobata*, *suturalis* dan *universa*, memiliki pendeteksian mendominasi keberhasilan deteksi fosil dengan akurasi 87,5%. Dari hasil persentase akurasi, sistem memiliki kemampuan akurasi yang baik pada *background* atau latar belakang citra gambar berwarna hitam. Sehingga penggunaan sistem yang sudah diselesaikan ini dapat ditingkatkan lagi pada penelitian berikutnya.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan sistem aplikasi pendeteksi jenis fosil dari genus *orbulina* menggunakan pengolahan citra digital telah berhasil dilakukan, serta melakukan serangkaian pengujian pada sistem yang dibangun dan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem ini dapat mengetahui jenis-jenis fosil.
2. Penerapan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* disimpulkan dapat menghasilkan pengenalan jenis fosil dengan baik. Walaupun harus membutuhkan data *training* yang banyak agar pendeteksian jenis fosil akan semakin akurat.

5.2 Saran

Saran dari penulis untuk sistem klasifikasi jenis-jenis fosil menggunakan pengolahan citra digital dan metode *backpropagation* ini masih memerlukan pengembangan lebih jauh, pada sistem ini hanya membandingkan tiga jenis fosil dari satu genus yaitu genus *orbulina* dan jenis fosilnya ada *bilobata, suturalis* dan *universa*. Maka saran untuk pengembangan sistem selanjutnya bisa menambahkan beberapa faktor berikut ini :

1. Sistem dapat mendeteksi lebih banyak lagi jenis fosil yang ada.
2. Penelitian berikutnya disarankan dapat menggunakan metode lain untuk membandingkan jenis-jenis fosil dari genus yang lainnya.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3. Sistem dapat langsung mendeteksi gambar yang diambil menggunakan kamera handphone tanpa memperdulikan *background* atau latar belakang dari citra fosil tersebut harus berwarna hitam.
4. Mengembangkan sistem sekarang menjadi sistem aplikasi berbasis android.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Kadir., Adhi Susanto., 2013, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, CV. Andi, Yogyakarta

Adler, John., 2014, Jurnal Ilmiah Unikom, *Image Processing Sayatan Tipis Batuan Gamping dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) menggunakan Matlab dan Linux (Studi Kasus: Rajamandala-Padalarang)*, Vol 12

Ansosry., 2016, *Paket Keahlian Geologi Pertambangan*, Medan: Tenaga Kependidikan Medan

Astuti, Fajar, Hermawati., 2007, *Pengolahan Citra Digital Konsep & Teori*, CV. Andi, Yogyakarta

Calisphere. 2011. *Family Rotaliidae*. Dari http://texts.cdlib.org/view?docId =kt1z09n6wx;NAAN=13030&doc.view=frames&chunk.id=d0e43460&toc. depth=1&toc.id=d0e43460&brand=calisphere, (diakses 23 Januari 2020).

Chamidah, Nurul, dkk., 2012, ITSmart, *Pengaruh Normalisasi Data pada Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Gradient Descent Adaptove Gain (BPGDAG) untuk Klasifikasi*, 2301-7201

Dannes, Ferdyan, K., dkk., 2018, Jurnal Teknik ITS, *Pelacak Cahaya Matahari Berbasis Citra Pada Panel Surya Menggunakan Single Board Computer Lattepanda*, Vol 7

Diyah, Puspitaningrum., 2006, *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*. Andi, Yogyakarta

Encyclopedia of Life. 2012. *Globigerinidae*. Dari http://eol.org/pages/4916/ overview, (diakses 20 Januari 2020).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Geological Survey of Iran. 2012. *Family GLOBIGERINIDAE Carpenter.Parker, and Jones. 1862*. Dari http://www.gsi.ir/General/Lang_en/Page_48/ SubOrderId_2126/SuperFamilyId_2281/FamilyId_2282/Action_FamilyView/WebsiteId_13/GLOBIGERINIDAE.html, (diakses 21 Januari 2020).

Miracle. 2011. *Foraminifera*. Dari http://www.ucl.ac.uk/GeolSci/micropal/ foram.html, (diakses 20 Januari 2020)

Muwardi, Fitri., dkk., 2017, Jurnal ITEKI, *Sistem Pengenalan Bunga Berbasis Pengolahan Citra dan Pengklasaifikasi Jarak*, Vol 3

N, Senthilkumaran., dan Vaithegi, S., 2016, Computer Science & Engineering: An International Journal, *Image Segmentation By Using Thresholding Techniques For Medical Images*, Vol 6

Noor, Santi. C. 2011. Mengubah Citra Berwarna Menjadi Grayscale Dan Citra Biner. *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik.* Vol.16 No.1.

Prabowo, Trendy., 2018, *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Klasifikasi Serangan pada Log Firewall*, Tugas Akhir, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau

Putri, Endina, Purwandari., 2014, Jurnal Rekursif, *Peningkatan Kualitas Pembelajaran Pengolahan Citra Digital pada Program Studi Teknik Informatika menggunakan Model Project Based Learning*, Vol 2

Rosidin., 2018, *Analisis Pendeteksi Kecocokan Objek Pada Citra Digital Menggunakan Matlab Dengan Metode Algoritma Sift*, Tesis, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

T.Sutojo., Muljono., 2007, *Pengolahan Citra Digital*, CV Andi, Yogyakarja

T.Sutoyo., Edy Mulyanto., Vince Suhartono., 2011, *Kecerdasan Buatan*, CV Andi, Yogyakarta

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Wijaya, R ., Jhonky, Yosua, F. 2010. *Analisis Dan Desain Sistem Retrival Citra Berbasis Web Dengan Menggunakan Fitur Warna Dan Bentuk*. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Nusantara

Worms. 2013. *Globigerinidae Carpenter et al., 1862*. Dari http://www. marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=111929, (diakses 22 Januari 2020).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :