

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**OPTIMASI JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*  
DENGAN ALGORITMA *FIREFLY* UNTUK PREDIKSI LUAS  
SERANGAN HAMA PENGGEREK BATANG PADI  
(STUDI KASUS : KABUPATEN KAMPAR)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh

**ROEZZA ISRANDA HAMDY**

**11651100168**



UIN SUSKA RIAU

KA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU**

**2021**



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**OPTIMASI JARINGAN SYARAF TIRUAN  
BACKPROPAGATION DENGAN ALGORITMA  
FIREFLY UNTUK PREDIKSI LUAS SERANGAN  
HAMA PENGGEREK BATANG PADI  
(STUDI KASUS : KABUPATEN KAMPAR)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh

**ROEZZA ISRANDA HAMDY**

**11651100168**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir

Di Pekanbaru, pada tanggal 28 Juni 2021

Pembimbing

**Fitri Insani, S.T., M.Kom.**

**NIK. 130 510 024**

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI JARINGAN SYARAF TIRUAN  
BACKPROPAGATION DENGAN ALGORITMA FIREFLY  
UNTUK PREDIKSI LUAS SERANGAN HAMA PENGGEREK  
BATANG PADI  
(STUDI KASUS : KABUPATEN KAMPAR)**

### TUGAS AKHIR

Oleh

**ROEZZA ISRANDA HAMDY**

**11651100168**

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji

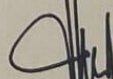
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 28 Juni 2021

Pekanbaru, 28 Juni 2021

Mengesahkan,

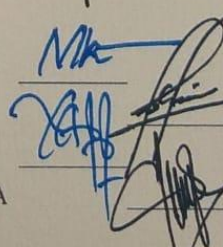
**Ketua Jurusan**

  
**Dekan**  
**Dr. Hartono, M.Pd.**  
**NIP. 19640301 199203 1 003**

  
**Dr. Elin Haerani, S.T., M.Kom.**  
**NIP. 198105232007102003**

### DEWAN PENGUJI

Ketua : Muhammad Irsyad, S.T., M.T.  
 Sekretaris : Fitri Insani, S.T., M.Kom.  
 Penguji I : Novi Yanti, S.T., M.Kom.  
 Penguji II : Fadhillah Syafria, S.T., M.Kom., CIBIA





## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjam, dan tanggal pinjam.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis terdapat dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 28 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,

**ROEZZA ISRANDA HAMDY**

**11651100168**

UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

(Q.S. Al-Mujadilah:11)

“Ya Allah, sesungguhnya aku memohon kepada-Mu ilmu yang bermanfaat, rezeki yang baik, dan amal yang diterima”

(H.R. Ahmad, Ibnu Majah, dan Ibnu as-Sunni)

*Alhamdulillah Wa Syukurillah*

Kupersembahkan karya ini buat Bunda, Ayah, dan Adik-adik, serta orang-orang yang telah memberikan *support*, bimbingan, dan do'a-do'anya sehingga tercapai keberhasilan ini. Semoga Allah *Azza Wa Jalla* yang akan membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

*Aamiin Allahumma Aamiin*

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**OPTIMASI JARINGAN SYARAF TIRUAN  
BACKPROPAGATION DENGAN ALGORITMA *FIREFLY*  
UNTUK PREDIKSI LUAS SERANGAN HAMA PENGGEREK  
BATANG PADI  
(STUDI KASUS : KABUPATEN KAMPAR)**

**ROEZZA ISRANDA HAMDY**

**11651100168**

Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

**ABSTRAK**

Kabupaten Kampar termasuk kabupaten penyumbang beras di Provinsi Riau. Tahun 2019, Luas panen dan produksi padi di Kabupaten Kampar menurun 12,07 % dan 31,54 % dibanding tahun sebelumnya. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan tersebut adalah serangan hama. Tahun 2020, pemerintah berupaya dengan berbagai program agar produksi padi bertambah. Penggerek batang termasuk ke dalam lima hama utama padi. Serangan penggerek batang dapat mengurangi kekuatan tanaman, mengurangi panen padi, menghambat pertumbuhan, dan pembentukan bulir gabah tidak sempurna. Perkembangan aktivitas hama ini dipengaruhi oleh faktor iklim. Ketidakteraturan musim dan perubahan iklim dari pemanasan global membuat perkembangan aktivitasnya sulit diprediksi. Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dapat diaplikasikan untuk memprediksi luasnya serangan hama ini di Kabupaten Kampar. Algoritma pelatihan ini memiliki beberapa kelemahan sehingga perlu dioptimasi dengan algoritma optimasi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, algoritma optimasi yang disarankan yaitu algoritma *firefly*. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *firefly* untuk mengoptimasi bobot awal dan bias awal *Backpropagation*. Manfaat penelitian ini untuk memberikan hasil prediksi luas serangan hama yang lebih baik lagi berdasarkan faktor-faktor iklim sebagai acuan untuk antisipasi meluasnya serangan hama. Dengan optimasi *Firefly*, diperoleh MSE pelatihan dan pengujian terkecil dengan nilai sejumlah 0,012148736 dan 0,002567056. Dapat disimpulkan bahwa, *Backpropagation* dengan optimasi *Firefly* dapat diaplikasikan untuk memprediksi luas serangan hama.

**Kata kunci:** *Backpropagation*, faktor iklim, *Firefly*, optimasi, penggerek batang

**OPTIMIZATION OF BACKPROPAGATION NEURAL  
NETWORK USING FIREFLY ALGORITHM FOR PREDICTION  
OF STEM BORER ATTACK  
(CASE STUDY: KAMPAR DISTRICT)**

**ROEZZA ISRANDA HAMDY**

**11651100168**

*Information Engineering Department*

*Faculty of Science and Technology*

*State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*

**ABSTRACT**

*Kampar District is one of the rice-producer districts in Riau Province. In 2019, the harvested area and rice production in Kampar Regency decreased by 12.07% and 31.54% compared to the previous year. One of the factors that caused the decline was pest attack. In 2020, the government is working with various programs to increase rice production. Stem borers are included in the five main pests of rice. Stem borer attacks can reduce plant vigor, reduce rice tillers, inhibit growth, and incomplete grain formation. The development of this pest activity is influenced by climatic factors. Seasonal irregularities and global warming climate change make the development of its activities difficult to predict. Backpropagation Neural Networks can be applied to predict the extent of this pest attack in Kampar Regency. This algorithm has several weaknesses that it needs to be optimized with an optimization algorithm. Based on the previous research, the suggested optimization algorithm is the firefly algorithm. This study aims to apply the firefly algorithm to optimize the initial weight and initial bias of Backpropagation. The benefit of this research is to provide better predictions of pest attack areas based on climatic factors as an effort to anticipate the expansion of pest attacks. Using Firefly optimization, the smallest MSE of training and testing is obtained with values of 0.012148736 and 0.002567056. It can be said that Backpropagation with Firefly optimization can be applied to predict the extent of pest attacks.*

**Keywords:** *Backpropagation, climate factors, Firefly, optimization, stem borer*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan karunianya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Optimasi Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dengan Algoritma Firefly untuk Prediksi Luas Serangan Hama Penggerek Batang Padi (Studi Kasus : Kabupaten Kampar)”. Shalawat serta salam penulis ucapkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad *Shalallahu 'Alaihi Wassalam* yang telah membawa kita dari zaman jahilliyah menuju zaman yang penuh ilmu pengetahuan.

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis penulis berharap adanya kritikan dan saran yang sifatnya membangun dari kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Fitri Hani, S.T, M.Kom selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing tugas akhir yang telah memberi arahan, saran dan motivasi kepada penulis selama kuliah dan penyusunan Tugas Akhir ini. Selanjutnya ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ibu Novi Yanti, S.T, M.Kom selaku penguji 1 dan Ibu Fadhilla Syafria, S.T, M.Kom, CIBIA selaku penguji 2 yang telah banyak memberikan saran yang sangat bermanfaat dan berguna bagi penulisan Tugas Akhir ini.

Seluruh staf pengajar Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Orang tua tercinta Ir. Ahmad Fitri dan Ezzy Ariva, S.Si yang memberi dukungan baik materi, mental dan spiritual.

Kak Onya, Bang Dedek, dan Rexsy yang turut serta memberikan berbagai masukan dan saran.

Rekan-rekan seperjuangan dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu yang telah memberikan bantuan dan dorongan untuk menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Mudah-mudahan dengan tersusunnya Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca. Terakhir penulis mohon maaf jika dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat kejanggalan-kejanggalan ataupun kesalahan-kesalahan yang tidak penulis sadari.

Pekanbaru, Juli 2021

Penulis

UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR RUMUS.....</b>	<b>xxii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>xxiii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xxvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-5
1.3 Batasan Masalah.....	I-5
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-6
1.5 Sistematika Penelitian .....	I-6
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>II-1</b>
2.1 Jaringan Syaraf Tiruan ( <i>Artificial Neural Network</i> ).....	II-1



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.1.1	Komponen Jaringan Syaraf Tiruan.....	II-4
2.1.2	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-5
2.1.3	Fungsi Aktivasi Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-7
2.1.4	Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan.....	II-8
2.2	<i>Backpropagation</i> (BPNN).....	II-9
2.2.1	Algoritma <i>Backpropagation</i> (BPNN).....	II-10
2.2.2	Normalisasi .....	II-13
2.2.3	Denormalisasi .....	II-13
2.2.4	Perhitungan dan Pengujian <i>Error</i> dalam Prediksi .....	II-13
2.3	Algoritma <i>Firefly</i> .....	II-14
2.3.1	Perhitungan Jarak Antar <i>Firefly</i> .....	II-16
2.3.2	Ketertarikan <i>Firefly</i> .....	II-17
2.3.3	Perpindahan <i>Firefly</i> .....	II-17
2.4	Algoritma Optimasi <i>Firefly Algorithm</i> dengan <i>Backpropagation Neural Network</i> (FA-BPNN) .....	II-18
2.5	Prediksi .....	II-20
2.6	Penggerek Batang Padi.....	II-20
2.7	Faktor Iklim yang Mempengaruhi Perkembangan Hama Penggerek Batang .....	II-21
2.8	Penelitian Terkait .....	II-23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Perumusan Masalah.....	III-2
3.2	Pengumpulan Data .....	III-2
3.2.1	Studi Literatur .....	III-2
3.2.2	Data Primer .....	III-2



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.3	Analisa dan Perancangan.....	III-3
3.3.1	Analisa Kebutuhan Masukan.....	III-3
3.3.2	Analisa Algoritma FA-BPNN .....	III-4
3.3.3	Perancangan Aplikasi .....	III-6
3.4	Implementasi dan Pengujian .....	III-6
3.4.1	Implementasi .....	III-6
3.4.2	Pengujian .....	III-7
3.5	Kesimpulan dan Saran.....	III-7
<b>BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN .....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Analisa Kebutuhan Masukan.....	IV-1
4.1.1	Transformasi .....	IV-2
4.1.2	Normalisasi .....	IV-3
4.1.3	Pembagian Data Latih dan Data Uji.....	IV-4
4.2	Analisa Algoritma FA-BPNN .....	IV-6
4.2.1	Inisialisasi Parameter .....	IV-6
4.2.2	<i>Generate</i> Populasi Awal .....	IV-8
4.2.3	Konversi Individu Firefly Menjadi Bobot dan Bias .....	IV-10
4.2.4	Menghitung Nilai Intensitas Firefly .....	IV-11
4.2.5	Menemukan Firefly dengan Intensitas Terkecil dalam <i>Main Looping</i> .....	IV-20
4.3	Analisa Fungsional Sistem .....	IV-24
4.3.1	<i>Use Case Diagram</i> .....	IV-24
4.3.2	<i>Use Case Spesification</i> .....	IV-25
4.3.3	<i>Activiy Diagram</i> .....	IV-36
4.3.4	<i>Sequence Diagram</i> .....	IV-42



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.3.5	<i>Class Diagram</i> .....	IV-45
4.4	Perancangan Aplikasi .....	IV-47
4.4.1	Perancangan <i>Database</i> .....	IV-47
4.4.2	Perancangan Struktur Menu .....	IV-54
4.4.3	Perancangan Antarmuka ( <i>User Interface</i> ).....	IV-55
<b>BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....</b>		<b>V-1</b>
5.1	Implementasi .....	V-1
5.1.1	Komponen dalam Implementasi.....	V-1
5.1.2	Implementasi Tampilan Aplikasi.....	V-1
5.2	Pengujian.....	V-8
5.2.1	Pengujian <i>Blackbox</i> .....	V-8
5.2.2	Pengujian FA BPNN .....	V-14
5.2.3	Kesimpulan Pengujian.....	V-18
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>		<b>VI-1</b>
6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran.....	VI-1
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>1</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>		<b>2</b>

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Susunan neuron manusia (Kristanto, 2004).....	II-1
Gambar 2.2 Desain ANN secara umum (Prasetyo, 2014).....	II-2
Gambar 2.3 Jaringan Syaraf dengan Lapisan Tunggal.....	II-5
Gambar 2.4 Jaringan Syaraf Tiruan dengan Lapisan Banyak .....	II-6
Gambar 2.5 Jaringan Syaraf dengan Lapisan Kompetitif yang memiliki bobot $-\eta$ .....	II-7
Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner .....	II-7
Gambar 2.7 Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar .....	II-8
Gambar 2.8 Fungsi Aktivasi Linear .....	II-8
Gambar 2.9 Penggerek Batang Padi (Redaksi Trubus, 2018).....	II-21
Gambar 3.1 Tahapan Metodologi Penelitian.....	III-1
Gambar 3.2 Flowchart Tahap Pelatihan FA-BPNN.....	III-4
Gambar 4.1 Arsitektur <i>Backpropagation</i> .....	IV-7
Gambar 4.2 <i>Use Case Diagram</i> .....	IV-24
Gambar 4.3 <i>Activity Diagram Login</i> .....	IV-37
Gambar 4.4 <i>Activity Diagram Tambah Data</i> .....	IV-38
Gambar 4.5 <i>Activity Diagram Edit Data</i> .....	IV-39
Gambar 4.6 <i>Activity Diagram Hapus Data</i> .....	IV-40
Gambar 4.7 <i>Activity Diagram Import Data</i> .....	IV-41
Gambar 4.8 <i>Sequence Diagram Login</i> .....	IV-42
Gambar 4.9 <i>Sequence Diagram Tambah Data</i> .....	IV-43
Gambar 4.10 <i>Sequence Diagram Edit Data</i> .....	IV-44
Gambar 4.11 <i>Sequence Diagram Edit Data</i> .....	IV-44
Gambar 4.12 <i>Sequence Diagram Import Data</i> .....	IV-45
Gambar 4.13 <i>Class Diagram</i> .....	IV-46
Gambar 4.14 Struktur Menu.....	IV-55
Gambar 4.15 Rancangan Login.....	IV-56
Gambar 4.16 Rancangan <i>Home</i> .....	IV-57

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

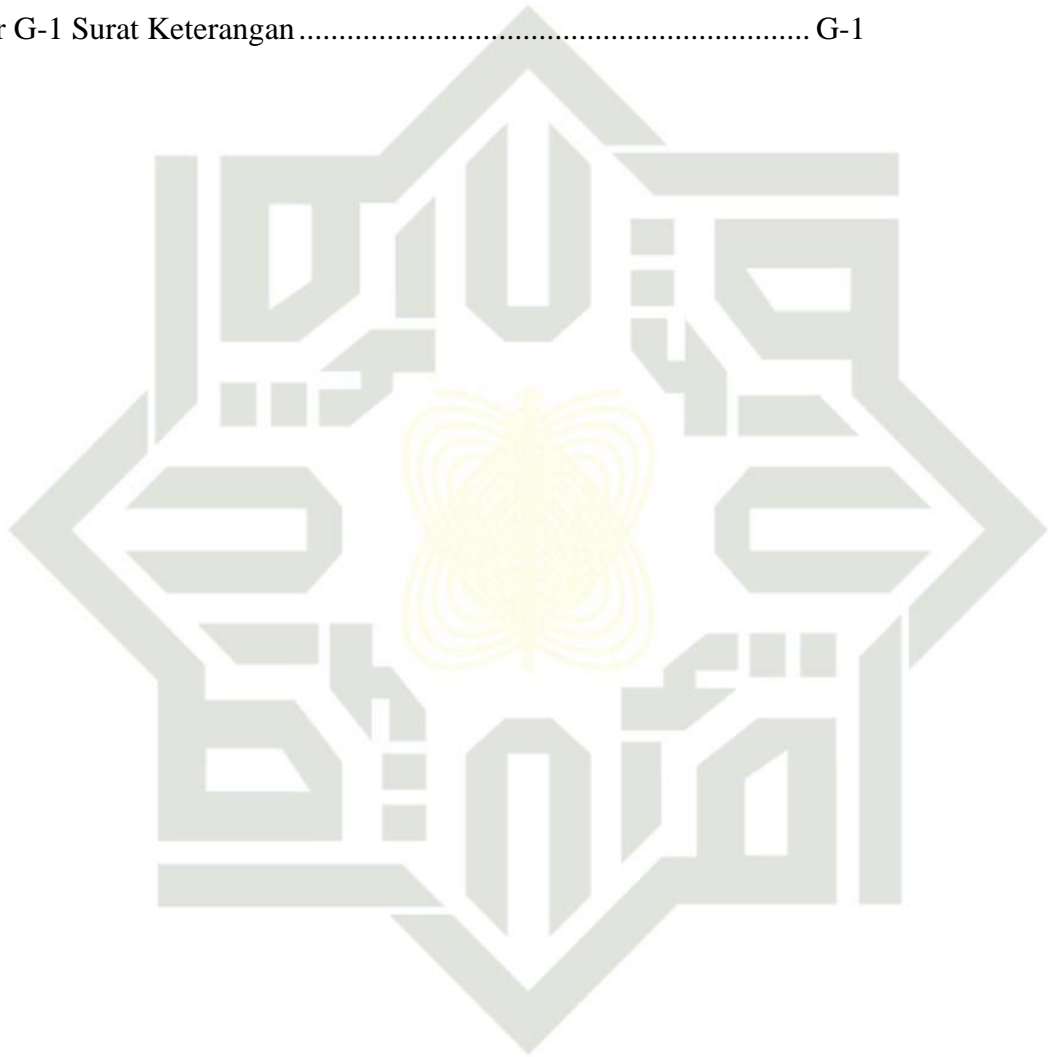
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 4.17 Rancangan Sub-Menu Data Penelitian.....	IV-58
Gambar 4.18 Rancangan Halaman Tambah Data Penelitian .....	IV-58
Gambar 4.19 Rancangan Halaman <i>Edit</i> Data Penelitian.....	IV-59
Gambar 4.20 Rancangan Sub-Menu Transformasi Data.....	IV-60
Gambar 4.21 Rancangan Sub-Menu Normalisasi Data .....	IV-60
Gambar 4.22 Rancangan Sub-Menu Pembagian Data .....	IV-61
Gambar 4.23 Rancangan Sub-Menu Bobot FA-BPNN.....	IV-62
Gambar 4.24 Rancangan Sub-Menu Pelatihan FA-BPNN .....	IV-62
Gambar 4.25 Rancangan Sub-Menu Pengujian FA-BPNN .....	IV-63
Gambar 4.26 Rancangan Sub-Menu Prediksi FA-BPNN .....	IV-64
Gambar 5.1 Tampilan Login .....	V-2
Gambar 5.2 Tampilan Home .....	V-2
Gambar 5.3 Tampilan Sub-Menu Data Penelitian .....	V-3
Gambar 5.4 Tampilan Halaman Tambah Data Penelitian.....	V-3
Gambar 5.5 Tampilan Halaman <i>Edit</i> Data Penelitian .....	V-4
Gambar 5.6 Tampilan Sub-Menu Transformasi Data .....	V-5
Gambar 5.7 Tampilan Sub-Menu Normalisasi Data .....	V-5
Gambar 5.8 Tampilan Sub-Menu Pembagian Data .....	V-5
Gambar 5.9 Tampilan Sub-Menu Bobot FA-BPNN.....	V-6
Gambar 5.10 Tampilan Sub-Menu Pelatihan FA-BPNN.....	V-7
Gambar 5.11 Tampilan Sub-Menu Pengujian FA-BPNN.....	V-7
Gambar 5.12 Tampilan Sub-Menu Prediksi FA-BPNN.....	V-8
Gambar D-1 <i>Activity Diagram</i> Transformasi <i>Dataset</i> .....	D-1
Gambar D-2 <i>Activity Diagram</i> Normalisasi <i>Dataset</i> .....	D-2
Gambar D-3 <i>Activity Diagram</i> Pembagian Data.....	D-3
Gambar D-4 <i>Activity Diagram</i> <i>Generate</i> Populasi .....	D-4
Gambar D-5 <i>Activity Diagram</i> Pelatihan FABPNN .....	D-5
Gambar D-6 <i>Activity Diagram</i> Pengujian FABPNN .....	D-6
Gambar D-7 <i>Activity Diagram</i> Pengujian FABPNN .....	D-7
Gambar E-1 <i>Sequence Diagram</i> Transformasi <i>Dataset</i> .....	E-1
Gambar E-2 <i>Sequence Diagram</i> Normalisasi <i>Dataset</i> .....	E-2





Gambar E-4 *Sequence Diagram* Pembagian Data .....E-3  
 Gambar E-5 *Sequence Diagram Sequence Diagram Generate* Populasi E-4  
 Gambar E-6 *Sequence Diagram* Pelatihan FABPNN .....E-5  
 Gambar E-7 *Sequence Diagram* Pengujian FABPNN.....E-6  
 Gambar E-8 *Sequence Diagram* Prediksi FABPNN.....E-7  
 Gambar G-1 Surat Keterangan ..... G-1



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Istilah JST dengan Jaringan Syaraf Biologis (Puspitaningrum, 2006).....	II-2
Tabel 2.2 Penelitian Terkait algoritma <i>Backpropagation</i> .....	II-23
Tabel 2.3 Penelitian Terkait <i>Algoritma Firefly</i> .....	II-30
Tabel 2.4 Penelitian Terkait FA-BPNN .....	II-34
Tabel 2.5 Penelitian Terkait Serangan Hama.....	II-36
Tabel 4.1 Data Penelitian .....	IV-1
Tabel 4.2 Transformasi arah angin menjadi derajat.....	IV-2
Tabel 4.3 Hasil Transformasi .....	IV-3
Tabel 4.4 Hasil Normalisasi .....	IV-4
Tabel 4.5 Data Latih 90% .....	IV-5
Tabel 4.6 Data Uji 10% .....	IV-5
Tabel 4.7 Populasi Awal Firefly .....	IV-8
Tabel 4.8 Bobot-Bobot $v_{ij}$ dan Bias-Bias $v_{0j}$ Lapisan Input ke <i>Hidden</i> .....	IV-10
Tabel 4.9 Bobot-Bobot $w_{jk}$ dan Bias-Bias $w_{0k}$ dari Lapisan <i>Hidden</i> ke <i>Output</i> .....	IV-11
Tabel 4.10 Nilai-Nilai $z_{inj}$ .....	IV-12
Tabel 4.11 Nilai-nilai $z$ .....	IV-12
Tabel 4.12 Nilai-Nilai $\Delta w$ .....	IV-14
Tabel 4.13 Nilai $\delta_{inj}$ .....	IV-15
Tabel 4.14 Nilai-nilai $\delta_j$ .....	IV-15
Tabel 4.15 Koreksi Bobot $\Delta v_{ij}$ .....	IV-16
Tabel 4.16 Koreksi bias $\Delta v_{0j}$ .....	IV-16
Tabel 4.17 Bobot dan bias lapisan input ke <i>hidden</i> $v_{ij}$ .....	IV-17
Tabel 4.18 Bobot dan bias di lapisan <i>hidden</i> ke <i>output</i> $w_{jk}$ .....	IV-17
Tabel 4.19 <i>Error</i> tiap data latih.....	IV-19
Tabel 4.20 Daftar <i>Error</i> .....	IV-20

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.21 Proses Pergerakan firefly j dengan firefly i pada $i=1$ di iterasi pertama .....	IV-21
Tabel 4.22 Dimensi $x_1$ , $x_2$ , dan rand pada $i=1$ di iterasi pertama.....	IV-22
Tabel 4.23 $x_1$ baru ketika $i=1$ iterasi pertama .....	IV-22
Tabel 4.24 <i>Use Case Spesification Login</i> .....	IV-25
Tabel 4.25 <i>Use Case Spesification Tambah Data</i> .....	IV-26
Tabel 4.26 <i>Use Case Spesification Edit Data</i> .....	IV-27
Tabel 4.27 <i>Use Case Spesification Hapus Data</i> .....	IV-28
Tabel 4.28 <i>Use Case Spesification Import Data</i> .....	IV-29
Tabel 4.29 <i>Use Case Spesification Transformasi Dataset</i> .....	IV-30
Tabel 4.30 <i>Use Case Spesification Normalisasi Dataset</i> .....	IV-31
Tabel 4.31 <i>Use Case Spesification Pembagian Data</i> .....	IV-32
Tabel 4.32 <i>Use Case Spesification Generate Populasi</i> .....	IV-32
Tabel 4.33 <i>Use Case Spesification Pelatihan FABPNN</i> .....	IV-33
Tabel 4.34 <i>Use Case Spesification Pengujian FABPNN</i> .....	IV-34
Tabel 4.35 <i>Use Case Spesification Prediksi FABPNN</i> .....	IV-35
Tabel 4.36 bobot.....	IV-47
Tabel 4.37 bobot_update .....	IV-47
Tabel 4.38 data_latih .....	IV-48
Tabel 4.39 data_penelitian .....	IV-49
Tabel 4.40 data_uji .....	IV-49
Tabel 4.41 execution_time .....	IV-50
Tabel 4.42 hasil_pengujian .....	IV-50
Tabel 4.43 min_max.....	IV-51
Tabel 4.44 normalisasi_data.....	IV-51
Tabel 4.45 pelatihan .....	IV-52
Tabel 4.46 pembagian_data.....	IV-52
Tabel 4.47 pengujian .....	IV-53
Tabel 4.48 prediksi .....	IV-53
Tabel 4.49 transformasi_data .....	IV-54
Tabel 4.50 user .....	IV-54

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

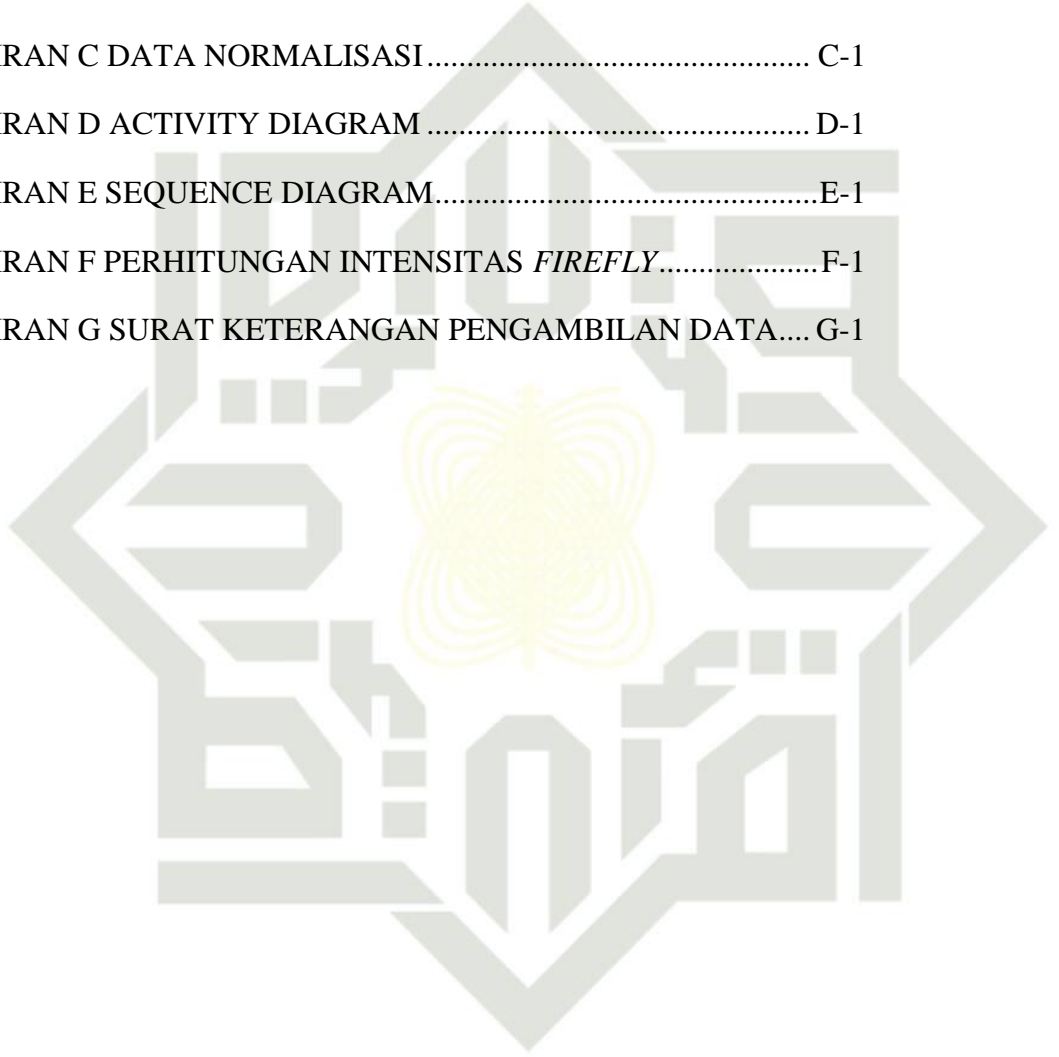
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 5.1 Pengujian <i>Blackbox login</i> .....	V-9
Tabel 5.2 Pengujian <i>Blackbox Kelola Dataset</i> .....	V-9
Tabel 5.3 Pengujian <i>Blackbox Transformasi Dataset</i> .....	V-10
Tabel 5.4 Pengujian <i>Blackbox Normalisasi Dataset</i> .....	V-11
Tabel 5.5 Pengujian <i>Blackbox Pembagian Dataset</i> .....	V-12
Tabel 5.6 Pengujian <i>Blackbox Generate Populasi</i> .....	V-12
Tabel 5.7 Pengujian <i>Blackbox Pelatihan FABPNN</i> .....	V-13
Tabel 5.8 Pengujian <i>Blackbox Pengujian FABPNN</i> .....	V-13
Tabel 5.9 Pengujian <i>Blackbox Prediksi FABPNN</i> .....	V-14
Tabel 5.10 Pengujian FABPNN dengan rasio 70:30.....	V-15
Tabel 5.11 Pengujian FABPNN dengan rasio 80:20.....	V-16
Tabel 5.12 Pengujian FABPNN dengan rasio 90:10.....	V-17
Tabel 5.13 Kompilasi Hasil Pengujian FABPNN dengan Berbagai Rasio ... .....	V-18
Tabel A.1 Dataset Indikator Luas Serangan Hama .....	B-1
Tabel B.1 Data Hasil Transformasi .....	B-1
Tabel C.1 Data Hasil Normalisasi.....	C-1
Tabel F.1 Bobot-bobot $v_{ij}$ dan bias-bias $v_{0j}$ Lapisan Input ke <i>Hidden</i> dari <i>Firefly</i> Kedua dan <i>Firefly</i> Ketiga .....	F-1
Tabel F.2 Bobot-Bobot $w_{jk}$ dan Bias-Bias $w_{0k}$ dari Lapisan <i>Hidden</i> Ke <i>Output</i> dari <i>Firefly</i> Kedua dan <i>Firefly</i> Ketiga.....	F-2
Tabel F.3 Nilai-Nilai $z_{inj}$ dari <i>Firefly</i> Kedua dan <i>Firefly</i> Ketiga.....	F-3
Tabel F.4 Nilai-nilai $z$ dari <i>Firefly</i> Kedua dan <i>Firefly</i> Ketiga.....	F-4
Tabel F.5 Nilai-Nilai $\Delta w$ dari <i>Firefly</i> Kedua dan <i>Firefly</i> Ketiga .....	F-5
Tabel F.6 Koreksi Bobot $\Delta v_{ij}$ dari <i>Firefly</i> Kedua dan <i>Firefly</i> Ketiga .....	F-6
Tabel F.7 Bobot dan Bias Lapisan Input ke <i>hidden</i> $v_{ij}$ dari <i>Firefly</i> Kedua dan <i>Firefly</i> Ketiga .....	F-7
Tabel F.8 Bobot dan bias di lapisan <i>hidden</i> ke <i>output</i> $w_{jk}$ dari <i>Firefly</i> Kedua dan <i>Firefly</i> Ketiga .....	F-8



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
LAMPIRAN A DATA PENELITIAN.....	B-1
LAMPIRAN B DATA TRANSFORMASI .....	B-1
LAMPIRAN C DATA NORMALISASI.....	C-1
LAMPIRAN D ACTIVITY DIAGRAM .....	D-1
LAMPIRAN E SEQUENCE DIAGRAM.....	E-1
LAMPIRAN F PERHITUNGAN INTENSITAS <i>FIREFLY</i> .....	F-1
LAMPIRAN G SURAT KETERANGAN PENGAMBILAN DATA....	G-1



UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Fungsi Sigmoid Biner.....	II-7
2.2 Turunan dari Fungsi Sigmoid Biner.....	II-7
2.3 Fungsi Sigmoid Bipolar .....	II-8
2.4 Turunan dari Fungsi Sigmoid Bipolar.....	II-8
2.5 Fungsi Identitas .....	II-8
2.6 Menghitung $z_{inj}$ .....	II-11
2.7 Menghitung $z_j$ .....	II-11
2.8 Menghitung $y_{ink}$ .....	II-11
2.9 Menghitung $y$ .....	II-11
2.10 Menghitung $\delta_k$ .....	II-11
2.11 Menghitung $\Delta w_{jk}$ .....	II-12
2.12 Menghitung $\Delta w_{0k}$ .....	II-12
2.13 Menghitung $\delta_{inj}$ .....	II-12
2.14 Menghitung $\delta_j$ .....	II-12
2.15 Menghitung $\Delta v_{jk}$ .....	II-12
2.16 Menghitung $\Delta v_{0j}$ .....	II-12
2.17 Menghitung $w_{jk}$ (baru).....	II-12
2.18 $v_{ij}$ (baru) .....	II-12
2.19 Normalisasi.....	II-13
2.20 Denormalisasi.....	II-13
2.21 Menghitung error.....	II-13
2.22 Menghitung SSE .....	II-14
2.23 Menghitung MSE .....	II-14
2.24 Menghitung jarak <i>firefly</i> $i$ dan <i>firefly</i> $j$ .....	II-16
2.25 Fungsi $\beta(r)$ .....	II-17
2.26 Menghitung perpindahan <i>firefly</i> .....	II-17

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR ISTILAH

- = Koefisien nilai *random* dalam algoritma *firefly*
- = Ketertarikan *firefly* dengan *firefly* yang lain dengan jarak 0
- = Koefisien penyerapan cahaya dalam algoritma *firefly*
- = *Artificial Bee Colony*
- = *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*
- = *Artificial Neural Network*
- = *Artificial Neural Network*
- = *Autoregressive Integrated Moving Average with Explanatory Variable*
- = Agraria dan Tata Ruang
- = *Backpropagation Neural Network*
- = *Cultural Algorithm*
- = *Cuckoo Search*
- = Banyaknya bobot dan bias awal dari V dan W yang akan dioptimasi. Dalam penelitian ini satu *firefly* berdimensi 65
- = Banyaknya iterasi *Backpropagation*. *Backpropagation* tidak melakukan iterasi. BP Hanya sampai satu *epoch* saja.
- = *Firefly Algorithm*
- = Fungsi aktivasi di *hidden layer* dan *output layer*. Dalam penelitian ini sigmoid biner
- = Fungsi fitness atau fungsi tujuan. Dalam penelitian ini, SSE ditetapkan sebagai fungsi objektif algoritma *firefly*
- = *Genetic Algorithm*



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

<b>IHSG</b>	=	Indeks Harga Saham Gabungan
<b>Individu firefly</b>	=	Satu <i>firefly</i> yang mempunyai posisi tertentu dan intensitas tertentu
<b>Intensitas</b>	=	diambil dari nilai fungsi objektif. Algoritma ini berusaha mencari nilai objektif seminimal mungkin
<b>Jumlah populasi</b>	=	Banyaknya individu firefly dalam satu populasi
<b>JST</b>	=	Jaringan Syaraf Tiruan
<b>KNN</b>	=	<i>K-Nearest Neighbor</i>
<b>Learning rate</b>	=	Laju pemahaman
<b>LTSM</b>	=	<i>Long Short-Term Memory</i>
<b>LVQ</b>	=	<i>Learning Vector Quantization</i>
<b>MAD</b>	=	<i>Mean Absolute Deviation</i>
<b>Maksimum iterasi</b>	=	Banyaknya iterasi algoritma Firefly. Setiap iterasi, populasi jumlahnya tetap yang berubah hanya posisinya saja
<b>MLP</b>	=	<i>Multi Layer Perceptron</i>
<b>MSE</b>	=	<i>Mean Square Error</i>
<b>OPT</b>	=	Organisme Pengganggu Tanaman
<b>Posisi</b>	=	x yang berisi sekumpulan bobot dan bias awal dari V dan W
<b>PSO</b>	=	<i>Particle Swarm Object</i>
<b>RFN</b>	=	<i>Radial Basis Function Neural Model</i>
<b>SK</b>	=	Surat Keputusan
<b>SSE</b>	=	<i>Sum Square Error</i>
<b>STMIK</b>	=	Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer
<b>SVM</b>	=	<i>Support Vector Machine</i>
<b>RMAPE</b>	=	<i>Root Mean Absolut Percentage Error</i>
<b>RMSE</b>	=	<i>Root Mean Square Error</i>



= *Weighted Mean Absolut Percentage Error*

= *World Meteorological Organization*



UIN SUSKA RIAU

**WMAPE**  
**WMO**

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

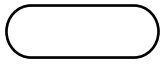
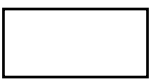
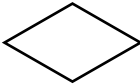


**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

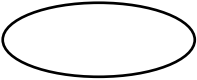
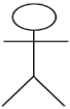

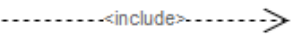



## DAFTAR SIMBOL

### Simbol *Flowchart Diagram*

	<i>Terminator</i> Simbol mulai atau selesai
	<i>Process</i> Simbol pemrosesan data
	<i>Decision</i> Simbol yang menyatakan kondisi: ya/tidak
	<i>Input-Output</i> Simbol proses <i>input/output</i>
	<i>Flowline</i> Simbol alur proses (langkah selanjutnya)

### Simbol *Use Case Diagram*

	<i>Use Case</i> Simbol fungsionalitas sistem
	<i>Actor</i> Simbol <i>user</i> yang berinteraksi dengan <i>use case</i>
	<i>Association</i> Simbol penghubung antar objek
	<i>Include</i> Simbol relasi suatu <i>use case</i> yang merupakan fungsionalitas dari <i>use case</i> lain
	<i>Extend</i>

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

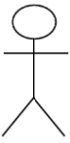

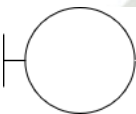

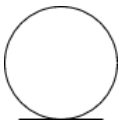

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**


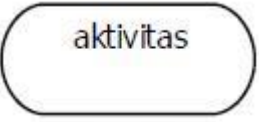


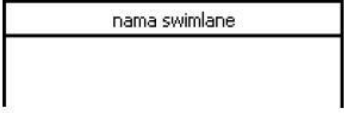
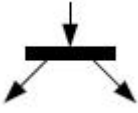


1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	Simbol relasi suatu <i>use case</i> yang merupakan fungsionalitas dari <i>use case</i> lain jika suatu kondisi terpenuhi
--	--

**Simbol Sequence Diagram**

	<i>Actor</i> Simbol pengguna yang berinteraksi dengan sistem
	<i>Life line</i> Simbol tempat awal dan akhir dari <i>message</i>
	<i>Boundary</i> Simbol yang menggambarkan <i>interface</i> sistem
	<i>Control Class</i> Simbol penghubung <i>boundary</i> dengan tabel.
	<i>Entity Class</i> Simbol untuk menghubungkan kegiatan yang akan dilakukan.
	<i>Message</i> Simbol pengiriman pesan yang memuat informasi tentang aktifitas yang terjadi.

Simbol *Activity Diagram*

	<p><i>State Point</i> Status awal dari aktivitas sistem, sebuah diagram memiliki sebuah status awal</p>
	<p><i>Activities</i> <i>Activities</i> adalah aktivitas yang dilakukan sistem, aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja</p>
	<p><i>Decision</i> Asosiasi percabangan dimana jika ada pilihan aktivitas lebih dari satu</p>
	<p><i>Join</i> Asosiasi penggabungan dimana lebih dari satu aktivitas digabungkan jadi satu</p>
	<p><i>Swimlane</i> Mengelompokkan <i>activity</i> berdasarkan aktor (mengelompokkan <i>activity</i> dalam urutan yang sama)</p>
	<p><i>Fork</i> Digunakan untuk kegiatan yang dilakukan bersamaan</p>
	<p><i>Join</i> Digunakan untuk kegiatan yang digabungkan</p>
	<p><i>End Point</i> Status akhir dari aktivitas sistem.</p>

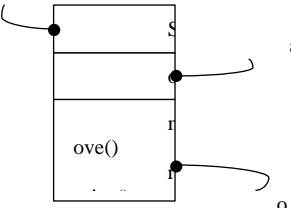
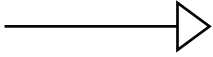
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Simbol *Class Diagram*

	<p><i>Class</i></p> <p><i>Class</i> adalah sebuah kotak yang terbagi atas 3 bagian. Bagian atas adalah nama <i>class</i>. Bagian tengah berisi atribut, dan bagian akhir berisi operasi yang dijalankan dalam <i>class</i> tersebut.</p>
	<p><i>Generalization</i></p> <p>Hubungan antar <i>class</i> dengan makna generalisasi-spesialisasi (umum-khusus).</p>

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Provinsi Riau merupakan salah satu provinsi penghasil beras. Berdasarkan SK Menteri ATR Nomor 686 Tahun 2019, luas baku lahan sawah di Provinsi Riau seluas 62.689 Ha namun mengalami penurunan luas panen dan produksi padi setiap tahunnya yang diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya alih fungsi lahan, bencana alam banjir dan kekeringan serta serangan hama penyakit. Kabupaten Kampar termasuk kabupaten penyumbang beras di Provinsi Riau, dengan luas baku sawah seluas 3.220 Ha. Pada tahun 2019, adanya penurunan yang signifikan luas panen dan produksi padinya. Luas panen padi di Kabupaten Kampar menurun 12,07% dan produksi padi tentunya juga menurun dengan penurunan 31,54 % di tahun 2019 dengan tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2020). Oleh karena itu, di tahun 2020 pemerintah berupaya dengan berbagai program untuk meningkatkan luas panen agar produksi padi meningkat.

Keberhasilan budi daya tanaman padi ditentukan oleh beberapa hal antara lain bibit unggul bersertifikat, tanah yang subur, pupuk yang berimbang, bebas dari serangan hama penyakit, dan iklim yang kondusif. Serangan hama penyakit merupakan faktor pembatas dalam setiap budidaya pertanian. Semua jasad pengganggu dan dapat membawa kerugian pada tanaman yang diusahakan manusia disebut hama (Pracaya, 1991). Banyak sekali jenis serangga hama yang merusak tanaman padi, salah satunya yaitu hama penggerek batang. Di Indonesia, hama ini termasuk ke dalam lima hama utama padi (Natanegara & Sawada, 1990). Jenis serangga ini area penyebarannya luas, biasanya ditemukan di daerah tropis. Serangga larvanya berada dalam pangkal batang tanaman padi, dapat mengurangi kekuatan tanaman, mengurangi anakan padi, menghambat pertumbuhan, dan pembentukan bulir gabah tidak sempurna. Gabah mulai menguning menandai padi sudah bisa dipanen dan biasanya masa panen padi berumur 4 sampai 5 bulan (I. S. Dewi, 2020). Dengan begitu serangannya berpengaruh terhadap hasil panen padi

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, 2007). Perkembangan penggerek batang dipengaruhi oleh faktor iklim, efek perubahan iklim yang membuat iklim lebih hangat mempercepat perkembangbiakkan, dan memperluas habitat yang kondusif baginya (Black, 2018).

Rata-rata suhu bumi telah meningkat lebih dari 1 °C (2 °F) sejak 1880 dan meningkat 2/3 kalinya sejak 1975 akibat pemanasan global. Walaupun demikian, angka tersebut signifikan untuk panas di seluruh permukaan bumi (NASA Earth Observatory, 2020). Pemanasan ini berakibat kepada ketidakaturan musim dan perubahan iklim. Petteri Taalas, Sekretaris Jenderal *World Meteorological Organization* (WMO) menyatakan bahwa tahun 2016-2020 merupakan periode lima tahun terpanas yang pernah tercatat. Beliau mengatakan “Sementara banyak aspek kehidupan kita telah terganggu pada tahun 2020, akibat perubahan iklim terus berlanjut” (UN News, 2020). Fenomena ini mempengaruhi beragam aspek, diantaranya pertanian merupakan salah satu aspek yang rentan terhadap fenomena ini. Sebagai contoh, dalam laporan tahunannya baru-baru ini *Reserve Bank of India* (Bank sentral di India) menyoroti isu pemanasan global terhadap penurunan hasil panen sehingga mengurangi pendapatan pertanian di negara tersebut (Mulye, 2020).

Keadaan iklim mempengaruhi kepadatan populasi penggerek batang (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian, 2013). Kepadatan populasi ini berhubungan dengan luas sawah yang diserang (Aryantini et al., 2015). Siklus hidup, keperidian, lama hidup, dan kemampuan diapause penggerek batang dipengaruhi langsung oleh berbagai faktor iklim seperti suhu, kelembaban udara relatif, dan lama penyinaran matahari (Wiyono, 2007). Contoh, pada musim kemarau populasi penggerek batang menurun dan kondisi iklim juga memengaruhi intensitas serangannya (Meidalima & Kawaty, 2015). Pengaruh curah hujan pada kemarau basah dan kondisi cuaca yang berubah-ubah dapat menjadi pemicu munculnya penggerek batang yang menyerang tanaman padi (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2017). Gerakan angin juga mempengaruhi mobilitas serangga ini dan persebarannya. Faktor-faktor iklim mudah untuk dievaluasi (Wardani, 2017).

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penelitian terkait permasalahan hama dilakukan oleh (Faradiba, 2018) dengan metode *Exponential Smoothing*. Hasil penelitian didapatkan nilai MSE dan MAD terkecil pada  $\alpha = 0,9$ . Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Arya et al., 2015) untuk prediksi populasi hama menerapkan metode ARIMAX. Hasil penelitian menunjukkan suhu maksimum, suhu minimum, dan kelembaban maksimum berpengaruh signifikan terhadap lalat putih dan *thrips* di Guntur. Sedangkan curah hujan berpengaruh signifikan terhadap *thrips* di Faridkot. Lalat putih dapat diprediksi lebih baik untuk kedua distrik karena RMAPE lebih rendah dibanding dua hama lainnya.

Percobaan dengan menerapkan algoritma *Backpropagation* oleh (Wibowo, 2016) untuk prediksi hama. Hasil pelatihan pada data hama wereng, diperoleh arsitektur terbaik dengan alfa 0,7, neuron tersembunyi 20, MSE 0,0000000027 dan pengujian diperoleh MSE 0,0000005542. Sementara pelatihan menggunakan data hama tikus, diperoleh arsitektur terbaik dengan alfa 0,4, neuron tersembunyi 40, MSE 0,0000009995 dan pengujian diperoleh MSE 0,0830858393. Percobaan selanjutnya dengan algoritma yang sama oleh (Andriani et al., 2018) untuk prediksi volume ekspor dan impor migas. Hasil pengujian didapat arsitektur terbaik 12-5-1 dengan tingkat akurasi 83% serta MSE 0,0281641257. Percobaan yang dilakukan (Santoso & Hansun, 2019) dengan algoritma *Backpropagation* untuk prediksi IHSG. Hasil dari pengujian ini didapat MSE pengujian sebesar 320,49865083640924 dengan menggunakan *learning rate* 0,3 dan 3.000 epoch.

*Backpropagation* termasuk salah satu algoritma jaringan syaraf tiruan yang mengeluarkan keluaran berdasarkan fungsi non-linear (Fardhani et al., 2018). Tujuan dari algoritma ini untuk meminimalkan *error* pada keluaran jaringan (Sakinah et al., 2018). *Backpropagation* berakurasi tinggi dan cocok untuk prediksi (Wibowo, 2016). Selain itu algoritma ini dapat meminimalkan kuadrat *error* keluaran (Sutojo et al., 2010). Namun, algoritma ini memiliki kelemahan yaitu penentuan bobot awal dan bias awal secara acak dan proses perubahan bobot pada jaringan dapat menyebabkan terjebaknya hasil pada *minimum local* dan lambatnya konvergensi (Suhendra & Wardoyo, 2015). Oleh karena itu, *Backpropagation*



Neural Network (BPNN) konvensional perlu dioptimasi dengan algoritma optimasi. Salah satu algoritma optimasi seperti *Firefly Algorithm* (FA).

Penelitian yang membandingkan FA dengan algoritma optimasi yang lain *Cultural Algorithm* (CA) dan *Artificial Bee Colony Algorithm* (ABC) dilakukan oleh (Kulkarni et al., 2018). Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa FA dan CA kinerja yang lebih baik daripada algoritma ABC. FA lebih disukai di antara tiga algoritma karena menunjukkan hasil terbaik secara konsisten untuk semua dimensi. Penelitian berikutnya oleh (Katiyar et al., 2016) yang membandingkan FA dan *Cuckoo Search* (CS). Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa algoritma FA memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma CS dalam hal ketahanan, fungsi fitness dan tingkat konvergensi. Penerapan algoritma *Firefly* telah dilakukan oleh (Keskin & Karamancioglu, 2016) untuk menemukan titik peralihan sinyal kendali kereta api yang optimal. Hasil penelitian membuktikan bahwa FA memberikan solusi lebih baik dengan keakurasian tinggi dan konsisten bila dibandingkan dengan *Genetic Algorithm* (GA). Dengan FA, solusi dapat mencapai keadaan konvergen dalam iterasi yang sedikit. Oleh karena itu, FA dapat memecahkan masalah *realtime* dengan baik. Penelitian oleh (A & J, 2014) untuk mengoptimasi bobot Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam kasus pengenalan karakter. Penelitian ini menunjukkan bahwa *Firefly* berbasis *Backpropagation* memiliki tingkat pengenalan yang lebih tinggi dan waktu yang lebih sebentar bila dibandingkan dengan algoritma genetika berbasis *Backpropagation* dan *Backpropagation* itu sendiri. Jumlah *epoch* (iterasi) diperlukan berkurang untuk proses pelatihan jaringan. Penelitian serupa dilakukan oleh (Sahoo et al., 2015). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Backpropagation* berbasis *Firefly* dapat memberikan efisiensi dalam variasi kasus dengan karakter yang berbeda dan memerlukan iterasi yang sedikit dalam konvergensi *error* jaringan. Penerapan *Feed Forward Backpropagation* dikombinasikan dengan *Firefly* telah dilakukan oleh (Singh et al., 2020) dalam kasus mekanisme parkir. Dengan penerapan kedua algoritma ini, Sistem dapat mengurangi waktu tunggu pengunjung. Hasilnya tanpa dan yang tanpa menggunakan kedua algoritma ini,

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yaitu dari kendaraan yang tidak parkir berjumlah 70 kendaraan dan rata-rata waktu pencarian 22,84 detik berkurang menjadi 16 kendaraan dan rata-rata waktu pencarian 12,23 detik.

Berdasarkan penelitian-penelitian diatas. Disimpulkan bahwa Penelitian (Faradiba, 2018) hanya menggunakan *time series* luas serangan hama 2006 - 2017 tahunan, sehingga data yang diperhitungkan sedikit. Penelitian (Faradiba, 2018) tidak seperti (Arya et al., 2015) yang memasukkan variabel iklim sebagai perhitungan. Penelitian (Wibowo, 2016) melibatkan variabel iklim untuk memprediksi luas serangan hama, hanya saja tidak melibatkan fotoperiodesitas (lama penyinaran matahari). Sedangkan fotoperiodesitas termasuk berpengaruh juga seperti suhu dan kelembaban udara (Wibowo, 2016).

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, maka diusulkan suatu aplikasi (sistem) yang dapat memprediksi luas serangan hama penggerek batang padi, spesifik di kabupaten Kampar. Penelitian penulis akan menerapkan algoritma *Backpropagation* yang dioptimalisasi dengan algoritma FA. Manfaat dari penelitian ini diharapkan sebagai bentuk usaha antisipasi meluasnya serangan hama penggerek batang berdasarkan faktor-faktor iklim. Dengan mengenali faktor-faktor tersebut. Diharapkan dari sini, luas panen dan produksi padi meningkat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka ditentukan rumusan masalah sebagai arah penelitian penulis. Rumusan masalah pada penelitian ini ialah bagaimana menerapkan algoritma *Firefly* untuk mengoptimasi bobot awal dan bias awal Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam memprediksi luasnya serangan hama penggerek batang padi di Kabupaten Kampar.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini diantaranya:

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Dataset* penelitian berupa data berdasarkan indikator luas serangan hama bulanan di Kabupaten Kampar dari bulan Januari 2005 – Desember 2019 sebanyak 180 *record* (data).

Variabel masukan yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktor-faktor iklim bulanan di Kabupaten Kampar, yaitu: suhu, kelembaban, kecepatan angin, arah angin, curah hujan, dan lama penyinaran matahari (fotoperiodesitas)

Variabel keluaran berupa luas serangan hama penggerek batang tanaman padi di Kabupaten Kampar untuk bulan ke depannya.

Arsitektur jaringan syaraf tiruan menggunakan arsitektur 6-8-1.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *Firefly* untuk optimasi bobot awal dan bias awal Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam memprediksi luas serangan hama penggerek batang padi di Kabupaten Kampar.

#### 1.5 Sistematika Penelitian

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan yang terdiri dari enam bab sebagai kerangka, berikut penjelasan dari tiap-tiap babnya:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi gambaran umum penelitian penulis yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi penjelasan-penjelasan teori terhadap penelitian ini. Teori yang akan dibahas yaitu Jaringan Syaraf Tiruan, *Backpropagation*, Algoritma *Firefly*, Algoritma Optimasi *Firefly Algorithm* dengan *Backpropagation Neural Network* (FA-BPNN), Prediksi, Penggerek Batang Padi, Faktor Iklim yang Mempengaruhi Perkembangan Hama Penggerek Batang, dan Penelitian Terkait.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi pembahasan mengenai tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini. Langkah-langkah tersebut antara lain adalah perumusan masalah, pengumpulan data, analisa dan perancangan, implementasi dan pengujian serta kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian.

**BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN**

Bab ini berisi pembahasan mengenai analisa data yang akan digunakan dan analisa aplikasi. Bab ini juga meliputi perancangan aplikasi yang akan dibangun.

**BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Bab ini berisi pembahasan mengenai penerapan dan pengujian algoritma. Bab ini juga meliputi pengujian dari hasil implementasi yang telah dibangun.

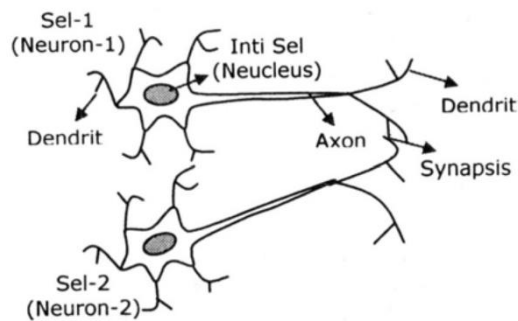
**BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian tentang analisa dan implementasi untuk memprediksi luas serangan hama penggerek batang padi di Kabupaten Kampar yang dimaksudkan agar penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Jaringan Syaraf Tiruan ialah suatu teknik populer *Machine Learning* yang mencoba mensimulasikan cara belajar dari organisme biologis (Aggarwal, 2018). Jaringan ini dalam bentuk hitung-hitungan kasar berdasarkan yang terjadi di neuron dengan neuron (sel dengan sel, elemen dengan elemen) dalam pusat sistem syaraf. (Graupe, 2007). Otak manusia memiliki banyak neuron yang saling berinteraksi untuk memproses informasi (Wirawan, 2017).

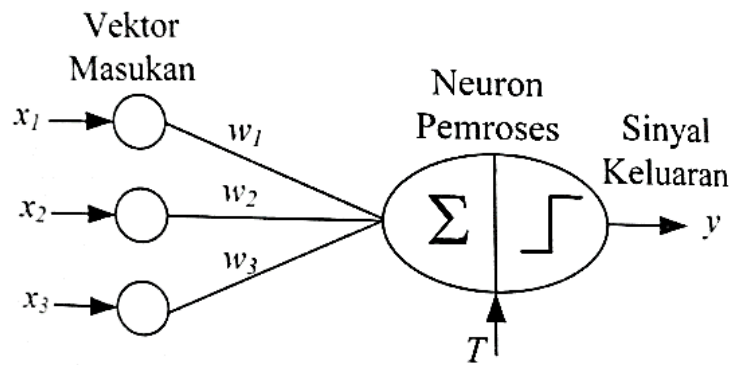


**Gambar 2.1 Susunan Neuron Manusia (Kristanto, 2004)**

Jaringan Syaraf Tiruan awalnya ditemukan oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943 dan dewasa ini telah banyak ditemukan berbagai variasi perkembangan dari ANN (Yanto et al., 2015). ANN mampu mengenali pola dari data sehingga dapat digunakan untuk prediksi kebutuhan, prediksi penjualan, manajemen resiko, dan di berbagai aspek lainnya (Sutojo et al., 2010). ANN berfungsi untuk membuat model dari hubungan yang rumit antara *input* dan *output* data (Zulkarnain, 2011).

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Gambar 2.2 Desain ANN secara umum (Prasetyo, 2014)**

Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan hanya dapat memproses data numerik (angka), apabila data yang akan diproses tidak numerik harus diubah terlebih dahulu menjadi numerik agar dapat diproses (Hermawan, 2006). Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan makna istilah yang berbeda dengan jaringan syaraf biologis:

**Tabel 2.1 Istilah JST dengan Jaringan Syaraf Biologis (Puspitaningrum, 2006)**

Jaringan Syaraf Tiruan	Jaringan Syaraf Biologis
<i>Node atau unit</i>	<i>Neuron</i>
<i>Input</i>	<i>Dendrit</i>
<i>Output</i>	<i>Axon</i>
Bobot	<i>Sinapsis</i>

Struktur dasar penentu Jaringan Syaraf Tiruan adalah (Yoga et al., 2020):

**Arsitektur jaringan**

Arsitektur jaringan menggambarkan pola neuron yang terkoneksi dan terdiri dari beberapa lapisan neuron.

**Pelatihan atau proses pembelajaran jaringan**

Pelatihan yaitu proses menentukan bobot untuk masing-masing lapisan.

**Fungsi Aktivasi**

Fungsi aktivasi yaitu fungsi yang digunakan untuk perhitungan penjumlahan *input* menjadi *output*. Jaringan Syaraf Tiruan umumnya menggunakan fungsi sigmoid.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jaringan syaraf tiruan tersusun oleh (Veintimilla-reyes et al., 2016):

1. Beberapa level (*layer*)
2. Beberapa neuron per *layer*
3. Pola koneksi
4. Aliran informasi

Jaringan Syaraf Tiruan dikatakan sebagai model matematis sederhana berdasarkan dugaan proses kognitif otak. Hal ini karena Jaringan Syaraf Tiruan (Jasmir, 2011):

1. Neuron berfungsi sebagai elemen pemroses informasi
2. Informasi mengalir antar neuron di dalam saluran penghubung
3. Saluran penghubung mempunyai bobot tertentu dan berfungsi untuk mengalikan aliran informasi.
4. Setiap neuron menghasilkan nilai keluaran dengan menerapkan fungsi aktivasi terhadap penjumlahan berbobot yang masuk ke padanya.

Berikut ini alasan banyaknya penelitian mengenai Jaringan Syaraf Tiruan (Setiawan, 2003):

1. Mampu memproses data yang kompleks atau tidak tepat
2. Mampu menganalisis pola data yang sulit dianalisis manusia maupun teknik komputasi lainnya

Beberapa keunggulan Jaringan syaraf tiruan adalah sebagai berikut (Jaya et al., 2018):

1. Mampu menganalisis banyak data dengan menemukan hubungan pola data yang aturannya tidak diketahui
2. Mampu menoleransi *noise* dan *incomplete data*
3. Belajar dari pengalaman
4. Hanya melakukan pelatihan pada *dataset*

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. Dapat dikombinasikan dengan bidang teknologi lain, seperti sistem pakar, algoritma genetika ataupun database

Kelemahan Jaringan Syaraf tiruan yaitu (Anggraeni, 2006):

1. Waktu pelatihan untuk memproses datanya yang lama
2. Diperlukan penginisialisasi nilai parameter
3. Bobot pembelajaran tidak cocok untuk diterjemahkan ke dalam logika sehingga tidak bisa menarik sebuah aturan

### 2.1.1 Komponen Jaringan Syaraf Tiruan

Komponen dari jaringan syaraf tiruan terdiri dari neuron-neuron. Tiap neuron mengalirkan informasi ke neuron-neuron lainnya. Hubungan dari neuron ke neuron ini disebut bobot (Anike et al., 2012). Beberapa neuron terkumpul dalam tiap lapisan yang disebut *neuron layer* (Sudarsono, 2016). Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan memiliki tiga *layer* pengolah, diantaranya (Badieah et al., 2016):

1. *Input layer*

Lapisan yang menyatakan pola masukan yang akan digunakan.

2. *Hidden layer*

Lapisan penghubung antara *input layer* dengan *output layer*. Pada kasus tertentu, jumlah *Hidden layer* dapat lebih dari satu.

*Output layer*

Lapisan yang menyatakan keluaran dari sebuah data.

Neuron-neuron pada *hidden layer* berfungsi untuk pendeteksi fitur (variabel). Secara bertahap neuron di lapisan tersembunyi ini menemukan fitur yang menonjol yang menjadi ciri khas dari data latih. Neuron-neuron ini melakukan fungsi dengan transformasi nonlinier pada data masukan ke dalam ruang baru yang disebut ruang fitur. Untuk mengklasifikasi pola di ruang fitur, kelas-kelas yang diminati lebih mudah dipisahkan satu sama lain daripada di ruang data masukan asli. Pembentukan ruang fitur ini melalui pembelajaran yang diawasi (Haykin, 2009).



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

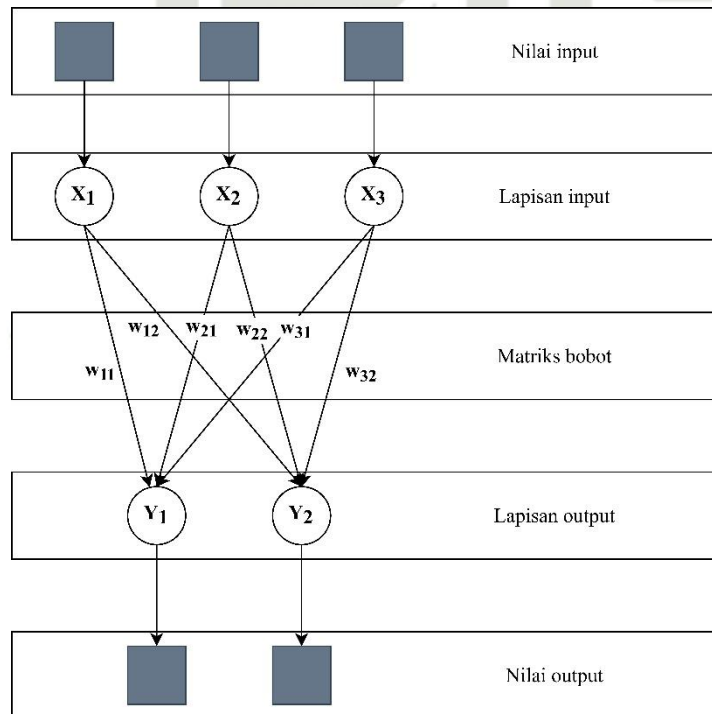
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.1.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Arsitektur jaringan menggambarkan hubungan antar neuron (Sudarsono, 2016). Beberapa arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan yang umum adalah (Sutojo et al., 2010):

### Jaringan Lapisan Tunggal

Jaringan ini tersusun dari satu *input layer* dan satu *output layer*, tanpa *hidden layer*. Contoh jaringan yang memiliki arsitektur ini adalah ADALINE, *Hopfield*, *Perceptron*.



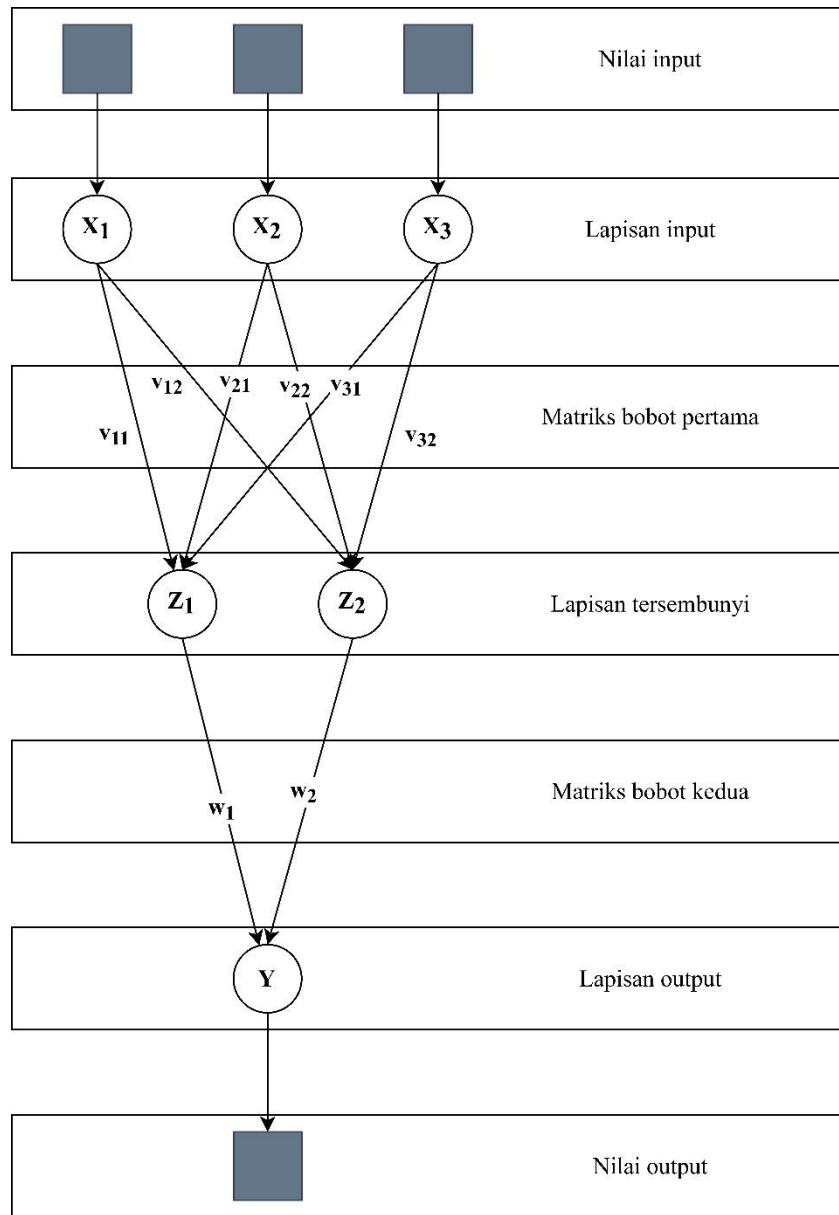
**Gambar 2.3 Jaringan Syaraf Lapisan Tunggal**

### Jaringan Lapisan Banyak

Jaringan ini terdiri dari tiga *layer*, yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Contoh jaringan yang memiliki arsitektur ini adalah MADALINE, *Backpropagation*, dan *Neocognitron*.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



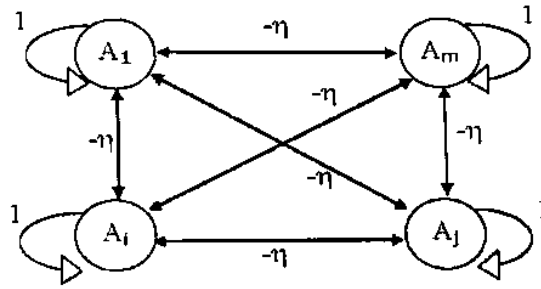
**Gambar 2.4 Jaringan Syaraf Tiruan Lapisan Banyak**

**Jaringan dengan Lapisan Kompetitif**

Jaringan lapisan kompetitif bobotnya ditentukan. Proses pelatihan tidak ada pada jenis jaringan ini. Jaringan ini digunakan untuk mengetahui neuron pemenang. Sekumpulan neuron berkompetisi untuk mendapatkan hak menjadi aktif. Masing-masing neuron berbobot satu.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Gambar 2.5 Jaringan Syaraf Lapisan Kompetitif yang memiliki bobot  $-\eta$**

**2.1.3 Fungsi Aktivasi Jaringan Syaraf Tiruan**

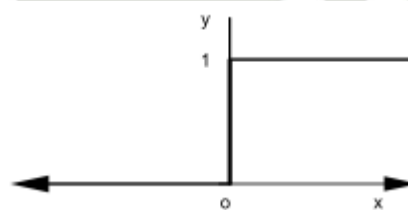
Fungsi aktivasi yaitu fungsi untuk menghitung penjumlahan *input* menjadi *output* (Sudarsono, 2016). Fungsi aktivasi dan bobot menentukan perilaku jaringan (Sutojo et al., 2010). Fungsi aktivasi yang umum digunakan (Anike et al., 2012):

1. Fungsi sigmoid biner

Fungsi ini digunakan pada pelatihan *Backpropagation*. Fungsi ini digunakan untuk mengeluarkan nilai antara 0 sampai 1.

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\sigma x}} \quad (2.1)$$

$$f'(x) = \sigma f(x)[1 - f(x)] \quad (2.2)$$



**Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner**

2. Fungsi sigmoid bipolar

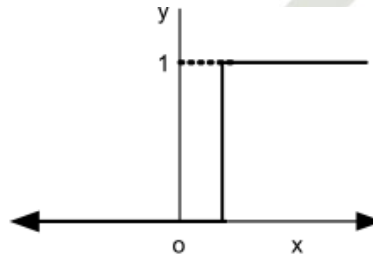
Fungsi sigmoid bipolar digunakan untuk jaringan yang membutuhkan nilai *output* antara -1 sampai 1.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-\sigma x}} \quad (2.3)$$

$$f(x) = \frac{\sigma}{2} [1 + f(x)][1 - f(x)] \quad (2.4)$$

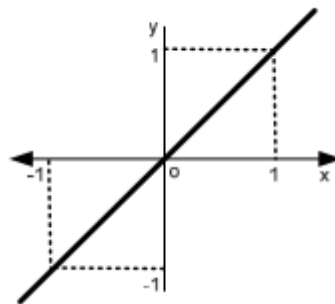


**Gambar 2.7 Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar**

3. Fungsi Linear (identitas)

Fungsi ini nilai keluarannya sama dengan nilai masukannya

$$y = x \quad (2.5)$$



**Gambar 2.8 Fungsi Aktivasi Linear**

**2.1.4 Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan**

Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan bertujuan untuk mendapatkan bobot akhir yang cocok melalui proses memodifikasi bobot dengan data latih (Puspitaningrum, 2006). Pelatihan jaringan syaraf tiruan terbagi dua menurut cara memodifikasi bobotnya, yaitu (Sutojo et al., 2010):

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Pelatihan dengan supervisi (pembimbing)

Dalam pelatihan dengan supervisi, pola-pola masukan dan keluaran yang berpasangan dimasukkan ke dalam pelatihan. Jika keluarannya tidak sama dengan target maka bobot dimodifikasi. Tujuannya untuk membuat keluaran dengan data latih.

2. Pelatihan tanpa supervisi

Dalam pelatihan tanpa supervisi, tidak ada pasangan pola masukan dan keluaran. Jaringan ini hanya diberi masukan tetapi tidak ada target dan modifikasi bobot dilakukan dengan menggunakan parameter tertentu. Masukan ini akan dikelompokkan ke dalam kelompok berlainan.

Jaringan Syaraf Tiruan dilatih untuk memberikan *output* yang ideal dengan berbagai algoritma pembelajarannya. Contoh algoritma pembelajaran seperti *Backpropagation*, *Hebb's Law*, *Delta Rule*, dan *Self Organizing Feature Map* (Rabiha & Santosa, 2013).

**2.2 Backpropagation (BPNN)**

Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* awalnya ditemukan oleh Rumelhart, Hinton, dan William pada tahun 1986. Selanjutnya Rumelhart dan McClelland mengembangkan *Backpropagation* pada tahun 1988 (Yanto et al., 2015). *Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran supervisi dengan beberapa *layer* untuk memodifikasi semua bobot yang berasosiasi dengan beberapa neuron di *hidden layer* (Wirawan, 2017).

*Backpropagation* termasuk metode pelatihan *Multilayer Perceptron* yang populer (Haykin, 2009). *Backpropagation* termasuk salah satu algoritma jaringan syaraf tiruan yang mengeluarkan keluaran berdasarkan fungsi non-linear (Fardhani et al., 2018). Tujuan dari algoritma ini untuk meminimalkan *error* pada keluaran jaringan (Sakinah et al., 2018). Kelebihan algoritma ini yaitu bersifat *adaptive* (berusaha untuk mencapai kestabilan *output*) dan *fault tolerance* (kesalahan *error* kecil) (Razak & Riksakomara, 2017).

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dalam algoritma pembelajaran ini, penentuan banyaknya *neuron hidden* dan *learning rate* mempengaruhi seberapa baik jaringan menghasilkan keluaran yang terbaik. penentuan jumlah *hidden neuron* tidak disarankan lebih dari dua kali jumlah *input neuron* dalam MLP dengan satu *hidden layer* (Berry & Linoff, 1997) (Swingler, 1996). Jika *hidden neuron* terlalu sedikit maka *error* pelatihan dan *error* generalisasi besar, dan sebaliknya jika terlalu banyak maka *error* pelatihan kecil tetapi *error* generalisasinya besar (Xu & Chen, 2008). Adapun untuk nilai *learning rate*, jika terlalu besar maka hasil prediksi sering kali bergerak terlalu jauh ke arah yang dituju atau melampauinya, akurasi generalisasi yang buruk, dan membutuhkan waktu lebih lama untuk dilatih. Sedangkan jika mengurangi *learning rate* dapat membuat jalur yang ditempuhnya lebih halus dan meningkatkan akurasi generalisasi secara signifikan. Namun ada saatnya pengurangan *learning rate* hanya membuang-buang waktu karena terlalu banyak mengambil langkah daripada yang diperlukan (Wilson & Martinez, 2001). *Learning rate* di sarankan berada di sekitar 0,01 (Bengio, 2012).

#### 2.2.1 Algoritma Backpropagation (BPNN)

Algoritma pelatihan *Backpropagation* pada dasarnya ada tiga tahapan (Fausett, 2004):

1. Memasukkan input data pelatihan sehingga diperoleh nilai *output* (tahap *Feedforward*)
2. Perambatan balik nilai *error* yang diperoleh (tahap *Backpropagation*)
3. Penyesuaian bobot untuk meminimalkan nilai *error*

*Backpropagation* memiliki dua fase utama yaitu *forward* dan *backward*. *Forward* digunakan untuk menghitung nilai *output* dan turunan lokal di berbagai *node*. *Backward* digunakan untuk mempelajari gradien *loss function*. Gradien ini digunakan untuk meng-*update* bobot (Aggarwal, 2018).

Adapun tahapan lebih lengkapnya dari algoritma *Backpropagation* adalah sebagai berikut (Wirawan, 2017):

1. Inisialisasi bobot (ambil bobot awal dengan nilai *random* yang kecil).



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Kerjakan langkah-langkah berikut selama kondisi berhenti bernilai *FALSE*:
  - a. Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, kerjakan:

*Feedforward:*

- i. Tiap-tiap unit input ( $X_i, i=1,2,3,\dots,n$ ) menerima sinyal  $x_i$  dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan atasnya (*hidden layer*).
- ii. Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j, j=1,2,3,\dots,p$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal *input* terbobot:

$$z\_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (2.6)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*-nya

$$z_j = f(z\_in_j) \quad (2.7)$$

Dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (*unit-unit output*)

- iii. Tiap-tiap unit *output* ( $Y_k, k=1,2,3,\dots,m$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal *input* berbobot.

$$y\_in_k = w_{0k} + \sum_{i=1}^p z_i w_{ik} \quad (2.8)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*-nya

$$y_k = f(y\_in_k) \quad (2.9)$$

Dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (*unit-unit output*)

*Backpropagation*

- iv. Tiap-tiap unit *output* ( $Y_k, k=1,2,3,\dots,m$ ) menerima target pola yang berhubungan dengan pola *input* pembelajaran, hitung informasi *error*-nya:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y\_in_k) \quad (2.10)$$

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $w_{jk}$ ) :

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (2.11)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $w_{0k}$ ) :

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (2.12)$$

Kirimkan  $\delta_k$  ini ke unit-unit yang ada di lapisan bawahnya.

- v. Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j, j=1,2,3,\dots,p$ ) menjumlahkan delta *input*-nya (dari unit-unit yang berada pada lapisan atasnya)

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (2.13)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi *error*:

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (2.14)$$

Kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $v_{ij}$ ):

$$\Delta v_{jk} = \alpha \delta_j x_i \quad (2.15)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $v_{0j}$ ):

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (2.16)$$

- vi. Tiap-tiap unit *output* ( $Y_k, k=1,2,3,\dots,m$ ) memperbaiki bias dan bobotnya.

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (2.17)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j, j=1,2,3,\dots,p$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $i=0,1,2,3,\dots,n$ ):

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (2.18)$$





**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b. Tes kondisi berhenti.

**2.2 Normalisasi**

Sebelum pelatihan, data *input* dan *output* harus dinormalisasi terlebih dahulu (Erlangga et al., 2015). Normalisasi dilakukan dengan mengubah data yang bernilai sangat besar atau sangat kecil sehingga data bernilai pada rentang tertentu (Haryati et al., 2016). Dengan melakukan normalisasi input, konvergensi biasanya menjadi lebih cepat karena setiap variabel mendekati nol (Montavon et al., 2012).

$$X' = \left( \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \right) \tag{2.19}$$

**2.2.3 Denormalisasi**

Denormalisasi dilakukan setelah seluruh proses dilakukan. Denormalisasi dilakukan dengan mengembalikan nilai data yang sudah dinormalisasi (Putri et al., 2018).

$$X = (\text{Max} - \text{Min})(x') + \text{Min} \tag{2.20}$$

**2.2.4 Perhitungan dan Pengujian Error dalam Prediksi**

Nilai *error* diperoleh dari selisih target dengan *output*. *Error output* dihitung menggunakan persamaan (Sinta et al., 2013):

$$\text{Error} = \text{Actual} - \text{Forecast} \tag{2.21}$$

SSE diperoleh dari *error* yang dikuadratkan. MSE diperoleh dari jumlah SSE yang dibagi sebanyak jumlah data (Wanto, 2019).

Berikut Proses menghitung nilai SSE (Kiki & Kusumadewi, 2004):

- Hitung keluaran untuk masukan pertama
- Hitung selisih prediksi dan targetnya untuk setiap keluaran
- Kuadratkan nilai setiap keluaran lalu hitung semua

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berikut ini rumus untuk menghitung SSE (Jumarwanto et al., 2009):

$$SSE = \sum_p \sum_j (T_{jp} - X_{jp})^2 \quad (2.22)$$

Keterangan:

$T_{jp}$  = nilai keluaran jaringan syaraf

$X_{jp}$  = nilai target

Proses menghitung nilai MSE adalah sebagai berikut (Santoso & Hansun, 2019):

1. Hitung keluaran untuk masukan pertama
2. Hitung selisih nilai target dan nilai keluaran prediksi
3. Kuadratkan setiap selisih tersebut
4. Jumlahkan semua kuadrat selisih dari tiap-tiap data dalam satu epoch
5. Bagi hasil penjumlahan tersebut dengan data pelatihan

MSE adalah rata-rata kesalahan prediksi yang dikuadratkan (Sakinah et al., 2018). Rumus MSE adalah sebagai berikut:

$$MSE = \sum \frac{(t - y_k)^2}{N} \quad (2.23)$$

Keterangan:

$t$  = nilai *output* target

$y_k$  = nilai *output* jaringan

$N$  = banyaknya data

### 2.3 Algoritma *Firefly*

Algoritma *Firefly* adalah algoritma metaheuristik yang terinspirasi berdasarkan perilaku dan gerakan kunang-kunang (Arora & Singh, 2013). Istilah metaheuristik berasal dari kata “meta” yang berarti “tingkatan tertinggi” dan

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

heuristic” yang berarti “menemukan” (Beheshti & Mariyam, 2013). Algoritma metaheuristik kinerjanya lebih baik dari algoritma heuristic sederhana. Metaheuristik biasanya cocok dengan pemodelan non linier dan optimasi global (Gandomi et al., 2013).

Algoritma *Firefly* ditemukan oleh Xin She Yang pada tahun 2008 (Rahmalia & Rohmah, 2018). FA bekerja dengan prinsip metaheuristik dimana algoritma ini dapat menemukan kandidat solusi yang optimal dan dapat melakukan optimasi. Pada awalnya, meng-*generate* beberapa kandidat solusi (populasi). Populasi ditentukan di awal. Dalam algoritma *firefly* ini, Setiap populasi akan diuji kedekatannya dengan solusi terbaik dengan menguji kedekatan kandidat solusi dengan target (*fitness*) dan populasi akan di-*update* untuk setiap iterasi. Untuk peng-*update*-an dilakukan perhitungan dengan parameter *alfa*, *beta* dan *gamma*. Iterasi terus berulang dan akan berhenti jika ditemukan solusi optimal atau iterasi mencapai maksimum (Nggego et al., 2020).

Berikut beberapa keuntungan algoritma FA (Yang & He, 2013):

1. Pembagian otomatis
2. Kemampuan berurusan dengan berbagai teknik
3. konvergensi bisa dipercepat dengan menyetel parameter untuk mengendalikan keacakan saat iterasi berlangsung.

Tiga prinsip dasar algoritma *Firefly* (Francisco et al., 2014):

1. Semua *firefly unisex*. Tiap populasi *firefly* bisa tertarik dengan populasi *firefly* yang lain.
2. Ketertarikan berbanding dengan keterangan *firefly*. *Firefly* yang kurang terang akan mendekati *firefly* yang paling terang. Jika tidak ada, maka *firefly* tersebut akan bergerak acak. Ketertarikan *firefly* dengan *firefly* lainnya berbanding lurus dengan keterangannya dan akan berkurang apabila jarak semakin jauh.
3. Keterangan atau intensitas cahaya berhubungan dengan jenis fungsi untuk optimasi. Secara praktiknya, keterangan tiap *firefly* bisa secara langsung sebanding dengan nilai dari fungsi objektif.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berikut *pseudocode* algoritma kunang-kunang (Ahammed et al., 2018):

*Begin*

1. Inisiasi maksimal iterasi,  $\alpha$ ,  $\beta_0$ ,  $\gamma$
2. Meng-*generate* populasi awal
3. Menetapkan fungsi objektif  $f(x)$
4. Menentukan Intensitas (I) pada *cost* (x) dari masing-masing individu ditentukan oleh  $f(x_i)$
5. While (t<maksimal iterasi)
  - For i = 1 to n
    - For j = 1 to n
      - If ( $I_j > I_i$ )
        - Pindahkan kunang-kunang i ke kunang-kunang j dalam K dimensi
    - end if
      - Evaluasi solusi baru dan *update* intensitas cahaya
    - end for j
      - end for i
        - Me-*ranging* kunang-kunang tersebut dan menemukan *current bests*
    - end while
  - 6. Menampilkan hasil dari proses

*End Procedure*

**2.3.1 Perhitungan Jarak Antar Firefly**

Jarak antar firefly i dan firefly j menggunakan *Cartesian Distance*:

$$r_{ij} = \|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{i,k} - x_{j,k})^2} \quad (2.24)$$

Keterangan:

$r_{ij}$  = jarak antar *firefly* i dan *firefly* j

$x_i$  = posisi *firefly* i



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$x_j$  = posisi *firefly* j

$x_{i,k}$  = nilai dalam dimensi ke-k dari *firefly* i

$x_{j,k}$  = nilai dalam dimensi ke-k dari *firefly* j

**2.3.2 Ketertarikan Firefly**

Ketertarikan satu *firefly*  $\beta$  sebanding dengan intensitas cahaya I. Nilai  $\beta$  menunjukkan seberapa kuatnya ketertarikan satu *firefly* dengan sekawanannya. Ketertarikan  $\beta$  relatif dengan jarak  $r_{ij}$  antara dua *firefly*. *Firefly* i berlokasi di  $x_i$  dan *firefly* j berlokasi di  $x_j$ . Dimana Ketertarikan  $\beta_0$  adalah ketertarikan keduanya berjarak  $r = 0$  dan  $\gamma$  adalah koefisien penyerapan cahaya (Sahoo et al., 2015). Berikut ini rumus ketertarikan terhadap jarak tertentu  $\beta(r)$ :

$$\beta(r) = \beta_0 e^{-\gamma r^2} \tag{2.25}$$

**2.3.3 Perpindahan Firefly**

Perpindahan *firefly* i menuju *firefly* j (kunang-kunang yang paling terang) menggunakan rumus (Mandal et al., 2015):

$$x_i = x_i + \beta_0 e^{-\gamma r^2_{ij}}(x_i - x_j) + \alpha(\text{rand} - \frac{1}{2}) \tag{2.26}$$

$\alpha$  koefisien nilai *random* dengan nilai [0,1]

$\beta_0$  = keaktraktifan awal yaitu intensitas cahaya pada  $r = 0$  dan di banyak kasus nilainya 1

$\gamma$  koefisien penyerapan dengan nilai [0,∞]

$r_{ij}$  = jarak antara dua *firefly* i dan *firefly* j pada  $x_i$  dan  $x_j$  dihitung menggunakan jarak Cartesian distance

Untuk hasil yang lebih optimal, maka disarankan untuk menetapkan  $\alpha$  berada di rentang 0,1 sampai 0,2. Nilai  $\gamma$  yang disarankan berada di rentang 1 sampai 30 (Mo

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

et al., 2013). Nilai  $\beta_0$  yang disarankan bernilai 1. Jumlah populasi terbaik berada di rentang 25 sampai 40 (Yang & He, 2013).

## 2.4 Algoritma Optimasi *Firefly Algorithm* dengan *Backpropagation Neural Network* (FA-BPNN)

Algoritma Optimasi terdiri dua istilah algoritma, yang berarti urutan langkah-langkah logis yang tersusun sistematis (Ropianto et al. 2018) dan Optimasi yang berarti proses pengaturan input suatu proses (fungsi, fungsi objektif, atau fungsi fitness) untuk menghasilkan *output* (nilai fitness) yang maksimum atau minimum (Jaya et al. 2018). Arti dari algoritma Optimasi (AO) adalah algoritma untuk mencari nilai  $x$  yang dapat menghasilkan nilai terkecil atau terbesar pada fungsi  $f(x)$  berdasarkan batasan-batasan pada nilai  $x$ , dimana nilai  $x$  bisa bernilai skalar atau vektor, bersifat kontinu ataupun diskrit (Hasad 2011). Algoritma optimasi digunakan untuk mengatasi kelemahan *Backpropagation* dengan mengkonstruksi Jaringan Syaraf Tiruan (Suhendra & Wardoyo, 2015). Optimasi pada bobot Jaringan Syaraf Tiruan akan mempercepat waktu kalkulasi pada untuk mencapai keadaan konvergen (Nugraha & SN, 2014).

FA-BPNN adalah algoritma *Firefly* yang dikombinasikan dengan Jaringan Syaraf *Backpropagation*. *Backpropagation* digunakan untuk mengenali pola-pola data sedangkan algoritma *Firefly* digunakan untuk optimasi bobot. Awalnya populasi dari beberapa *firefly* dengan jumlah tetap di-generate secara acak. Bobot-bobot awal untuk jaringan *Backpropagation* dijadikan sebagai populasi FA. Pasangan-pasangan pelatihan (sampel nilai input dan *output*) dan populasi dimasukkan ke dalam jaringan *Backpropagation*. Jaringan tersebut melatih *input* data latih dan menghitung SSE-nya. Hal ini disebut sebagai *forward pass* dalam BPNN. Penghitungan *error* diambil sebagai intensitas tiap *firefly* (A & J, 2014). *Firefly* terterang adalah *firefly* dengan intensitas terbesar. Intensitas *firefly* yang lainnya dibandingkan dengan intensitas *firefly* lebih terang. *Firefly* yang sedang memiliki intensitas yang kurang terang dipindahkan ke *firefly* yang lebih terang tersebut. Selanjutnya jarak dan perpindahan *firefly*  $i$  menuju *firefly*  $j$  (*firefly* yang paling terang) dihitung menggunakan rumus (2.26) (Mandal et al., 2015). Dengan

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Nilai-nilai perhitungan jarak yang baru tersebut, *Backpropagation* dilatih lagi. Hal ini disebut *backward pass* dalam *Backpropagation* (A & J, 2014).

Berikut *pseudocode* FA-BPNN (A & J, 2014):

Fungsi objektif  $f(x)$ ,  $x=(x_1, \dots, x_d)^T$

Inisialisasi populasi firefly  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

Mendefinisikan koefisien penyerapan cahaya.

Menetapkan populasi tersebut untuk BPNN

while  $t < \text{MaxGeneration}$  do

for  $i = 1 : n$  all  $n$  fireflies do

for  $j = 1 : n$  all  $n$  fireflies do

Intensitas cahaya  $I_i$  di  $x_i$  ditentukan oleh  $f(x_i)$

if  $I_j < I_i$

Pindahkan firefly  $i$  menuju  $j$  dalam semua  $d$  dimension

Variasi ketertarikan dengan jarak  $r$  melalui  $\exp[-\gamma r]$

Evaluasi solusi-solusi baru dan update intensitas cahaya

End

End

re-ranking *firefly-firefly* dan menemukan current best-nya

end

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.5 Prediksi

Prediksi adalah memperkirakan masa depan berdasarkan analisa data-data masa lampau secara ilmiah (Purba & Sitompul, 2018) . Tujuan dari prediksi adalah untuk memperoleh informasi di masa depan berdasarkan peluang kejadian terbesar (Andriani et al., 2018). Prediksi dapat dilakukan dengan dua teknik (Jumingan, 2009):

1. Kualitatif

Teknik ini bersifat subjektif karena prediksi berdasarkan pendapat suatu pihak atau hasil kuesioner.

2. Kuantitatif

Teknik ini menggunakan data bersifat historis dan datanya dapat dibuat dalam bentuk angka.

## 2.6 Penggerek Batang Padi

Penggerek batang termasuk lima hama utama padi di Indonesia (Natanegara & Sawada, 1990). Penggerek batang daerah persebarannya luas. Persebarannya terutama di daerah tropis (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, 2007). Keberadaannya di sawah ditandai dengan adanya ngengat dan larvanya. Pada tanaman padi, hama ini menyebabkan sundep dan beluk (Andriyani et al., 2016).

Serangga ini dinamakan penggerek batang karena larvanya menggerek tunas atau pucuk tanaman. Jika penggerek batang menggerek padi yang masih muda disebut sundep. Sedangkan jika menggerek padi yang sudah bermalai disebut beluk (Widagdo, 1994).



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Gambar 2.9 Penggerek Batang Padi**  
(Redaksi Trubus, 2018)

## **Faktor Iklim yang Mempengaruhi Perkembangan Hama Penggerek Batang**

Hama merupakan semua binatang yang mengganggu dan merugikan tanaman yang diusahakan manusia (Pracaya, 1991). Sebagian besar hama berasal dari kelompok serangga (N. C. Dewi, 2010). Siklus hidup, keperidian, lama hidup, dan kemampuan diapause penggerek batang dipengaruhi langsung oleh parameter suhu, kelembaban udara relatif dan lama penyinaran matahari (Wiyono, 2007). Contoh, pada musim kemarau populasi penggerek batang menurun dan kondisi iklim juga memengaruhi intensitas serangannya (Meidalima & Kawaty, 2015).

Lebih lengkapnya, parameter iklim yang mempengaruhi perkembangan hama diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Suhu (°C)  
Suhu udara adalah parameter yang menyatakan keadaan panas dinginnya udara (Rufaida, 2011). Pada penelitian ini, suhu udara satuannya °C dan bertipe data numerik.
2. Kelembaban Udara (%)  
Kelembaban udara adalah banyak sedikitnya uap air di udara (Iskandar, 2010). Pada Penelitian ini, kelembaban udara satuannya % dan bertipe data numerik.
3. Curah hujan (mm)

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Curah hujan adalah banyaknya air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu (Rufaida, 2011). Pada penelitian ini, curah hujan satuannya mm dan bertipe data numerik.

4. Kecepatan angin (Knot)

Pada penelitian ini, kecepatan angin satuannya Knot dan bertipe data numerik.

5. Arah angin

Pada penelitian ini, arah angin memiliki 8 arah dan bertipe data kategorikal. Arah angin dapat dinyatakan dalam derajat.

6. Lama penyinaran matahari (jam)

Pada Penelitian ini, lama penyinaran matahari (fotoperiodesitas) satuannya jam dan bertipe data numerik. Lama penyinaran matahari yang digunakan adalah lama penyinaran matahari setiap per delapan jam.

Untuk selengkapnya, mengenai contoh dari masing-masing datanya dapat dilihat pada lampiran A.

## 2.8 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terkait mengenai algoritma *Backpropagation*:

Tabel 2.2 Penelitian Terkait algoritma *Backpropagation*

No.	Judul	Algoritma	Kesimpulan
1	Prediksi Serangan Hama Pada Tanaman Padi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	<i>Backpropagation</i>	Percobaan menggunakan variasi alfa 0,3 sampai 0,7 dengan kelipatan 0,1, Momentum 0,8, neuron tersembunyi 10 sampai 100 dengan kelipatan 10, maksimum <i>epoch</i> 100.000 dan minimum <i>error</i> 0,000001. Hasil pelatihan pada hama wereng, diperoleh arsitektur terbaik dengan alfa 0,7, neuron tersembunyi 20, MSE 0,0000000027 dan pengujian diperoleh MSE 0,0000005542. Hasil pelatihan pada hama tikus, diperoleh arsitektur terbaik dengan alfa 0,4, neuron tersembunyi 40, MSE 0,0000009995 dan pengujian diperoleh MSE 0,0830858393

No.	Judul	Algoritma	Kesimpulan
2	Implementasi Metode <i>Backpropagation Neural Network</i> (BNN) dalam Sistem Klasifikasi Ketepatan Waktu Kelulusan Mahasiswa (Studi Kasus: Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember)	<i>Backpropagation</i>	Percobaan dengan variasi <i>learning rate</i> 0,1 sampai 0,9 dengan kelipatan 0,2, dengan batas iterasi 1000, 2000, dan 3000. Nilai akurasi 98,82% pada iterasi 2000 dan 3000 dengan masing masing <i>learning rate</i> 0,7 dan 0,9 untuk iterasi 2000 dan <i>learning rate</i> 0,5; 0,7; dan 0,9 untuk iterasi 3000. Jumlah data benar 167 dari 169.
3	Jaringan Syaraf Tiruan dalam Memprediksi Ketersediaan Komoditi Pangan Provinsi Riau	<i>Backpropagation</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hasil prediksi sangat dipengaruhi oleh besarnya <i>learning rate</i> dan jumlah neuron pada <i>hidden layer</i>.</li> <li>2. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kebenaran prediksi yaitu <i>learning rate</i>, <i>target error</i>, dan bobot acak yang diberikan ke setiap neuron.</li> <li>3. Semakin kecil <i>learning rate</i> membuat proses pelatihan menjadi semakin lama.</li> </ol>

No.	Referensi	Judul	Algoritma	Kesimpulan
				4. RMSE dari hasil pelatihan dan pengujian diperoleh arsitektur 7-14-1, dengan nilai <i>error RMSE</i> 0,0033438208, persentase akurasi 99,99%, dan performa 0,2185
4	Sultra (2018)	Prediksi Jumlah Permintaan Koran Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	<i>Backpropagation</i>	Hasil pengujian, diperoleh iterasi terbaik 200, dan <i>learning rate</i> terbaik 0,6, dan pengujian data latih dan data uji menghasilkan nilai data latih terbaik yaitu 100 dan data uji 10. Sehingga menghasilkan nilai <i>error rate</i> terkecil yaitu 0,0162.
5	Sultra (2018)	Analisis Tingkat Akurasi algoritma <i>Backpropagation</i> Dalam Prediksi Produksi Ubi Kayu Di Provinsi Indonesia	<i>Backpropagation</i>	5 model arsitektur yang digunakan pada penelitian ini antara lain : 5-8-1, 5-10-1, 5-15-1, 5-18-1 dan 5-20-1, diperoleh model arsitektur terbaik, yakni model 5-18-1 yang dapat melakukan prediksi dengan akurasi 94%. <i>Epoch</i> serta waktu model

No.	Referensi	Judul	Algoritma	Kesimpulan
				dengan arsitektur 5-18-1 juga lebih sedikit dibandingkan dengan 4 model arsitektur yang lain
6	Antri, R. (2011). Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia. UIN Suska Riau.	Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia	<i>Backpropagation</i>	5 model arsitektur yang digunakan pada penelitian ini, antara lain: 12-5-1, 12-7-1, 12-8-1, 12-10-1 dan 12-14-1. Dari ke 5 model yang digunakan, yang terbaik adalah 12-5-1 dengan menghasilkan tingkat akurasi 83%, MSE 0,0281641257 dengan tingkat <i>error</i> yang digunakan 0,001-0,05. Sehingga model ini bagus untuk prediksi volume ekspor impor migas di Indonesia, karena akurasianya antara 80% hingga 90%.
7	Santoso, H. (2019). Prediksi IHSB dengan <i>Backpropagation Neural Network</i> . UIN Suska Riau.	Prediksi IHSB dengan <i>Backpropagation Neural Network</i>	<i>Backpropagation</i>	Tingkat akurasi MSE <i>testing</i> sebesar 320,49865083640924 dengan menggunakan learning rate 0,3 dan 3.000 epoch.

No.	Referensi	Judul	Algoritma	Kesimpulan
8	Kurniawati, 2021)	Prediksi Produksi Susu Segar Di Indonesia Menggunakan algoritma <i>Backpropagation</i>	<i>Backpropagation</i>	5 model arsitektur yang digunakan adalah 5-91, 5-12-1, 5-14-1, 5-14-1, 5-17-1, maka didapatkan arsitektur terbaik 5-15-1 yang memiliki tingkat akurasi 94% dengan jumlah MSE <i>Testing</i> 0,0009998415.
9	Nikentari, 2011)	Optimasi Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i> Dengan <i>Particle Swarm Optimization</i> Untuk Prediksi Pasang Surut Air Laut	PSO-BPNN	Hasil pengujian diperoleh akurasi 91.56 % dengan menggunakan 90 <i>swarm</i> , <i>learning rate</i> 0,9 dan iterasi sebanyak 20 kali.
10	Arya, 2015)	Klasifikasi Jenis Batubara Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan algoritma <i>Backpropagation</i>	<i>Backpropagation</i>	1. Berdasarkan pengujian pada data uji sebanyak 200 data diperoleh akurasi sebesar 98% dengan <i>learning rate</i> 0,2, dan toleransi <i>error</i> 0,001.

No.	Referensi	Judul	Algoritma	Kesimpulan
				2. Berdasarkan hasil pengujian parameter, semakin kecil <i>learning rate</i> dan target MSE maka semakin tinggi tingkat akurasi.
11	Karmila, 2019. Seluruh karya tulis ini dapat mencantumkan dan menyebutkan sumber: (Karmila, 2019)	<i>Backpropagation Vs. Radial Basis Function Neural Model: Rainfall Intensity Classification For Flood Prediction Using Meteorology Data</i>	<i>Backpropagation</i> dan <i>Radial Basis Function</i>	Hasil yang diperoleh menunjukkan, dalam hal akurasi klasifikasi, model BPN berkinerja lebih baik daripada model RFN. Namun, dalam hal konsistensi, model RFN mengungguli model BPN.
12	Karmila, 2019. Seluruh karya tulis ini dapat mencantumkan dan menyebutkan sumber: (Karmila, 2019)	<i>Comparison of Predictive Algorithms: Backpropagation, SVM, LSTM and Kalman Filter for Stock Market</i>	<i>Backpropagation</i> , SVM, LSTM, dan <i>Kalman Filter</i>	LSTM berakurasi tinggi dan variannya rendah, tetapi lebih lambat. <i>Backpropagation</i> , kecepatannya tinggi dan akurasinya baik., Berdasarkan uji T-test menunjukkan bahwa LSTM lebih dapat diandalkan dibandingkan dengan <i>Backpropagation</i> dan SVM.



No.	Judul	Algoritma	Kesimpulan
13	Perbandingan Metode <i>Backpropagation</i> Dan <i>Learning Vector Quantization</i> (LVQ) Dalam Menggali Potensi Mahasiswa Baru Di STMIK Palcomtech	<i>Backpropagation</i> , LVQ	Hasil pengujian, akurasi metode <i>Backpropagation</i> sebesar 99,17% dengan <i>learning rate</i> 0,1 dan <i>epoch</i> 100, metode LVQ akurasi sebesar 96,67% dengan <i>learning rate</i> 1 dan jumlah <i>epoch</i> 20.
14	Perbandingan Metode K-Nn dan <i>Neural Network</i> ( <i>Backpropagation</i> ) dalam Klasifikasi Gizi Anak	<i>Backpropagation</i> , KNN	Akurasi tertinggi pada metode <i>Neural Network</i> sebesar 97,74% pada <i>validation</i> ke-3. Metode K-NN, akurasi yang paling tinggi adalah 95,49% dari <i>validation</i> rata-rata kelipatan dari 10 dan pada K ke-3. Akurasi dari kedua metode tersebut yang paling tinggi akurasinya adalah <i>Neural Network</i> .

beberapa penelitian terkait mengenai algoritma *Firefly*:

**Tabel 2.3 Penelitian Terkait Algoritma Firefly**

No.	Peneliti dan Tahun	Judul	Algoritma	Kesimpulan
1	Keskin & Karimoglu, 2015	<i>Application of Firefly Algorithm to Train Operation</i>	FA, GA	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>Firefly Algorithm</i> (FA) memberikan solusi lebih baik dengan keakurasian tinggi dan konsisten bila dibandingkan dengan <i>Genetic Algorithm</i> (GA). Dengan FA, solusi dapat mencapai keadaan konvergen dalam iterasi yang sedikit. Oleh karena itu, FA dapat memecahkan masalah <i>realtime</i> dengan baik.
2	H. Sidiqyan et al., 2015	Implementasi Algoritma Kunang-Kunang Untuk Penjadwalan Mata Kuliah di Universitas Ma Chung	FA	nilai intensitas cahaya terbaik diperoleh ketika parameter $\beta_0 = 1$ dan $\gamma = 10$ sehingga diperoleh intensitas cahaya yaitu 0,0003831.

No.	Penelitian dan Tahap	Judul	Algoritma	Kesimpulan
3	Kurniawan & Idris (2016)	Optimisasi <i>Range</i> Dan <i>Endurance</i> Saat Terbang Jelajah Menggunakan Firefly Algorithm	FA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dengan 25 kunang-kunang dan 100 iterasi terhadap fungsi range solusi yang diperoleh yaitu LSU-05 mampu terbang maksimal sejauh 300.44 km dan kecepatan jelajah maksimal 30.55 m/s atau 110 km/h dengan bobot awal (W) sebesar 77 kgf.</li> <li>2. Dengan 25 kunang-kunang dan 100 iterasi terhadap 1 fungsi <i>endurance</i>. Solusi yang diperoleh yaitu LSU-05 mampu terbang selama 1.3 jam dan kecepatan jelajah maksimal 60.12 km/h dengan bobot awal (W) sebesar 77 kg.</li> </ol>
4	Zegge et al., (2020)	Implementasi <i>Algoritma Firefly</i> pada Kasus <i>N-Queens Problem</i>	FA, GA	<p>Penelitian menggunakan N( bilangan bulat positif) - <i>Queen</i> dari 10 sampai dengan 20 dan menggunakan 15 dan 1000 <i>firefly</i>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>Algoritma Firefly</i> mampu menemukan semua solusi optimal posisi <i>Queen</i> pada papan catur dengan dimensi 10 sampai 20 pada populasi 1000 <i>firefly</i>. <i>Algoritma firefly</i> dapat menemukan solusi optimal dengan</p>

No.	Penelitian	Judul	Algoritma	Kesimpulan
				jumlah iterasi lebih sedikit dibanding dengan algoritma genetik, algoritma <i>firefly</i> lebih baik dibanding dengan algoritma genetik dilihat dari banyaknya iterasi yang dibutuhkan di kasus yang sama.
5	(Widayati, 2019)	Teori Permainan Menggunakan Algoritma Kunang-Kunang	FA	Dengan menggunakan algoritma kunang-kunang solusi yang diperoleh cenderung berbeda-beda setiap kali algoritma dijalankan, hal ini disebabkan karena hampir seluruh proses dalam algoritma kunang-kunang menggunakan bilangan acak yang sangat berpengaruh dalam mencapai solusi optimal.
6	(Rahmawati & Rohma, 2018)	Optimisasi Perencanaan Produksi Pupuk Menggunakan <i>Firefly Algorithm</i>	FA	FA dapat menemukan solusi optimum pada perencanaan produksi.

No.	Penelitian dan Tahap	Judul	Algoritma	Kesimpulan
7	Ukani et al., (2013) sebagai atau	<i>Comparison of Firefly, Cultural and the Artificial Bee Colony Algorithms for Optimization</i>	FA, CA, ABC	Penelitian optimasi menggunakan fungsi <i>Benchmark</i> . FA dan CA kinerja yang lebih baik daripada algoritma ABC. FA lebih disukai di antara tiga algoritma karena menunjukkan hasil terbaik secara konsisten untuk semua dimensi.
8	Kalyan et al., (2013) Riau.	<i>Comparison and Analysis of Cuckoo Search and Firefly Algorithm for Image Enhancement</i>	FA, CS	Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma <i>firefly</i> memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma <i>Cuckoo Search</i> dalam hal ketahanan, fungsi fitness dan tingkat konvergensi.
9	Arora & Singh, (2013)	<i>A Conceptual Comparison of Firefly Algorithm, Bat Algorithm and Cuckoo Search</i>	FA, BA, CS	Algoritma <i>Firefly</i> lebih baik dari algoritma <i>Bat</i> dan <i>Cuckoo Search</i> .

Beberapa penelitian terkait *Backpropagation* dikombinasikan *Firefly*:

**Tabel 2.4 Penelitian Terkait FA-BPNN**

No	Judul	Algoritma	Kesimpulan
1	<p><i>Back Propagation Based Firefly Algorithm for Character Recognition</i></p>	FA-BPPN	<p><i>Firefly</i> berbasis <i>Backpropagation</i> memiliki tingkat pengenalan yang lebih tinggi dan waktu yang lebih sebentar bila dibandingkan dengan algoritma genetika berbasis <i>Backpropagation</i> dan <i>Backpropagation</i> itu sendiri. Jumlah <i>epoch</i> (iterasi) diperlukan berkurang untuk proses pelatihan jaringan.</p>
2	<p><i>Character Recognition Using Firefly Based Back Propagation Neural Network</i></p>	FA-BPNN	<p><i>Backpropagation</i> berbasis <i>Firefly</i> dapat memberikan efisiensi dalam variasi kasus dengan karakter yang berbeda dan memerlukan iterasi yang sedikit dalam konvergensi <i>error</i> jaringan.</p>

No	Judul	Algoritma	Kesimpulan
3	<i>Space Searching Time using Firefly Algorithm and Feed Forward Back Propagation Method An Improved Vehicle Parking Mechanism to reduce Parking Space Searching Time using Firefly Algorithm and Feed Forward Back Propagation Method</i>	FA-Feed Forward BPNN	Sistem ini dapat mengurangi waktu tunggu pengunjung. Hasilnya tanpa dan yang tanpa menggunakan kedua algoritma ini, yaitu dari kendaraan yang tidak parkir berjumlah 70 kendaraan dan rata-rata waktu pencarian 22,84 detik berkurang menjadi 16 kendaraan dan rata-rata waktu pencarian 12,23 detik.
4	<i>Analysis of a Nature Inspired Firefly Algorithm based Backpropagation Neural Network Training</i>	FA-BPNN dan GA-BPNN	FABPNN dengan sedikit iterasi untuk mencapai kestabilan dengan menghasilkan konvergensi dengan nilai tetap dalam waktu sigkat daripada GABPNN. FABPNN membutuhkan ruang <i>memory</i> lebih sedikit dan kinerja yang cepat.

No	Judul	Algoritma	Kesimpulan
5	<i>Model Identification Of Dengue Fever Spreading Using Firefly Algorithm And Backpropagation Neural Network</i>	FABPNN	Sistem FABPNN mampu mengidentifikasi pola data dengan <i>error rate</i> 0,0242.

Beberapa penelitian terkait Serangan Hama:

**Tabel 2.5 Penelitian Terkait Serangan Hama**

No	Judul	Algoritma	Kesimpulan
1	Pencegahan Lampu Perangkap ( <i>Light Trap</i> ) Dan Ekstrak Akar Tuba Untuk Pengendalian Hama Penggerek Batang Kuning 1 ( <i>Scirpophaga Spp</i> ) Pada Tanaman Padi ( <i>Oryza Sativa L</i> )		Hasil penelitian menunjukkan bahwa lampu perangkap ( <i>light trap</i> ) dan ekstrak akar tuba tidak berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan padi tetapi memberikan pengaruh yang signifikan dalam menekan intensitasi serangan hama tersebut.



No	Penelitian	Judul	Algoritma	Kesimpulan
2	(Sulung & Ariantoro, 2015) Penelitian yang membahas tentang penggunaan beberapa perangkat untuk mengendalikan hama penggerek batang padi Pandan wangi ( <i>Oryza sativa</i> var. Aromatic)	Penggunaan Beberapa Perangkat Untuk Mengendalikan Hama Penggerek Batang Padi Pandan wangi ( <i>Oryza sativa</i> var. Aromatic)		Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat lampu yang paling efektif. <i>yellow sticy trap</i> dan perangkat <i>methyleugenol</i> kurang tepat digunakan untuk memerangkap hama tersebut.
3	(Aryantoro et al., 2015) Penelitian yang membahas tentang kelimpahan populasi dan serangan penggerek batang padi pada tanaman padi di Kabupaten Tabanan	Kelimpahan Populasi dan Serangan Penggerek Batang Padi pada Tanaman Padi di Kabupaten Tabanan		ditemukan spesies penggerek batang <i>S. incertulas</i> yang paling dominan di antara spesies penggerek batang lainnya. Spesies ini ditemukan di berbagai ketinggian tempat. Kelimpahan populasi hama ini mempunyai hubungan yang linier dengan persentase serangan.
4	(Sustanto, 2016) Penelitian yang membahas tentang keragaan produksi dan organisme pengganggu tanaman padi, jagung, dan kedelai di Provinsi Riau	Keragaan Produksi dan Organisme Pengganggu Tanaman Padi, Jagung, dan Kedelai di Provinsi Riau		Penelitian ini menunjukkan penurunan yang signifikan terhadap produksi pajale. Penurunan produksi ini disebabkan salah satunya oleh serangan OPT pajale. Pada tanaman padi, ada 8 jenis OPT yang menyebabkan gagal panen (puso) yaitu hama burung, tikus, walang sangit, siput murbei, penggerek batang, penyakit bercak coklat, blas, dan hawar daun. Tingkat serangan OPT tersebut berfluktuatif pada tahun 2011-2015.

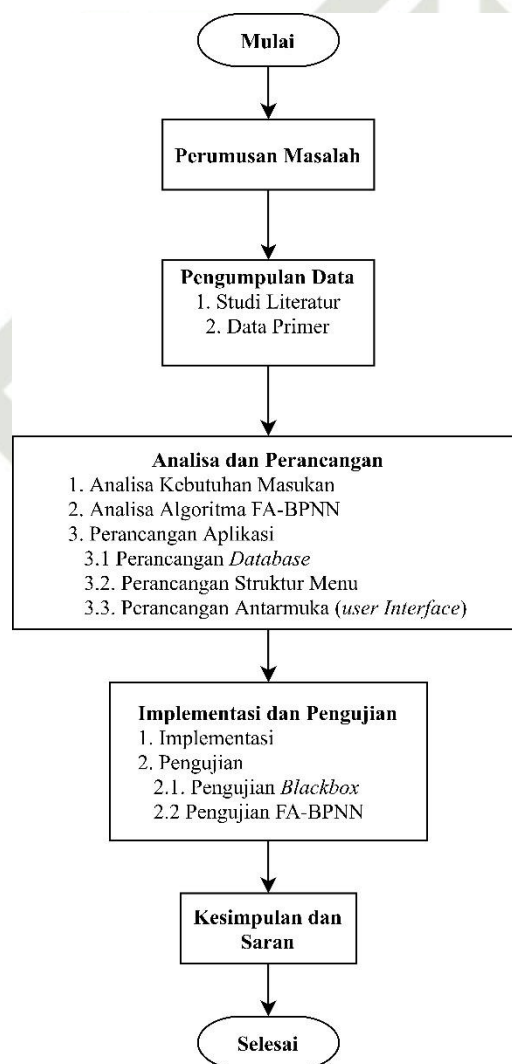
No	Penelitian	Judul	Algoritma	Kesimpulan
5	(Arandia, 2011) sebagai atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:	Peramalan Curah Hujan dan Luas Serangan Organisme Pengganggu Tanaman di Kabupaten Bogor	<i>Exponential Smoothing</i>	Nilai $\alpha$ yang digunakan bervariasi dari 0,1 sampai 0,9 dengan kelipatan 0,1. Hasil penelitian didapatkan nilai MSE dan MAD terkecil pada $\alpha = 0,9$ . Nilai $\alpha$ selanjutnya digunakan untuk meramalkan luas serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) tahun 2018.
6	(Siska, Riau, 2011) sebagai atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau	<i>Predicting Pest Population Using Weather Variables: An ARIMAX Time Series Framework</i>	ARIMAX	Objek prediksi dipilih di Distrik Guntur dan Distrik Faridkot. Data yang digunakan <i>time series</i> mingguan 2008 – 2012 sebanyak 110 minggu untuk tiga jenis hama: jassids, lalat putih, dan thrips. Variabel yang digunakan yaitu: suhu maksimum, suhu minimum, curah hujan, kelembaban maksimum, dan kelembaban minimum mingguan. Suhu maksimum, suhu minimum, dan kelembaban maksimum berpengaruh signifikan terhadap lalat putih dan thrips di Guntur. Sedangkan curah hujan berpengaruh signifikan terhadap thrips di Faridkot. Lalat putih dapat diprediksi lebih baik untuk kedua distrik karena RMAPE lebih rendah dibanding dua hama lainnya.

No	Judul	Algoritma	Kesimpulan
7	Prediksi Penyebaran Hama Penggerak Batang di Kabupaten Bandung Berdasarkan Informasi Cuaca dengan Menggunakan Algoritma <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System</i> (ANFIS)	ANFIS	Penelitian dengan menggunakan PCA pada rata-rata seluruh kecamatan diperoleh hasil performansi WMAPE untuk training 0,23% dan untuk testing 134,99% sedangkan tanpa menggunakan PCA diperoleh hasil performansi WMAPE untuk training sebesar 0,10% dan untuk testing sebesar 116,30%.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahapan-tahapan yang akan dilakukan selama dalam penelitian. Metodologi penelitian berisi uraian dari metode penelitian.

Gambar 3.1 di bawah ini memperlihatkan tahapan-tahapan metode tersebut:



**Gambar 3.1 Tahapan Metodologi Penelitian**

Penjelasan gambar diatas adalah sebagai berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.1 Perumusan Masalah

Perumusan masalah adalah langkah penelitian dalam melakukan pencarian dan memahami permasalahan berdasarkan latar belakang. Rumusan masalah pada penelitian Tugas Akhir ini ialah bagaimana menerapkan algoritma *Firefly* untuk mengoptimasi bobot awal dan bias awal Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam memprediksi luasnya serangan hama penggerek batang padi di Kabupaten Kampar.

### 3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah tahapan untuk memperoleh data-data, referensi, dan informasi yang terkait penelitian. Pada penelitian ini, dilakukan berbagai pengumpulan data:

#### 3.2.1 Studi Literatur

Tahap ini merupakan tahap penting, yakni pengumpulan informasi, referensi, studi literatur lainnya yang terkait pengaruh iklim terhadap hama penggerek batang, algoritma *Firefly* dan algoritma *Backpropagation* yang diperoleh dari jurnal ilmiah dan buku-buku. Sehingga diketahui metode yang diterapkan dalam menyelesaikan masalah pada penelitian ini. Selain itu, studi literatur ini bertujuan untuk memperoleh data referensi penunjang Tugas Akhir ini.

#### 3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini yakni data klimatologi dan data luas serangan hama penggerek batang. Data klimatologi diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Riau. Data luas serangan hama penggerek batang diperoleh dari UPT Proteksi Tanaman Perkebunan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura Provinsi Riau. Data-data tersebut adalah data di Kabupaten Kampar.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 3.3 Analisa dan Perancangan

Analisa merupakan tahap penelaahan terhadap data yang digunakan, algoritma dan fungsional sistem. Perancangan merupakan tahapan mendesain sistem prediksi luas serangan hama penggerek batang padi.

### 3.3.1 Analisa Kebutuhan Masukan

Tahap ini merupakan tahap analisa terhadap data masukan yang digunakan dalam prediksi luas serangan hama penggerek batang padi. Data masukan yang digunakan adalah data bulanan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Riau dan UPT Proteksi Tanaman Perkebunan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura Provinsi Riau tahun 2005-2019 yang terdiri dari:

1. Suhu (°C)
2. Kelembaban (%)
3. Kecepatan Angin (Knot)
4. Arah Angin
5. Curah Hujan (mm)
6. Lama Penyinaran Matahari (jam)
7. Luas Serangan Hama Penggerek Batang Padi (Ha)

Semua data masukan digabungkan terlebih dahulu dan disusun per variabel. Sebelum proses pelatihan algoritma FA-BPNN, data tersebut akan dibagi menjadi dua yakni data latih dan data uji. Data sebanyak 180 data akan dilakukan percobaan dengan berbagai variasi pembagian data, yakni: 90% data latih 10% data uji, 80% data latih 20% data uji, dan 70% data latih 30% data uji.

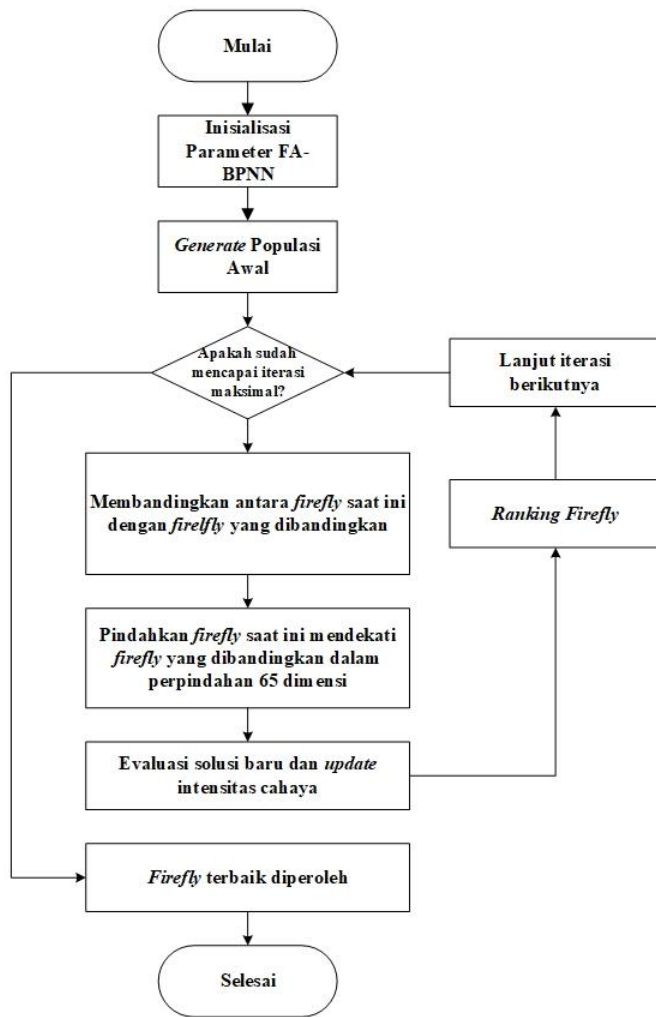
Sebelum pelatihan dan pengujian, dilakukan proses normalisasi data agar data masukan sesuai dengan *range* fungsi aktivasi yang digunakan, dalam hal ini biner 0-1. Normalisasi perlu dilakukan karena nilai masukan untuk algoritma *Backpropagation* nanti berupa data yang sudah dinormalisasi.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**3.3.2 Analisa Algoritma FA-BPNN**

Tahap ini merupakan tahap analisa terhadap algoritma yang digunakan dalam penelitian ini. Tahapan proseduralnya dalam *flowchart* adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.2 Flowchart Tahapan Pelatihan FA-BPNN**

Berikut ini penjelasan *flowchart* tahapan pelatihan FA-BPNN:

1. Inisialisasi Parameter FABPNN  
Parameter FABPNN yang diinisialisasi adalah *learning rate*, alpha, beta, dan gamma

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. *Generate* populasi awal  
Populasi *firefly* yang sudah ditentukan akan berjumlah tetap untuk setiap iterasi. Masing-masing individu di-*generate* secara acak. Bobot dan bias awal untuk *Backpropagation* dijadikan sebagai populasi untuk FA. Ada 65 bias dan bobot yang akan dioptimasi. Berarti ada 65 dimensi untuk setiap individu *firefly*.
3. Evaluasi tiap posisi *firefly*  
Tahapan ini menentukan Intensitas (I) pada *cost* (x) dari masing-masing individu ditentukan oleh  $f(x_i)$ . *cost* diambil dari *error*. *Error* yang digunakan sebagai fungsi objektif adalah SSE *Backpropagation* untuk satu *epoch*.
4. *Main looping*  
*Main looping* terdiri beberapa tahap yaitu:
  - a. Membandingkan antara *firefly*  $i$  (saat ini) dan *firefly*  $j$  (yang dibandingkan)  
*Firefly*  $i$  dan *firefly*  $j$  yang beranggotakan sama, keduanya dibandingkan. Jika *firefly*  $i$  saat ini kurang optimal nilai fungsi objektifnya daripada *firefly*  $j$ , maka *firefly*  $i$  akan mendekati *firefly*  $j$ .
  - b. Pindahkan *firefly*  $i$  menuju *firefly*  $j$  dalam  $d$  dimensi  
Awalnya, menghitung jarak antara keduanya. Setelah jarak keduanya diketahui. Lalu, posisi *firefly*  $i$  berubah dengan melibatkan nilai jarak yang sudah diketahui beserta parameter alpha, beta, dan gamma. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk meng-*update* posisi. Posisi yang berisi 65 dimensi, nilainya berubah setelah peng-*update*-an tersebut.
  - c. Evaluasi solusi baru dan *update* intensitas cahaya  
Solusi baru yaitu bobot dan bias terbaik BPNN. Solusi baru ini akan dicari nilai intensitas cahaya (fungsi objektif) dengan cara melakukan pelatihan BPNN satu *epoch*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai fungsi objektif berupa SSE.
5. *Firefly* terbaik diperoleh  
Memperoleh *firefly* terbaik dengan bobot awal dan bias awal terbaik jika  $\text{max\_iterasi}$  yang ditentukan sudah tercapai.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.3.3 Perancangan Aplikasi

Tahapan ini adalah tahapan mendesain aplikasi yang akan dibuat berdasarkan analisa yang telah dilakukan. Adapun perancangan aplikasi yaitu :

1. Perancangan *Database*  
Perancangan database atau basis data dibuat untuk mengorganisasikan penyimpanan data yang dibutuhkan aplikasi.
2. Perancangan Struktur Menu  
Perancangan struktur ini dibuat untuk mengetahui rancangan daftar menu yang terdiri atas proses-proses yang ada di dalam aplikasi yang akan dibangun.
3. Perancangan Antarmuka (*user interface*)  
Rancangan *user interface* atau antar muka bertujuan untuk mendesain tampilan. Perancangan *user interface* membuat aplikasi lebih interaktif dan lebih mudah diimplementasikan.

### 3.4 Implementasi dan Pengujian

Setelah melakukan analisa dan perancangan pada algoritma FA-BPPN untuk digunakan pada kasus prediksi luas serangan hama penggerek batang padi, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan implementasi dan pengujian.

#### 3.4.1 Implementasi

Tahap ini dikembangkan berdasarkan hasil analisa dan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Tahap ini menandakan sistem siap untuk diaplikasikan. Implementasi bertujuan untuk memastikan sistem sesuai dengan yang diinginkan.

Berikut ini komponen yang digunakan dalam implementasi:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)  
*Hardware* yang digunakan untuk tahapan implementasi memiliki spesifikasi sebagai berikut:
  - a. Processor : core i5-6400T

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b. Memory : 8 GB
- c. Hardisk : 1154 GB

2. Perangkat Lunak (*Software*)

*Software* yang digunakan untuk tahapan implementasi memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Platform : Windows
- b. Bahasa Pemrograman : PHP
- c. DBMS : Mysql

**3.4.2 Pengujian**

Pengujian sistem yang telah dibangun dilakukan setelah implementasi. Tujuan pengujian sistem ialah untuk menjamin sistem yang dibuat sesuai dengan hasil analisa dan perancangan serta menemukan kesalahan - kesalahan yang mungkin terjadi. Beberapa pengujian dalam penelitian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Pengujian *Blackbox*
2. Pengujian FA-BPNN

**3.5 Kesimpulan dan Saran**

Tahapan ini berisikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan diperoleh dari hasil pengujian aplikasi prediksi luas serangan hama penggerek batang padi menggunakan algoritma FA-BPNN. Saran penulis bagi pembaca dimaksudkan agar penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi.

## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian optimasi ini yaitu:

1. Berhasil menerapkan algoritma *Firefly* untuk mengoptimasi bobot awal dan bias awal Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam memprediksi luas serangan hama penggerek batang padi di Kabupaten Kampar.
2. MSE pelatihan terkecil diperoleh dengan rasio 90:10; populasi 47; learning rate 0,1; alpha 0,19; beta 1, dan gamma 30 di iterasi 100 dengan MSE pelatihan 0,012148736
3. MSE pengujian terkecil diperoleh dengan rasio 90:10; populasi 45; learning rate 0,09; alpha 0,18; beta 1, dan gamma 26 di iterasi 100 dengan MSE pengujian 0,002567056
4. Waktu pelatihan tersingkat diperoleh dengan rasio 70:30; populasi 25; learning rate 0,01; alpha 0,1; beta 1, dan gamma 1 di iterasi 100 dengan waktu 239,747 detik

### 6.2 Saran

Dalam penelitian ini masih banyak kelemahan dan kekurangannya. Untuk penulis menyarankan:

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan luas serangan dari jenis OPT yang lain.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode optimasi lain seperti algoritma genetika, PSO, dan lainnya dalam menentukan bobot awal *Backpropagation* agar akurasi menjadi lebih baik lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. I. M. F., & J. B. (2014). *Back Propagation Based Firefly Algorithm for Character Recognition*. May, 1–5.
- Aggarwal, C. C. (2018). Neural Networks and Deep Learning. In *Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1201/b22400-15>
- Ahmed, M. J., Swathi, A., Sanku, D., Chakravarthy, V. V. S. S. S., & Ramesh, H. (2018). *Performance of Firefly Algorithm for Null Positioning in Linear Arrays*. 434(January), 31–40. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-4280-5>
- Andriani, Y., Silitonga, H., & Wanto, A. (2018). Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 4(1), 30. <https://doi.org/10.26594/register.v4i1.1157>
- Anggraeni, W. (2006). Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Permintaan Barang. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 5(2), 99. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v5i2.a234>
- Anike, M., Suyoto, & Ernawati. (2012). Pengembangan Sistem Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Dokter Keluarga Menggunakan Backpropagation (Studi Kasus: Regional X Cabang Palu). *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi 2012 (SENTIKA 2012)*, 2012(Sentika), 209–216.
- Aprizal, Y., Zainal, R. I., & Afriyudi, A. (2019). Perbandingan Metode Backpropagation dan Learning Vector Quantization (LVQ) Dalam Menggali Potensi Mahasiswa Baru di STMIK PalComTech. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 18(2), 294–301. <https://doi.org/10.30812/matrik.v18i2.387>
- Arora, S., & Singh, S. (2013). A Conceptual Comparison of Firefly Algorithm, Bat

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Algorithm and Cuckoo Search. *2013 International Conference on Control, Computing, Communication and Materials, ICCCCM 2013, Icccm*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICCCCM.2013.6648902>

Arya, P., Paul, R. K., Kumar, A., Singh, K. N., Sivaramne, N., & Chaudhary, P. (2015). Predicting pest population using weather variables : An arimax time series framework. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, *11*(2), 381–386.

Aryantini, L. T., Supartha, I. W., & Wijaya, I. N. (2015). Kelimpahan Populasi Dan Serangan Penggerek Batang Padi Pada Tanaman Padi Di Kabupaten Tabanan. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, *4*(3), 203–212.

Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. (2020). *Luas Panen dan Produksi Padi di Provinsi Riau 2019 (Hasil Survei Kerangka Sampel Area)* (Issue 60).

Badieah, B., Gernowo, R., & Surarso, B. (2016). Metode Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Performa Mahasiswa Pada Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning (PBL). *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, *6*(1), 46. <https://doi.org/10.21456/vol6iss1pp46-58>

Beheshti, Z., & Mariyam, S. (2013). *A Review of Population-based Meta-Heuristic Algorithm*. January.

Bengio, Y. (2012). Practical Recommendations for Gradient-Based Training of Deep Architectures. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *7700 LECTU*, 437–478. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-35289-8\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35289-8_26)

Berry, M. J., & Linoff, G. (1997). *Data Mining Techniques*. John Wiley & Sons, Inc.

Black, J. (2018). *Impact of Climate Change on Pest Populations*. <https://foodsafetytech.com/column/impact-of-climate-change-on-pest->



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

populations/

Chai, S. S., Wong, W. K., & Goh, K. L. (2016). Backpropagation Vs. Radial Basis Function Neural Model: Rainfall Intensity Classification For Flood Prediction Using Meteorology Data. *Journal of Computer Science*, 12(4), 191–200. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2016.191.200>

Cynthia, E. P., & Ismanto, E. (2017). Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Ketersediaan Komoditi Pangan Provinsi Riau. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 2(2), 196–209. <https://doi.org/10.36341/rabit.v2i2.152>

Dewi, I. S. (2020). Analisis Usaha Tani Padi Sawah di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar. *Dinamika Pertanian*, 36(1), 91–98. [https://doi.org/10.25299/dp.2020.vol36\(1\).5374](https://doi.org/10.25299/dp.2020.vol36(1).5374)

Dewi, N. C. (2010). *Mengenal Hama dan Penyakit Tanaman*. PT. Intan Pariwara.

Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2017). *Penggunaan Pestisida Dalam Perspektif Produksi Dan Keamanan Pangan*. <http://tanamanpangan.pertanian.go.id/index.php/iptek/16>

Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Direktorat Bina Perlindungan Tanaman. (2007). *Pedoman Teknis Pengendalian Hama Penggerek Batang Padi*. Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan, Direktorat Bina Perlindungan Tanaman.

Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian. (2013). *Pedoman Rekomendasi Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Tanaman Serelia*.

Hangga, Sukmawati Nur, E., & Eko Adi, S. (2015). Pengembangan Aplikasi Prediksi Pertumbuhan Ekonomi Indonesia dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 6. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Faizin, A., Purwanto, & Supriyanto, C. (2018). *Perbandingan Metode K-Nn dan Neural Network (Backpropagation) dalam Klasifikasi Gizi Anak*. 10(1).
- Faradiba. (2018). Peramalan Curah Hujan dan Luas Serangan Organisme Pengganggu Tanaman di Kabupaten Bogor. *Jurnal Pro-Life Volume 5 Nomor 3, November 2018, 5*.  
<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/prolife/article/view/847>
- Fardhani, A. A., Insani, D., Simanjuntak, N., & Wanto, A. (2018). *Prediksi Harga Eceran Beras Di Pasar Tradisional Di 33 Kota Di Indonesia Menggunakan Algoritma Backpropagation*. 3(1).
- Fausett, L. V. (2004). *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms And Applications*. Pearson Education.
- Fitania, S. A., Damayanti, A., & Pratiwi, A. B. (2019). Model Identification Of Dengue Fever Spreading Using Firefly Algorithm And Backpropagation Neural Network. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 546(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/546/3/032008>
- Francisco, R. B., Costa, M. F. P., & Rocha, A. M. A. C. (2014). Experiments with Firefly Algorithm. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8580 LNCS(PART 2), 227–236. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-09129-7\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-09129-7_17)
- Gandomi, A. H., Yang, X. S., Talatahari, S., & Alavi, A. H. (2013). *Metaheuristic Application in Structure and Infrastructure*. Elsevier.
- Graupe, D. (2007). *Principles Of Artificial Neural Network* (W.-K. Chen (Ed.); 2nd ed.). World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Haryati, D. F., Abdillah, G., & Hadiana, A. I. (2016). Klasifikasi Jenis Batubara Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Algoritma Backpropagation. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 2016*(Sentika), Hal.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

557-562.

Haykin, S. (2009). *Neural Networks and Learning Machines*. In *Institute of Physics Conference Series* (3rd ed., Vol. 127). Pearson Education.

Hermawan, A. (2006). *Jaringan Syaraf Tiruan Teori dan Aplikasi*. Penerbit ANDI.

Hzham, F. A., Nurdiansyah, Y., & Firmansyah, D. M. (2018). Implementasi Metode Backpropagation Neural Network (BNN) dalam Sistem Klasifikasi Ketepatan Waktu Kelulusan Mahasiswa (Studi Kasus: Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember). *Berkala Sainstek*, 6(2), 97. <https://doi.org/10.19184/bst.v6i2.9254>

Indriyani, M. I., Nhita, F., & Deni Saepudin. (2016). *Prediksi Penyebaran Hama Penggerek Batang Di Kabupaten Bandung Berdasarkan Informasi Cuaca Dengan Menggunakan Algoritma Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System ( Anfis )*. 3(2), 3914–3926.

Iskandar, D. (2010). *Ensiklopedia Seri Cuaca dan Iklim*. ALPRIN.

Jasmir. (2011). Analisa Jaringan Saraf Tiruan dengan Metode Backpropagation Untuk Mengetahui Loyalitas Karyawan. *Processor*, 6(1), 31–45.

Jaya, H., Sabran, Idris, M. M., Djawad, Y. A., Ilham, A., & Ahmar, A. S. (2018). Kecerdasan Buatan. In *Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar*. Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar.

Jumarwanto, A., Hartanto, R., & Prastiyanto, D. (2009). Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Penyakit Tht Di Rumah Sakit Mardi Rahayu Kudus. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.15294/jte.v1i1.1601>

Jumingan. (2009). *Studi Kelayakan Bisnis – Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Bumi Aksara.

Karmiani, D., Kazi, R., Nambisan, A., Shah, A., & Kamble, V. (2019). Comparison



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

of Predictive Algorithms: Backpropagation, SVM, LSTM and Kalman Filter for Stock Market. *Proceedings - 2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence, AICAI 2019*, 228–234. <https://doi.org/10.1109/AICAI.2019.8701258>

Katiyar, S., Patel, R., & Arora, K. (2016). Comparison and Analysis of Cuckoo Search and Firefly Algorithm for Image Enhancement. *International Conference on Smart Trends for Information Technology and Computer Communications, Springer, Singapore*, 628(August 2016), 706–713. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3433-6>

Keskin, K., & Karamancioglu, A. (2016). Application of Firefly algorithm to train operation. *2016 IEEE 8th International Conference on Intelligent Systems, IS 2016 - Proceedings*, 692–697. <https://doi.org/10.1109/IS.2016.7737386>

Khikmah, N., & Liebenlito, M. (2016). *Optimisasi Range Dan Endurance Saat Terbang Jelajah Menggunakan Firefly Algorithm*. 05(1), 53–61.

Kiki, K., & Kusumadewi, S. (2004). Jaringan Saraf Tiruan dengan Metode Backpropagation untuk Mendeteksi Gangguan Psikologi. *Media Informatika*, 2(2), 1–11. <https://doi.org/10.20885/informatika.vol2.iss2.art1>

Kristanto, A. (2004). *Jaringan Syaraf Tiruan (Konsep Dasar, Algoritma, dan Aplikasi)* (1st ed.). Penerbit Gava Media.

Kulkarni, V. R., Desai, V., & Kulkarni, R. V. (2018). *Comparison of Firefly , Cultural and the Artificial Bee Colony Algorithms for Optimization*. December.

Mandal, S., Saha, G., & Pal, R. K. (2015). Neural Network Training Using Firefly Algorithm. *Global Journal on Advancement in Engineering and Science*, 1(1).

Meidalima, D., & Kawaty, R. R. (2015). Eksplorasi dan Pengamatan Intensitas Serangan Hama Penting Tanaman Tebu di PTPN VII, Cinta Manis Sumatera Selatan. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 7(1), 29–36.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

<https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v7i1.3541>

Mo, Y. Bin, Ma, Y. Z., & Zheng, Q. Y. (2013). Optimal choice of parameters for firefly algorithm. *Proceedings - 2013 4th International Conference on Digital Manufacturing and Automation, ICDMA 2013*, 887–892. <https://doi.org/10.1109/ICDMA.2013.210>

Montavon, G., Orr, G. B., & Mueller, K.-R. (2012). *Neural Networks: Tricks of the Trade - Second Edition*. In *Springer*. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-35289-8\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35289-8_34)

Mukhlis. (2016). Penerapan lampu perangkap (Light Trap) dan ekstrak akar tuba untuk pengembalian hama penggerek batang kuning (*Scirpophaga spp*) pada tanaman padi (*Oryza sativa L*). *Agrohita*, 1(1), 1–5.

Mulye, P. (2020, September 14). *India's agriculture sector has survived the pandemic. But will it survive climate change?* <https://scroll.in/article/972757/indias-agriculture-sector-has-survived-the-pandemic-but-will-it-survive-climate-change>

Nandy, S., Sarkar, P. P., & Das, A. (2012). *Analysis of a Nature Inspired Firefly Algorithm based Back-propagation Neural Network Training*. <https://doi.org/10.5120/6401-8339>

NASA Earth Observatory. (2020). *World of Change: Global Temperatures*. <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>

Natanegara, F., & Sawada, H. (1990). Pengamatan, Peramalan, dan Pengendalian Hama Penggerek Batang Padi Putih (*Scirpophaga Innotata WLK*) di Pantai Utara Jawa Barat. *ATA-162*, 16.

Nggego, D. A., Setyanto, A., & Sukoco. (2020). *Implementasi Algoritma Firefly pada Kasus N-Queens Problem*. 1(10), 219–227.

Nikentari, N., Kurniawan, H., Ritha, N., Kurniawan, D., Maritim, U., & Ali, R. (2018). Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Pasang Surut Air

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Optimization of Backpropagation Artificial Neural Network With Particle Swarm Optimization To Predict Tide Level. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(5), 605–612. <https://doi.org/10.25126/jtiik2018551055>

Nugraha, H. G., & SN, A. (2014). Optimasi Bobot Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Particle Swarm Optimization. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 8(1), 25–36. <https://doi.org/10.22146/ijccs.3492>

Pracaya (Ed.). (1991). *Hama Penyakit Tanaman* (VII). PT. Penebar Swadaya.

Prasetyo, E. (2014). DATA MINING Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab. In *penerbit andi*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Purba, N. Z., & Sitompul, D. (2018). Analisis Tingkat Akurasi Algoritma Backpropagation Dalam Prediksi Produksi Ubi Kayu Di Provinsi Indonesia. *Jurasik (Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika)*, 3(3), 87. <https://doi.org/10.30645/jurasik.v3i0.68>

Puspitaningrum, D. (2006). *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*. Penerbit ANDI.

Ratri, R. R. P., Furqon, M. T., & Rahayudi, B. (2018). Implementasi Metode JST-Backpropagation Untuk Klasifikasi Rumah Layak Huni. 2(10), 3366–3372.

Rabiha, S. G., & Santosa, S. (2013). Prediksi Data Arus Lalu Lintas Jangka Pendek Menggunakan Optimasi Neural Network Berbasis Genetik Algorithm. *Tenologi Informasi*, 9(Prediksi arus lalu lintas), 54–61.

Rahmalia, D., & Rohmah, A. M. (2018). Optimisasi Perencanaan Produksi Pupuk Menggunakan Firefly Algorithm. *Jurnal Matematika "MANTIK,"* 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.15642/mantik.2018.4.1.1-6>

Razak, M. A., & Riksakomara, E. (2017). Peramalan Jumlah Produksi Ikan dengan Menggunakan Backpropagation Neural Network (Studi Kasus UPTD Pelabuhan Perikanan Banjarmasin). *Journal of Engineering ITS*, 6(1), 142–

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

148.

Kedaksi Trubus. (2018). *Gejala Kerusakan Karena Hama* (A. Titisari (Ed.)). PT. Trubus Swadaya.

Rufaida, A. D. (2011). *Mengenal Cuaca dan Iklim* (S. Lestari (Ed.)). Penerbit Cempaka Putih.

Rustam. (2016). Keragaan Produksi dan Organisme Pengganggu Tanaman Padi, Jagung, dan Kedelai di Provinsi Riau. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 5(1), 39–54. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Sahoo, M. K., Nayak, J., Mohapatra, S., Nayak, B., & Behera, H. S. (2015). Character Recognition Using Firefly Based Back Propagation Neural Network. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 32(January 2017). <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2208-8>

Sakinah, N. P., Cholissodin, I., & Widodo, A. W. (2018). Prediksi Jumlah Permintaan Koran Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, 2(7), 2612–2618.

Santoso, A., & Hansun, S. (2019). Prediksi IHSG dengan Backpropagation Neural Network. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 3(2), 313–318. <https://doi.org/10.29207/resti.v3i2.887>

Saragih, J. R., Hartama, D., & Wanto, A. (2020). Prediksi Produksi Susu Segar Di Indonesia Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 08(01), 58–65.

Setiawan, H., Hanafi, L. H., & Prilianti, K. R. (2015). Implementasi Algoritma Kunang-Kunang Untuk Penjadwalan Mata Kuliah di Universitas Ma Chung. *Jurnal Buana Informatika*, 6(4), 269–278. <https://doi.org/10.24002/jbi.v6i4.459>

Setiawan, K. (2003). *Paradigma Sistem Cerdas Artificial Intelligence* (3rd ed.).

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Bayu Media.

Singh, R., Dutta, C., Singhal, N., & Choudhury, T. (2020). An Improved Vehicle Parking Mechanism to reduce Parking Space Searching Time using Firefly Algorithm and Feed Forward Back Propagation Method. *Procedia Computer Science*, 167(2019), 952–961. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.394>

Sinta, R., Gernowo, R., & Suryono, S. (2013). Rancang Bangun Sistem Peramalan Konsumsi Daya Listrik dengan Artificial Neural Network Backpropagation. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 3(1), 48–58. <https://doi.org/10.21456/vol3iss1pp48-58>

Sudarsono, A. (2016). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus di Kota Bengkulu). *Media Infotama*, 12(1), 61–69.

Suhendra, C. D., & Wardoyo, R. (2015). Penentuan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Bobot Awal dan Bias Awal) Menggunakan Algoritma Genetika. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 9(1), 77. <https://doi.org/10.22146/ijccs.6642>

Sotojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2010). *Kecerdasan Buatan*. Penerbit ANDI.

Swingler, K. (1996). *Applying Neural Networks: A Practical Guide*. Academic Press.

UN News. (2020, September 9). *Science, solidarity and solutions needed against climate change: Guterres*. <https://news.un.org/en/story/2020/09/1071982>

Veintimilla-reyes, J., Cisneros, F., & Vanegas, P. (2016). Artificial Neural Networks Applied to Flow Prediction : A Use Case for the Tomebamba River. *Procedia Engineering*, 162, 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.031>

Mulyanto, A. (2019). Prediksi Produktivitas Jagung Di Indonesia Sebagai Upaya

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Antisipasi Impor Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. *SINTECH (Science and Information Technology) Journal*, 2(1), 53–62. <https://doi.org/10.31598/sintechjournal.v2i1.355>

Wardani, N. (2017). *Pengaruh Iklim dan Pengaruhnya Terhadap Serangga Hama. Hunten 1993*, 1249–1253.

Wibowo, T. B. (2016). Prediksi Serangan Hama Pada Tanaman Padi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 92–99. <https://doi.org/10.15408/jti.v9i2.5597>

Widagdo, H. (1994). *Pengendalian Hama Penggerek Batang Padi*. ANDI OFFSET.

Wijayati, D. (2019). *Teori Permainan Menggunakan Algoritma Kunang-Kunang*. 01(02), 7–12.

Wilson, D. R., & Martinez, T. R. (2001). The need for small learning rates on large problems. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, 1(February 2001), 115–119. <https://doi.org/10.1109/ijcnn.2001.939002>

Wirawan, I. M. A. (2017). *Metode Penalaran dalam Kecerdasan Buatan*. Rajawali Pers.

Wiyono, S. (2007). *Perubahan Iklim Pemicu Ledakan Hama dan Penyakit Tanaman*.

Xu, S., & Chen, L. (2008). A novel approach for determining the optimal number of hidden layer neurons for FNN's and its application in data mining. *5th International Conference on Information Technology and Applications, ICITA 2008, Icita*, 683–686.

Yang, X. S., & He, X. (2013). Firefly algorithm: recent advances and applications. *International Journal of Swarm Intelligence*, 1(1), 36. <https://doi.org/10.1504/ijsi.2013.055801>



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Yanto, M., Defit, S., & Nurcahyo, G. W. (2015). Memprediksi Jumlah Reservasi Kamar Hotel dengan Metode Backpropagation ( Studi Kasus Hotel Grand Zuri Padang ). *Jurnal KomTekInfo Fakultas Ilmu Komputer*, 2(1), 34–39.

Yoga, G. T. P., Arjana, G. D., & Mataram, I. M. (2020). *PERBANDINGAN KOMBINASI FUNGSI PELATIHAN JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION PADA PERAMALAN BEBAN*. 7(1), 41–47.

Yuliani, & Anggraeni, A. R. (2019). *Penggunaan Beberapa Perangkat Untuk Mengendalikan Hama Penggerek Batang Padi Pandanwangi (Oryza Sativa Var. Aromatic)*. 1(1), 10–19.

Zulkarnain, I. (2011). Sistem pendeteksi penyalahgunaan narkoba menggunakan jaringan syaraf tiruan model backpropagation. *Saintikom*, 10(2), 95–102.

## LAMPIRAN A DATA PENELITIAN

Data dalam penelitian ini yakni data berdasarkan berdasarkan indikator luas serangan hama penggerak batang untuk Kabupaten Kampar pada tahun Januari 2005 - Desember 2019. Tabel dataset indikator luas serangan hama dapat dilihat pada Tabel A.1.

**Tabel A.1 Dataset Indikator Luas Serangan Hama**

No.	Tahun	X1	X2	X3	X6	X5	X6	Y
1	Januari 2005	27,1	84	5	SW	108	4,6	4
2	Februari 2005	27,3	82	4	SW	242	5,3	0
3	Maret 2005	27,3	84	4	S	226	2,3	0
4	April 2005	27,1	84	3	N	262	5,3	24,4
5	Mei 2005	27,3	82	4	SW	210	4,2	7
6	Juni 2005	27,1	82	4	SW	409	4,1	4,95
7	Juli 2005	27,1	82	4	SW	175	4,5	1,5
8	Agustus 2005	27	84	4	S	219	5,1	1,25
9	September 2005	26,8	82	4	SE	243	4,5	0
10	Oktober 2005	26,9	72	4	S	398	4,1	9,7
11	November 2005	27	84	4	S	298	3,9	4,95
12	Desember 2005	26	77	5	S	293	3,9	3,9
13	Januari 2006	26	83	4	E	336	5,1	2
14	Februari 2006	27	83	4	S	256	4,5	12,8



No.	Tahun	X1	X2	X3	X6	X5	X6	Y
15	2006	27,3	86	3	SW	162	4,4	26,05
16	2006	27,3	82	4	SW	293	5,9	5,3
17	2006	27,1	84	5	SW	197	4,6	2,95
18	2006	27,2	83	3	S	284	4,2	0,25
19	2006	27	83	3	S	66	4,6	0
20	2006	27	82	3	SW	102	4,2	0,55
21	2006	27,2	83	3	S	363	4,2	39,1
22	2006	27	83	3	S	65	4,6	0
23	2006	27	82	3	SW	294	4,2	0
24	2006	26,9	72	4	S	588	4,3	0
25	2007	27	83	4	S	73	4,5	1
26	2007	27,3	86	3	SW	106	4,4	3
27	2007	27,3	82	4	SW	334	5,9	72
28	2007	27,1	84	5	SW	150	4,6	0
29	2007	27,3	82	5	S	273	5,4	0
30	2007	27,1	83	3	SW	67	5,9	0
31	2007	27	84	4	S	281	3,9	0
32	2007	27,3	81	4	S	220	4,2	0
33	2007	26,9	83	4	SW	464	3,2	0
34	2007	27	82	4	SW	225	4,5	21,05
35	2007	27,2	83	3	S	147	4,2	2,5
36	2007	27	83	3	S	345	4,6	0
37	2008	27,1	84	3	N	338	5,3	2
38	2008	27	86	3	SW	59	2,9	7,75

No.	Tahun	X1	X2	X3	X6	X5	X6	Y
39	2008	27,3	82	5	S	606	5,4	12,15
40	2008	27,1	83	3	SW	294	5,9	5,9
41	2008	26,9	83	2	S	337	2,9	0,5
42	2008	27	82	4	SW	251	4,5	1,25
43	2008	27,2	84	3	N	154	5	20,7
44	2008	27	82	4	SW	97	4,2	1,75
45	2008	27,3	82	4	SW	465	4,1	3,5
46	2008	25,6	85	3	SE	273	5,3	3
47	2008	26,8	82	4	SE	428	4,5	2,05
48	2008	26,9	72	4	S	428	4,1	1,3
49	2009	27,1	82	4	SW	192	4,1	1,55
50	2009	26,8	83	3	S	483	4,5	8,3
51	2009	27,1	83	3	SW	386	5,9	22,7
52	2009	27	85	4	SE	285	5,7	4,2
53	2009	27,1	84	5	SW	103	4,6	1,65
54	2009	27,1	84	5	SW	174	4,6	1,7
55	2009	27,2	84	3	N	145	5	0,6
56	2009	26,8	82	4	SE	195	3,2	0
57	2009	26	83	4	E	221	5,1	1,2
58	2009	26	77	5	S	323	3,9	3,35
59	2009	26,8	83	3	S	519	4,1	4,31
60	2009	26,9	83	3	S	359	4,2	1,7
61	2010	27,1	84	5	SW	110	4,6	2,3
62	2010	27,1	84	5	SW	110	4,6	38,3

No.	Tahun	X1	X2	X3	X6	X5	X6	Y
63	2010	27,2	84	3	N	162	5	20,1
64	2010	27,2	84	3	N	162	5	4,05
65	2010	26,1	83	2	S	243	4,4	0,75
66	2010	27,2	83	3	S	325	4,2	2,4
67	2010	27	83	3	S	124	4,6	0,75
68	2010	27	82	3	SW	125	4,2	3
69	2010	26,8	83	4	S	134	4,3	2,6
70	2010	27,3	82	4	SW	246	5,3	0,5
71	2010	27,3	82	4	SW	246	5,3	2,05
72	2010	27,3	84	4	S	224	2,3	1,6
73	2011	26	83	4	SW	96	3,2	0,5
74	2011	27	82	3	W	128	4,5	6,2
75	2011	26	83	4	E	214	5,1	1,35
76	2011	27	83	4	S	226	4,5	6,25
77	2011	27,3	86	3	SW	372	4,4	1,5
78	2011	27,3	82	4	SW	232	5,9	0,2
79	2011	27,1	84	5	SW	110	4,6	0,2
80	2011	27,3	82	5	S	121	5,4	0,2
81	2011	27,1	83	3	SW	337	5,9	0,2
82	2011	27	84	4	S	280	3,9	1,5
83	2011	26	77	5	S	313	3,9	9,45
84	2011	26,2	87	5	S	283	2,3	6,4
85	2012	27	83	3	S	153,6	4,5	0,6
86	2012	26,8	83	3	S	514,7	4,1	1

No.	Tahun	X1	X2	X3	X6	X5	X6	Y
87	2012	27,2	82	3	SW	96,5	3,9	3,8
88	2012	27,1	83	4	SW	97,4	3,9	2
89	2012	27	82	4	SW	97,4	4,2	0
90	2012	27,1	82	4	SW	65,8	4,3	1
91	2012	27,1	84	4	S	80	3,2	2
92	2012	27,2	82	4	SE	87,5	4,5	0,7
93	2012	27	72	4	S	157,6	5,5	0,55
94	2012	27,3	82	4	SW	246	5,3	1,1
95	2012	27,3	82	4	SW	246	5,3	0
96	2012	27,3	84	4	S	224	2,3	0
97	2013	27,1	88	4	SW	0	5,9	3,35
98	2013	27,2	88	4	SW	0	5,4	3,5
99	2013	27,2	88	4	S	0	5,3	1,1
100	2013	27,2	88	4	SE	0	4,6	25,8
101	2013	27,3	86	4	S	128,5	4,3	9,81
102	2013	27,3	87	3	NW	8	4,1	0,8
103	2013	27,1	83	4	NW	350	4,5	0
104	2013	27,3	82	2	S	111	3,7	0
105	2013	27,3	83	3	S	191	5,5	0,3
106	2013	26,8	85	4	SW	0	3,7	1
107	2013	26,9	85	5	SW	0	5,5	4,25
108	2013	26,8	86	5	S	0	5,2	3,45
109	2014	27,2	85	3	SW	223,3	3,9	0,35
110	2014	27,2	83	4	S	0	3,9	0,45

No.	Tahun	X1	X2	X3	X6	X5	X6	Y
111	2014	27,1	84	5	SW	3,3	5,4	0,05
112	2014	27,1	84	3	N	267,4	5,3	0,7
113	2014	27	86	3	SW	340,7	2,9	0
114	2014	27,3	82	4	SW	105,5	4,2	2,6
115	2014	27,1	82	4	SW	185,4	4,1	1,6
116	2014	27,1	82	4	SW	297,6	4,5	0,2
117	2014	27	84	4	S	52,9	5,1	0,55
118	2014	26,8	82	4	SE	415,1	4,5	2,05
119	2014	26,9	72	4	S	459,4	4,1	1,1
120	2014	26,9	84	3	NW	345,1	5,5	0,75
121	2015	27	84	4	NW	110,4	3,9	0
122	2015	27,1	83	2	S	91,1	4,2	0,15
123	2015	26,9	83	3	S	334,5	4,1	0,2
124	2015	27,2	83	3	S	118,4	5,5	0
125	2015	27	82	3	SW	96,5	3,9	6
126	2015	27	82	4	SW	97,4	4,2	0
127	2015	27,1	82	4	SW	65,8	4,3	0
128	2015	27,1	84	4	S	80	3,2	0
129	2015	27,2	82	4	SE	87,5	4,5	1
130	2015	27	72	4	S	157,6	5,5	2,1
131	2015	26,9	84	3	NW	376,3	3,2	1,5
132	2015	27,1	84	4	NW	278,8	5,5	2,55
133	2016	26,9	83	2	S	376,6	2,9	5,75
134	2016	27	83	3	S	153,6	4,5	2,5

No.	Tahun	X1	X2	X3	X6	X5	X6	Y
135	2016	26,8	83	3	S	514,7	4,1	1
136	2016	27,2	82	3	SW	96,5	3,9	0
137	2016	27,1	83	4	SW	97,4	3,9	5
138	2016	27,3	82	3	W	67,6	5,4	1
139	2016	27,3	83	4	E	65,8	5,3	0
140	2016	27,5	83	4	S	80	5,5	0,1
141	2016	27,6	84	4	S	0	3,9	0,6
142	2016	27,3	81	4	S	95,8	4,2	0,15
143	2016	26,9	83	4	SW	376,3	3,2	6
144	2016	27	82	4	SW	218,5	4,5	1,15
145	2017	27	83	3	S	13	4,6	0
146	2017	27,1	84	5	SW	110	4,6	1,25
147	2017	27,1	84	5	SW	110	4,6	0,1
148	2017	27,2	84	3	N	162	5	0
149	2017	27,3	86	3	SW	372	4,4	0
150	2017	27,3	82	4	SW	232	5,9	3
151	2017	27,1	84	5	SW	110	4,6	0
152	2017	27,3	82	5	S	121	5,4	0,2
153	2017	27,1	83	3	SW	337	5,9	2
154	2017	27,3	82	4	SW	246	5,3	0,5
155	2017	27,3	82	4	SW	246	5,3	0
156	2017	27,3	84	4	S	224	2,3	1,65
157	2018	26,8	82	4	SE	187	3,2	1,3
158	2018	26,7	72	4	S	144	5,5	0,4

No.	Tahun	X1	X2	X3	X6	X5	X6	Y
159	2018	26,7	84	3	NW	292	2	0,5
160	2018	26,8	84	4	NW	165	2,9	0,6
161	2018	26,1	83	2	S	243	4,4	1
162	2018	27,2	83	3	S	695	4,2	4,65
163	2018	27	83	3	S	13	4,6	0,2
164	2018	27	82	3	SW	125	4,2	0
165	2018	26,8	83	4	S	134	4,3	0
166	2018	25,6	85	3	SE	417	4,1	0,1
167	2018	26,6	85	4	W	521	4,1	0,7
168	2018	26,6	86	4	SW	274	3,8	1,45
169	2019	27	85	4	SE	280	3,7	16,75
170	2019	26	83	4	SW	96	3,2	0,05
171	2019	27	82	3	W	128	4,5	0
172	2019	26	83	4	E	214	5,1	0
173	2019	27	83	4	S	226	4,5	0
174	2019	27	84	4	S	311	3,7	0,2
175	2019	27	81	4	S	65	5,5	1
176	2019	27	80	5	S	71	5,2	0
177	2019	26	81	4	S	83	3,2	0,1
178	2019	27	84	4	S	280	3,9	0
179	2019	26	77	5	S	313	3,9	1,3
180	2019	26,2	87	5	S	283	2,3	1,5

## LAMPIRAN B DATA TRANSFORMASI

Data transformasi didapat melalui proses transformasi data indikator luas serangan hama penggerek batang untuk Kabupaten Kampar pada bulan Januari 2005 - Desember 2019. Data transformasi lengkap dapat dilihat pada tabel Tabel B.1.

**Tabel B.1 Data Hasil Transformasi**

No.	Bulan dan Tahun	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
1	Januari 2005	27,1	84	5	225	108	4,6	4
2	Februari 2005	27,3	82	4	225	242	5,3	0
3	Maret 2005	27,3	84	4	180	226	2,3	0
4	April 2005	27,1	84	3	0	262	5,3	24,4
5	Mei 2005	27,3	82	4	225	210	4,2	7
6	Juni 2005	27,1	82	4	225	409	4,1	4,95
7	Juli 2005	27,1	82	4	225	175	4,5	1,5
8	Agustus 2005	27	84	4	180	219	5,1	1,25
9	September 2005	26,8	82	4	135	243	4,5	0
10	Oktober 2005	26,9	72	4	180	398	4,1	9,7
11	November 2005	27	84	4	180	298	3,9	4,95
12	Desember 2005	26	77	5	180	293	3,9	3,9
13	Januari 2006	26	83	4	90	336	5,1	2
14	Februari 2006	27	83	4	180	256	4,5	12,8



No.	Bulan dan tahun	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
15	Maret 2006	27,3	86	3	225	162	4,4	26,05
16	April 2006	27,3	82	4	225	293	5,9	5,3
17	Mei 2006	27,1	84	5	225	197	4,6	2,95
18	Juni 2006	27,2	83	3	180	284	4,2	0,25
19	Juli 2006	27	83	3	180	66	4,6	0
20	Agustus 2006	27	82	3	225	102	4,2	0,55
21	September 2006	27,2	83	3	180	363	4,2	39,1
22	Oktober 2006	27	83	3	180	65	4,6	0
23	November 2006	27	82	3	225	294	4,2	0
24	Desember 2006	26,9	72	4	180	588	4,3	0
25	Januari 2007	27	83	4	180	73	4,5	1
26	Februari 2007	27,3	86	3	225	106	4,4	3
27	Maret 2007	27,3	82	4	225	334	5,9	72
28	April 2007	27,1	84	5	225	150	4,6	0
29	Mei 2007	27,3	82	5	180	273	5,4	0
30	Juni 2007	27,1	83	3	225	67	5,9	0
31	Juli 2007	27	84	4	180	281	3,9	0
32	Agustus 2007	27,3	81	4	180	220	4,2	0
33	September 2007	26,9	83	4	225	464	3,2	0
34	Oktober 2007	27	82	4	225	225	4,5	21,05
35	November 2007	27,2	83	3	180	147	4,2	2,5
36	Desember 2007	27	83	3	180	345	4,6	0
37	Januari 2008	27,1	84	3	0	338	5,3	2
38	Februari 2008	27	86	3	225	59	2,9	7,75

No.	Bulan dan Tahun	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
39	Maret 2008	27,3	82	5	180	606	5,4	12,15
40	April 2008	27,1	83	3	225	294	5,9	5,9
41	Mei 2008	26,9	83	2	180	337	2,9	0,5
42	Juni 2008	27	82	4	225	251	4,5	1,25
43	Juli 2008	27,2	84	3	0	154	5	20,7
44	Agustus 2008	27	82	4	225	97	4,2	1,75
45	September 2008	27,3	82	4	225	465	4,1	3,5
46	Oktober 2008	25,6	85	3	135	273	5,3	3
47	November 2008	26,8	82	4	135	428	4,5	2,05
48	Desember 2008	26,9	72	4	180	428	4,1	1,3
49	Januari 2009	27,1	82	4	225	192	4,1	1,55
50	Februari 2009	26,8	83	3	180	483	4,5	8,3
51	Maret 2009	27,1	83	3	225	386	5,9	22,7
52	April 2009	27	85	4	135	285	5,7	4,2
53	Mei 2009	27,1	84	5	225	103	4,6	1,65
54	Juni 2009	27,1	84	5	225	174	4,6	1,7
55	Juli 2009	27,2	84	3	0	145	5	0,6
56	Agustus 2009	26,8	82	4	135	195	3,2	0
57	September 2009	26	83	4	90	221	5,1	1,2
58	Oktober 2009	26	77	5	180	323	3,9	3,35
59	November 2009	26,8	83	3	180	519	4,1	4,31
60	Desember 2009	26,9	83	3	180	359	4,2	1,7
61	Januari 2010	27,1	84	5	225	110	4,6	2,3
62	Februari 2010	27,1	84	5	225	110	4,6	38,3

No.	Bulan dan Tahun	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
63	Februari 2010	27,2	84	3	0	162	5	20,1
64	Maret 2010	27,2	84	3	0	162	5	4,05
65	April 2010	26,1	83	2	180	243	4,4	0,75
66	Mei 2010	27,2	83	3	180	325	4,2	2,4
67	Juni 2010	27	83	3	180	124	4,6	0,75
68	Juli 2010	27	82	3	225	125	4,2	3
69	Agustus 2010	26,8	83	4	180	134	4,3	2,6
70	September 2010	27,3	82	4	225	246	5,3	0,5
71	Oktober 2010	27,3	82	4	225	246	5,3	2,05
72	November 2010	27,3	84	4	180	224	2,3	1,6
73	Desember 2010	26	83	4	225	96	3,2	0,5
74	Januari 2011	27	82	3	270	128	4,5	6,2
75	Februari 2011	26	83	4	90	214	5,1	1,35
76	Maret 2011	27	83	4	180	226	4,5	6,25
77	April 2011	27,3	86	3	225	372	4,4	1,5
78	Mei 2011	27,3	82	4	225	232	5,9	0,2
79	Juni 2011	27,1	84	5	225	110	4,6	0,2
80	Juli 2011	27,3	82	5	180	121	5,4	0,2
81	Agustus 2011	27,1	83	3	225	337	5,9	0,2
82	September 2011	27	84	4	180	280	3,9	1,5
83	Oktober 2011	26	77	5	180	313	3,9	9,45
84	November 2011	26,2	87	5	180	283	2,3	6,4
85	Desember 2011	27	83	3	180	153,6	4,5	0,6
86	Januari 2012	26,8	83	3	180	514,7	4,1	1

No.	Bulan dan Tahun	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
87	Februari 2012	27,2	82	3	225	96,5	3,9	3,8
88	Maret 2012	27,1	83	4	225	97,4	3,9	2
89	April 2012	27	82	4	225	97,4	4,2	0
90	Mei 2012	27,1	82	4	225	65,8	4,3	1
91	Juni 2012	27,1	84	4	180	80	3,2	2
92	Juli 2012	27,2	82	4	135	87,5	4,5	0,7
93	Agustus 2012	27	72	4	180	157,6	5,5	0,55
94	September 2012	27,3	82	4	225	246	5,3	1,1
95	Oktober 2012	27,3	82	4	225	246	5,3	0
96	November 2012	27,3	84	4	180	224	2,3	0
97	Desember 2012	27,1	88	4	225	0	5,9	3,35
98	Januari 2013	27,2	88	4	225	0	5,4	3,5
99	Februari 2013	27,2	88	4	180	0	5,3	1,1
100	Maret 2013	27,2	88	4	135	0	4,6	25,8
101	April 2013	27,3	86	4	180	128,5	4,3	9,81
102	Mei 2013	27,3	87	3	315	8	4,1	0,8
103	Juni 2013	27,1	83	4	315	350	4,5	0
104	Juli 2013	27,3	82	2	180	111	3,7	0
105	Agustus 2013	27,3	83	3	180	191	5,5	0,3
106	September 2013	26,8	85	4	225	0	3,7	1
107	Oktober 2013	26,9	85	5	225	0	5,5	4,25
108	November 2013	26,8	86	5	180	0	5,2	3,45
109	Desember 2013	27,2	85	3	225	223,3	3,9	0,35
110	Januari 2014	27,2	83	4	180	0	3,9	0,45

No.	Bulan dan tahun	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
111	Maret 2014	27,1	84	5	225	3,3	5,4	0,05
112	April 2014	27,1	84	3	0	267,4	5,3	0,7
113	Mei 2014	27	86	3	225	340,7	2,9	0
114	Juni 2014	27,3	82	4	225	105,5	4,2	2,6
115	Juli 2014	27,1	82	4	225	185,4	4,1	1,6
116	Agustus 2014	27,1	82	4	225	297,6	4,5	0,2
117	September 2014	27	84	4	180	52,9	5,1	0,55
118	Oktober 2014	26,8	82	4	135	415,1	4,5	2,05
119	November 2014	26,9	72	4	180	459,4	4,1	1,1
120	Desember 2014	26,9	84	3	315	345,1	5,5	0,75
121	Januari 2015	27	84	4	315	110,4	3,9	0
122	Februari 2015	27,1	83	2	180	91,1	4,2	0,15
123	Maret 2015	26,9	83	3	180	334,5	4,1	0,2
124	April 2015	27,2	83	3	180	118,4	5,5	0
125	Mei 2015	27	82	3	225	96,5	3,9	6
126	Juni 2015	27	82	4	225	97,4	4,2	0
127	Juli 2015	27,1	82	4	225	65,8	4,3	0
128	Agustus 2015	27,1	84	4	180	80	3,2	0
129	September 2015	27,2	82	4	135	87,5	4,5	1
130	Oktober 2015	27	72	4	180	157,6	5,5	2,1
131	November 2015	26,9	84	3	315	376,3	3,2	1,5
132	Desember 2015	27,1	84	4	315	278,8	5,5	2,55
133	Januari 2016	26,9	83	2	180	376,6	2,9	5,75
134	Februari 2016	27	83	3	180	153,6	4,5	2,5

No.	Bulan dan Tahun	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
135	Maret 2016	26,8	83	3	180	514,7	4,1	1
136	April 2016	27,2	82	3	225	96,5	3,9	0
137	Mei 2016	27,1	83	4	225	97,4	3,9	5
138	Juni 2016	27,3	82	3	270	67,6	5,4	1
139	Juli 2016	27,3	83	4	90	65,8	5,3	0
140	Agustus 2016	27,5	83	4	180	80	5,5	0,1
141	September 2016	27,6	84	4	180	0	3,9	0,6
142	Oktober 2016	27,3	81	4	180	95,8	4,2	0,15
143	November 2016	26,9	83	4	225	376,3	3,2	6
144	Desember 2016	27	82	4	225	218,5	4,5	1,15
145	Januari 2017	27	83	3	180	13	4,6	0
146	Februari 2017	27,1	84	5	225	110	4,6	1,25
147	Maret 2017	27,1	84	5	225	110	4,6	0,1
148	April 2017	27,2	84	3	0	162	5	0
149	Mei 2017	27,3	86	3	225	372	4,4	0
150	Juni 2017	27,3	82	4	225	232	5,9	3
151	Juli 2017	27,1	84	5	225	110	4,6	0
152	Agustus 2017	27,3	82	5	180	121	5,4	0,2
153	September 2017	27,1	83	3	225	337	5,9	2
154	Oktober 2017	27,3	82	4	225	246	5,3	0,5
155	November 2017	27,3	82	4	225	246	5,3	0
156	Desember 2017	27,3	84	4	180	224	2,3	1,65
157	Januari 2018	26,8	82	4	135	187	3,2	1,3
158	Februari 2018	26,7	72	4	180	144	5,5	0,4

No.	Bulan dan Tahun	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
159	Februari 2018	26,7	84	3	315	292	2	0,5
160	Maret 2018	26,8	84	4	315	165	2,9	0,6
161	April 2018	26,1	83	2	180	243	4,4	1
162	Mei 2018	27,2	83	3	180	695	4,2	4,65
163	Juni 2018	27	83	3	180	13	4,6	0,2
164	Juli 2018	27	82	3	225	125	4,2	0
165	Agustus 2018	26,8	83	4	180	134	4,3	0
166	September 2018	25,6	85	3	135	417	4,1	0,1
167	Oktober 2018	26,6	85	4	270	521	4,1	0,7
168	November 2018	26,6	86	4	225	274	3,8	1,45
169	Desember 2018	27	85	4	135	280	3,7	16,75
170	Januari 2019	26	83	4	225	96	3,2	0,05
171	Februari 2019	27	82	3	270	128	4,5	0
172	Maret 2019	26	83	4	90	214	5,1	0
173	April 2019	27	83	4	180	226	4,5	0
174	Mei 2019	27	84	4	180	311	3,7	0,2
175	Juni 2019	27	81	4	180	65	5,5	1
176	Juli 2019	27	80	5	180	71	5,2	0
177	Agustus 2019	26	81	4	180	83	3,2	0,1
178	September 2019	27	84	4	180	280	3,9	0
179	Oktober 2019	26	77	5	180	313	3,9	1,3
180	November 2019	26,2	87	5	180	283	2,3	1,5

## LAMPIRAN C DATA NORMALISASI

Data normalisasi dapat melalui proses normalisasi data indikator luas serangan hama penggerek batang untuk Kabupaten Kampar pada bulan Januari 2005 - Desember 2019. Data normalisasi dapat dilihat pada Tabel C.1.

**Tabel C.1 Data Hasil Normalisasi**

No.	Bulan dan Tahun	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
1	Januari 2005	0,75	0,75	1	0,714286	0,155396	0,666667	0,055556
2	Februari 2005	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,348201	0,846154	0
3	Maret 2005	0,85	0,75	0,666667	0,571429	0,32518	0,076923	0
4	April 2005	0,75	0,75	0,333333	0	0,376978	0,846154	0,338889
5	Mai 2005	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,302158	0,564103	0,097222
6	Juni 2005	0,75	0,625	0,666667	0,714286	0,588489	0,538462	0,06875
7	Juli 2005	0,75	0,625	0,666667	0,714286	0,251799	0,641026	0,020833
8	Agustus 2005	0,7	0,75	0,666667	0,571429	0,315108	0,794872	0,017361
9	September 2005	0,6	0,625	0,666667	0,428571	0,34964	0,641026	0
10	Oktober 2005	0,65	0	0,666667	0,571429	0,572662	0,538462	0,134722
11	November 2005	0,7	0,75	0,666667	0,571429	0,428777	0,487179	0,06875
12	Desember 2005	0,2	0,3125	1	0,571429	0,421583	0,487179	0,054167
13	Januari 2006	0,2	0,6875	0,666667	0,285714	0,483453	0,794872	0,027778
14	Februari 2006	0,7	0,6875	0,666667	0,571429	0,368345	0,641026	0,177778



No.		X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
15	Mei 2006	0,85	0,875	0,333333	0,714286	0,233094	0,615385	0,361806
16	Juni 2006	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,421583	1	0,073611
17	Juli 2006	0,75	0,75	1	0,714286	0,283453	0,666667	0,040972
18	Agustus 2006	0,8	0,6875	0,333333	0,571429	0,408633	0,564103	0,003472
19	September 2006	0,7	0,6875	0,333333	0,571429	0,094964	0,666667	0
20	Oktober 2006	0,7	0,625	0,333333	0,714286	0,146763	0,564103	0,007639
21	November 2006	0,8	0,6875	0,333333	0,571429	0,522302	0,564103	0,543056
22	Desember 2006	0,7	0,6875	0,333333	0,571429	0,093525	0,666667	0
23	Januari 2007	0,7	0,625	0,333333	0,714286	0,423022	0,564103	0
24	Februari 2007	0,65	0	0,666667	0,571429	0,846043	0,589744	0
25	Maret 2007	0,7	0,6875	0,666667	0,571429	0,105036	0,641026	0,013889
26	April 2007	0,85	0,875	0,333333	0,714286	0,152518	0,615385	0,041667
27	Mei 2007	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,480576	1	1
28	Juni 2007	0,75	0,75	1	0,714286	0,215827	0,666667	0
29	Juli 2007	0,85	0,625	1	0,571429	0,392806	0,871795	0
30	Agustus 2007	0,75	0,6875	0,333333	0,714286	0,096403	1	0
31	September 2007	0,7	0,75	0,666667	0,571429	0,404317	0,487179	0
32	Oktober 2007	0,85	0,5625	0,666667	0,571429	0,316547	0,564103	0
33	November 2007	0,65	0,6875	0,666667	0,714286	0,667626	0,307692	0
34	Desember 2007	0,7	0,625	0,666667	0,714286	0,323741	0,641026	0,292361
35	Januari 2008	0,8	0,6875	0,333333	0,571429	0,211511	0,564103	0,034722
36	Februari 2008	0,7	0,6875	0,333333	0,571429	0,496403	0,666667	0
37	Maret 2008	0,75	0,75	0,333333	0	0,486331	0,846154	0,027778

No.		X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
38	Februari 2008	0,7	0,875	0,333333	0,714286	0,084892	0,230769	0,107639
39	Maret 2008	0,85	0,625	1	0,571429	0,871942	0,871795	0,16875
40	April 2008	0,75	0,6875	0,333333	0,714286	0,423022	1	0,081944
41	Mei 2008	0,65	0,6875	0	0,571429	0,484892	0,230769	0,006944
42	Juni 2008	0,7	0,625	0,666667	0,714286	0,361151	0,641026	0,017361
43	Juli 2008	0,8	0,75	0,333333	0	0,221583	0,769231	0,2875
44	Agustus 2008	0,7	0,625	0,666667	0,714286	0,139568	0,564103	0,024306
45	September 2008	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,669065	0,538462	0,048611
46	Oktober 2008	0	0,8125	0,333333	0,428571	0,392806	0,846154	0,041667
47	November 2008	0,6	0,625	0,666667	0,428571	0,615827	0,641026	0,028472
48	Desember 2008	0,65	0	0,666667	0,571429	0,615827	0,538462	0,018056
49	Januari 2009	0,75	0,625	0,666667	0,714286	0,276259	0,538462	0,021528
50	Februari 2009	0,6	0,6875	0,333333	0,571429	0,694964	0,641026	0,115278
51	Maret 2009	0,75	0,6875	0,333333	0,714286	0,555396	1	0,315278
52	April 2009	0,7	0,8125	0,666667	0,428571	0,410072	0,948718	0,058333
53	Mei 2009	0,75	0,75	1	0,714286	0,148201	0,666667	0,022917
54	Juni 2009	0,75	0,75	1	0,714286	0,25036	0,666667	0,023611
55	Juli 2009	0,8	0,75	0,333333	0	0,208633	0,769231	0,008333
56	Agustus 2009	0,6	0,625	0,666667	0,428571	0,280576	0,307692	0
57	September 2009	0,2	0,6875	0,666667	0,285714	0,317986	0,794872	0,016667
58	Oktober 2009	0,2	0,3125	1	0,571429	0,464748	0,487179	0,046528
59	November 2009	0,6	0,6875	0,333333	0,571429	0,746763	0,538462	0,059861
60	Desember 2009	0,65	0,6875	0,333333	0,571429	0,516547	0,564103	0,023611

No.		X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
61	Januari 2010	0,75	0,75	1	0,714286	0,158273	0,666667	0,031944
62	Februari 2010	0,75	0,75	1	0,714286	0,158273	0,666667	0,531944
63	Maret 2010	0,8	0,75	0,333333	0	0,233094	0,769231	0,279167
64	April 2010	0,8	0,75	0,333333	0	0,233094	0,769231	0,05625
65	Mei 2010	0,25	0,6875	0	0,571429	0,34964	0,615385	0,010417
66	Juni 2010	0,8	0,6875	0,333333	0,571429	0,467626	0,564103	0,033333
67	Juli 2010	0,7	0,6875	0,333333	0,571429	0,178417	0,666667	0,010417
68	Agustus 2010	0,7	0,625	0,333333	0,714286	0,179856	0,564103	0,041667
69	September 2010	0,6	0,6875	0,666667	0,571429	0,192806	0,589744	0,036111
70	Oktober 2010	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,353957	0,846154	0,006944
71	November 2010	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,353957	0,846154	0,028472
72	Desember 2010	0,85	0,75	0,666667	0,571429	0,322302	0,076923	0,022222
73	Januari 2011	0,2	0,6875	0,666667	0,714286	0,138129	0,307692	0,006944
74	Februari 2011	0,7	0,625	0,333333	0,857143	0,184173	0,641026	0,086111
75	Maret 2011	0,2	0,6875	0,666667	0,285714	0,307914	0,794872	0,01875
76	April 2011	0,7	0,6875	0,666667	0,571429	0,32518	0,641026	0,086806
77	Mei 2011	0,85	0,875	0,333333	0,714286	0,535252	0,615385	0,020833
78	Juni 2011	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,333813	1	0,002778
79	Juli 2011	0,75	0,75	1	0,714286	0,158273	0,666667	0,002778
80	Agustus 2011	0,85	0,625	1	0,571429	0,174101	0,871795	0,002778
81	September 2011	0,75	0,6875	0,333333	0,714286	0,484892	1	0,002778
82	Oktober 2011	0,7	0,75	0,666667	0,571429	0,402878	0,487179	0,020833
83	November 2011	0,2	0,3125	1	0,571429	0,45036	0,487179	0,13125

No.		X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
84	Desember 2011	0,3	0,9375	1	0,571429	0,407194	0,076923	0,088889
85	Januari 2012	0,7	0,6875	0,333333	0,571429	0,221007	0,641026	0,008333
86	Februari 2012	0,6	0,6875	0,333333	0,571429	0,740576	0,538462	0,013889
87	Maret 2012	0,8	0,625	0,333333	0,714286	0,138849	0,487179	0,052778
88	April 2012	0,75	0,6875	0,666667	0,714286	0,140144	0,487179	0,027778
89	Mei 2012	0,7	0,625	0,666667	0,714286	0,140144	0,564103	0
90	Juni 2012	0,75	0,625	0,666667	0,714286	0,094676	0,589744	0,013889
91	Juli 2012	0,75	0,75	0,666667	0,571429	0,115108	0,307692	0,027778
92	Agustus 2012	0,8	0,625	0,666667	0,428571	0,125899	0,641026	0,009722
93	September 2012	0,7	0	0,666667	0,571429	0,226763	0,897436	0,007639
94	Oktober 2012	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,353957	0,846154	0,015278
95	November 2012	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,353957	0,846154	0
96	Desember 2012	0,85	0,75	0,666667	0,571429	0,322302	0,076923	0
97	Januari 2013	0,75	1	0,666667	0,714286	0	1	0,046528
98	Februari 2013	0,8	1	0,666667	0,714286	0	0,871795	0,048611
99	Maret 2013	0,8	1	0,666667	0,571429	0	0,846154	0,015278
100	April 2013	0,8	1	0,666667	0,428571	0	0,666667	0,358333
101	Mei 2013	0,85	0,875	0,666667	0,571429	0,184892	0,589744	0,13625
102	Juni 2013	0,85	0,9375	0,333333	1	0,011511	0,538462	0,011111
103	Juli 2013	0,75	0,6875	0,666667	1	0,503597	0,641026	0
104	Agustus 2013	0,85	0,625	0	0,571429	0,159712	0,435897	0
105	September 2013	0,85	0,6875	0,333333	0,571429	0,27482	0,897436	0,004167
106	Oktober 2013	0,6	0,8125	0,666667	0,714286	0	0,435897	0,013889

No.		X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
107	November 2013	0,65	0,8125	1	0,714286	0	0,897436	0,059028
108	Desember 2013	0,6	0,875	1	0,571429	0	0,820513	0,047917
109	Januari 2014	0,8	0,8125	0,333333	0,714286	0,321295	0,487179	0,004861
110	Februari 2014	0,8	0,6875	0,666667	0,571429	0	0,487179	0,00625
111	Maret 2014	0,75	0,75	1	0,714286	0,004748	0,871795	0,000694
112	April 2014	0,75	0,75	0,333333	0	0,384748	0,846154	0,009722
113	Mai 2014	0,7	0,875	0,333333	0,714286	0,490216	0,230769	0
114	Juni 2014	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,151799	0,564103	0,036111
115	Juli 2014	0,75	0,625	0,666667	0,714286	0,266763	0,538462	0,022222
116	Agustus 2014	0,75	0,625	0,666667	0,714286	0,428201	0,641026	0,002778
117	September 2014	0,7	0,75	0,666667	0,571429	0,076115	0,794872	0,007639
118	Oktober 2014	0,6	0,625	0,666667	0,428571	0,597266	0,641026	0,028472
119	November 2014	0,65	0	0,666667	0,571429	0,661007	0,538462	0,015278
120	Desember 2014	0,65	0,75	0,333333	1	0,496547	0,897436	0,010417
121	Januari 2015	0,7	0,75	0,666667	1	0,158849	0,487179	0
122	Februari 2015	0,75	0,6875	0	0,571429	0,131079	0,564103	0,002083
123	Maret 2015	0,65	0,6875	0,333333	0,571429	0,481295	0,538462	0,002778
124	April 2015	0,8	0,6875	0,333333	0,571429	0,17036	0,897436	0
125	Mai 2015	0,7	0,625	0,333333	0,714286	0,138849	0,487179	0,083333
126	Juni 2015	0,7	0,625	0,666667	0,714286	0,140144	0,564103	0
127	Juli 2015	0,75	0,625	0,666667	0,714286	0,094676	0,589744	0
128	Agustus 2015	0,75	0,75	0,666667	0,571429	0,115108	0,307692	0
129	September 2015	0,8	0,625	0,666667	0,428571	0,125899	0,641026	0,013889

No.		X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
130	Oktober 2015	0,7	0	0,666667	0,571429	0,226763	0,897436	0,029167
131	November 2015	0,65	0,75	0,333333	1	0,541439	0,307692	0,020833
132	Desember 2015	0,75	0,75	0,666667	1	0,401151	0,897436	0,035417
133	Januari 2016	0,65	0,6875	0	0,571429	0,541871	0,230769	0,079861
134	Februari 2016	0,7	0,6875	0,333333	0,571429	0,221007	0,641026	0,034722
135	Maret 2016	0,6	0,6875	0,333333	0,571429	0,740576	0,538462	0,013889
136	April 2016	0,8	0,625	0,333333	0,714286	0,138849	0,487179	0
137	Mai 2016	0,75	0,6875	0,666667	0,714286	0,140144	0,487179	0,069444
138	Juni 2016	0,85	0,625	0,333333	0,857143	0,097266	0,871795	0,013889
139	Juli 2016	0,85	0,6875	0,666667	0,285714	0,094676	0,846154	0
140	Agustus 2016	0,95	0,6875	0,666667	0,571429	0,115108	0,897436	0,001389
141	September 2016	1	0,75	0,666667	0,571429	0	0,487179	0,008333
142	Oktober 2016	0,85	0,5625	0,666667	0,571429	0,137842	0,564103	0,002083
143	November 2016	0,65	0,6875	0,666667	0,714286	0,541439	0,307692	0,083333
144	Desember 2016	0,7	0,625	0,666667	0,714286	0,314388	0,641026	0,015972
145	Januari 2017	0,7	0,6875	0,333333	0,571429	0,018705	0,666667	0
146	Februari 2017	0,75	0,75	1	0,714286	0,158273	0,666667	0,017361
147	Maret 2017	0,75	0,75	1	0,714286	0,158273	0,666667	0,001389
148	April 2017	0,8	0,75	0,333333	0	0,233094	0,769231	0
149	Mai 2017	0,85	0,875	0,333333	0,714286	0,535252	0,615385	0
150	Juni 2017	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,333813	1	0,041667
151	Juli 2017	0,75	0,75	1	0,714286	0,158273	0,666667	0
152	Agustus 2017	0,85	0,625	1	0,571429	0,174101	0,871795	0,002778

No.		X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
153	Desember 2017	0,75	0,6875	0,333333	0,714286	0,484892	1	0,027778
154	Desember 2017	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,353957	0,846154	0,006944
155	Desember 2017	0,85	0,625	0,666667	0,714286	0,353957	0,846154	0
156	Desember 2017	0,85	0,75	0,666667	0,571429	0,322302	0,076923	0,022917
157	Januari 2018	0,6	0,625	0,666667	0,428571	0,269065	0,307692	0,018056
158	Februari 2018	0,55	0	0,666667	0,571429	0,207194	0,897436	0,005556
159	Maret 2018	0,55	0,75	0,333333	1	0,420144	0	0,006944
160	April 2018	0,6	0,75	0,666667	1	0,23741	0,230769	0,008333
161	Mai 2018	0,25	0,6875	0	0,571429	0,34964	0,615385	0,013889
162	Juni 2018	0,8	0,6875	0,333333	0,571429	1	0,564103	0,064583
163	Juli 2018	0,7	0,6875	0,333333	0,571429	0,018705	0,666667	0,002778
164	Agustus 2018	0,7	0,625	0,333333	0,714286	0,179856	0,564103	0
165	September 2018	0,6	0,6875	0,666667	0,571429	0,192806	0,589744	0
166	Oktober 2018	0	0,8125	0,333333	0,428571	0,6	0,538462	0,001389
167	November 2018	0,5	0,8125	0,666667	0,857143	0,74964	0,538462	0,009722
168	Desember 2018	0,5	0,875	0,666667	0,714286	0,394245	0,461538	0,020139
169	Januari 2019	0,7	0,8125	0,666667	0,428571	0,402878	0,435897	0,232639
170	Februari 2019	0,2	0,6875	0,666667	0,714286	0,138129	0,307692	0,000694
171	Maret 2019	0,7	0,625	0,333333	0,857143	0,184173	0,641026	0
172	April 2019	0,2	0,6875	0,666667	0,285714	0,307914	0,794872	0
173	Mai 2019	0,7	0,6875	0,666667	0,571429	0,32518	0,641026	0
174	Juni 2019	0,7	0,75	0,666667	0,571429	0,447482	0,435897	0,002778
175	Juli 2019	0,7	0,5625	0,666667	0,571429	0,093525	0,897436	0,013889

No.		X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
176	2019	0,7	0,5	1	0,571429	0,102158	0,820513	0
177	2019	0,2	0,5625	0,666667	0,571429	0,119424	0,307692	0,001389
178	2019	0,7	0,75	0,666667	0,571429	0,402878	0,487179	0
179	2019	0,2	0,3125	1	0,571429	0,45036	0,487179	0,018056
180	2019	0,3	0,9375	1	0,571429	0,407194	0,076923	0,020833

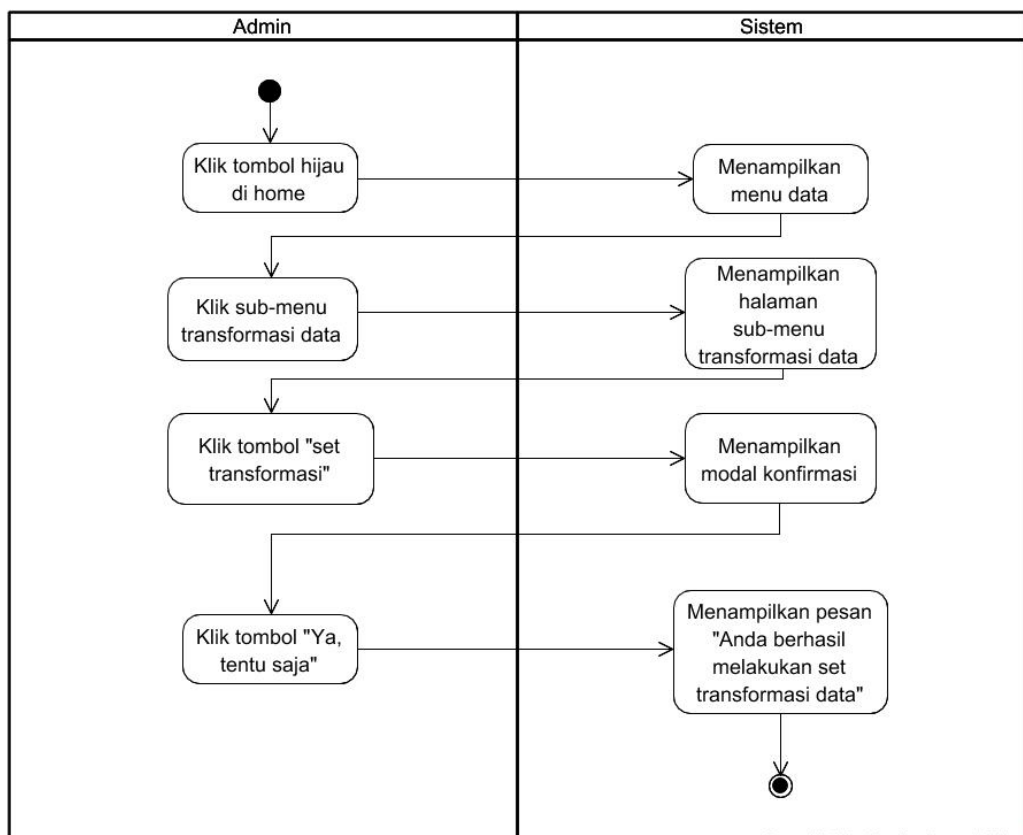
Dilindungi Undang-Undang  
 yang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 gutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau  
 gutipan tidak merugikan Reputasi atau Nama Baik UIN Suska Riau.  
 ing mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN D ACTIVITY DIAGRAM

### D.1 Activity Diagram Transformasi Dataset

Activity Diagram Transformasi Dataset dapat dilihat pada Gambar D-1 di bawah ini.

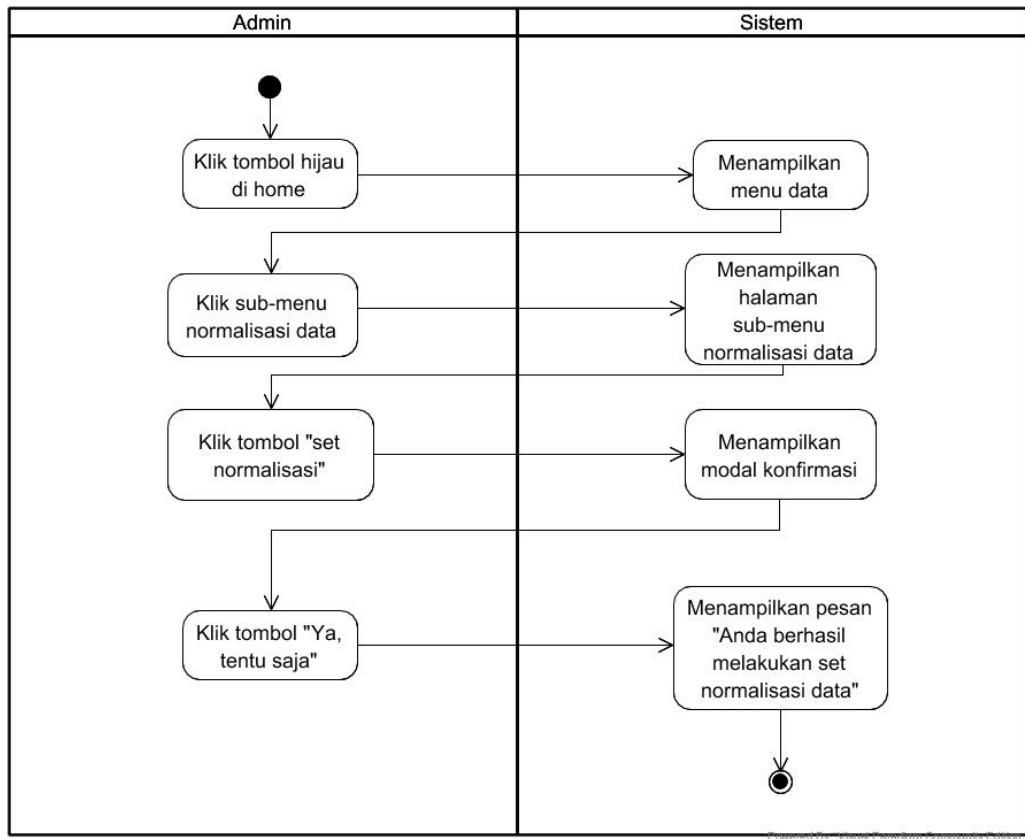


Gambar D-1 Activity Diagram Transformasi Dataset

UIN SUSKA RIAU

## D.2 Activity Diagram Normalisasi Dataset

Activity Diagram Normalisasi Dataset dapat dilihat pada Gambar D-2 di bawah ini.

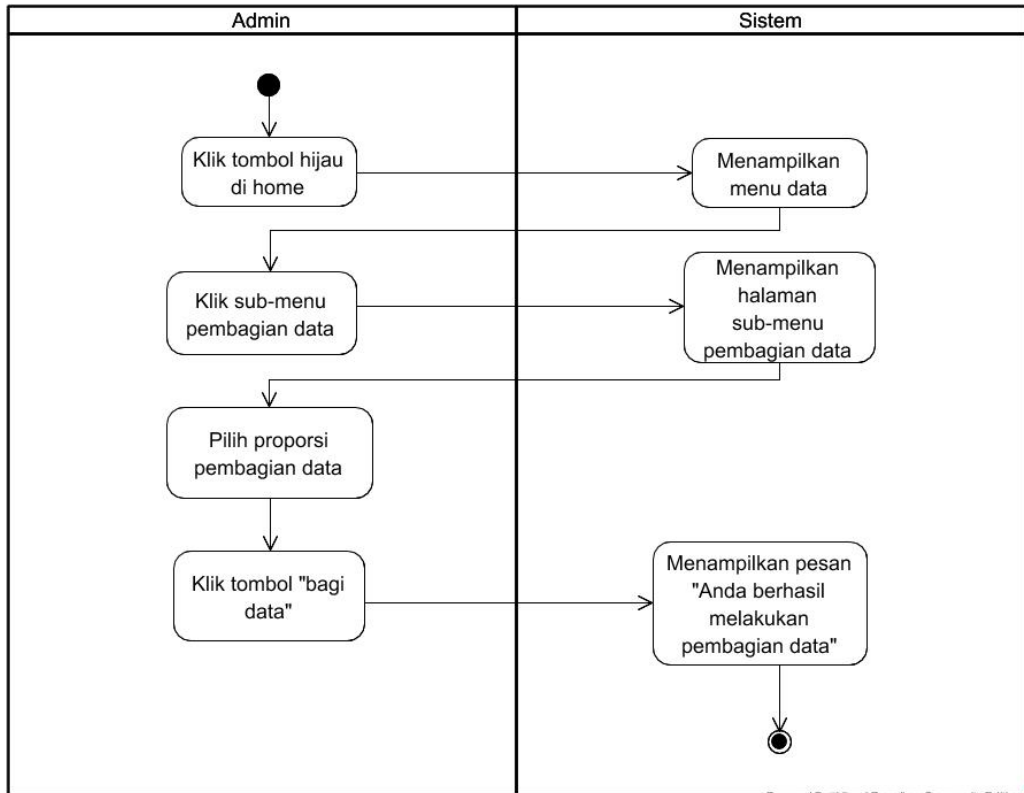


Gambar D-2 Activity Diagram Normalisasi Dataset

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### D.3 Activity Diagram Pembagian Data

Activity Diagram Pembagian Data dapat dilihat pada Gambar D-3 di bawah ini.



Gambar D-3 Activity Diagram Pembagian Data

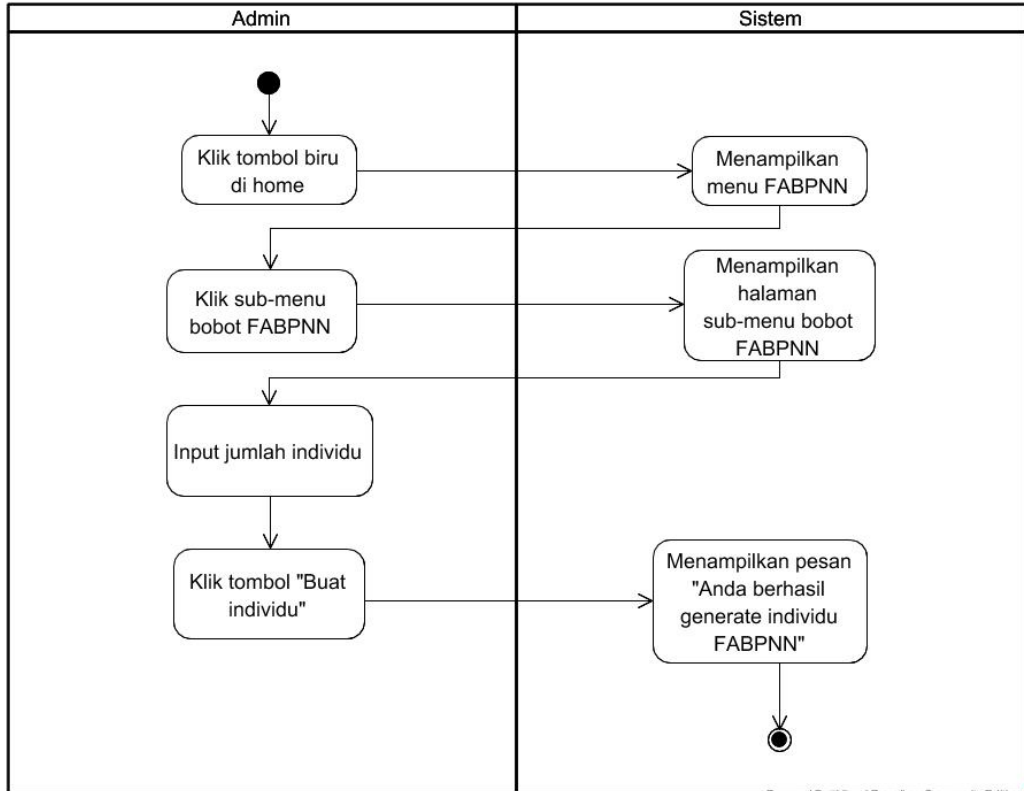
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**D.4 Activity Diagram Generate Populasi**

Activity Diagram Generate Populasi dapat dilihat pada Gambar D-4 di bawah ini.



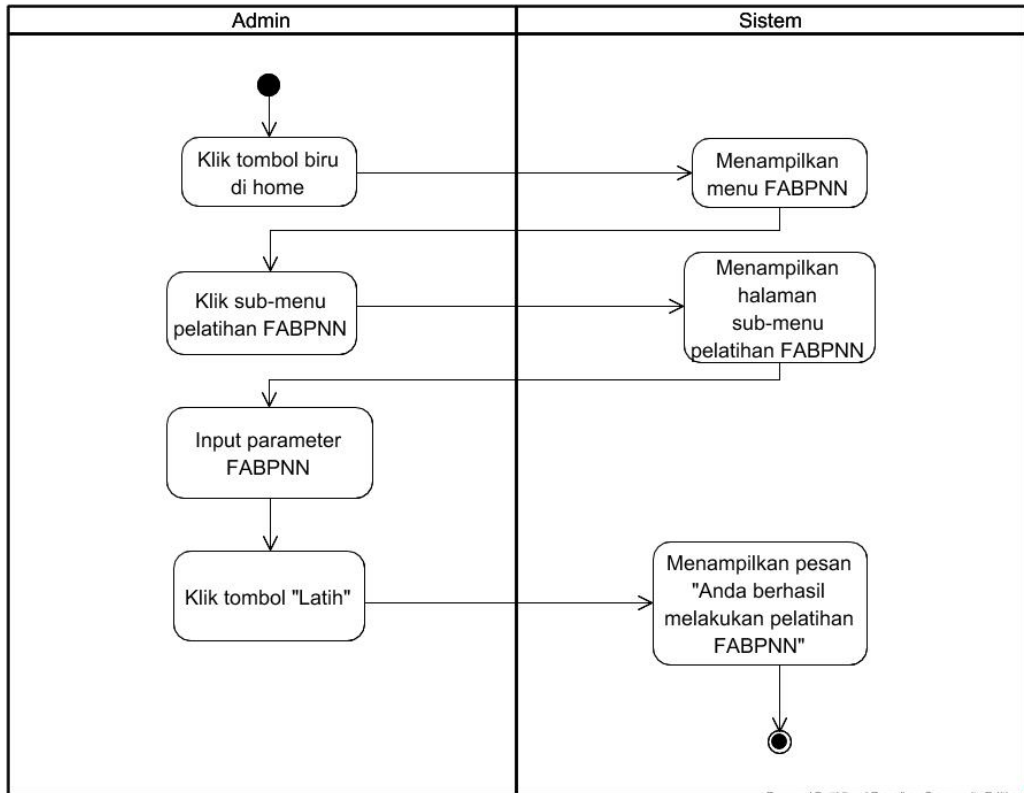
**Gambar D-4 Activity Diagram Generate Populasi**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**D.5 Activity Diagram Pelatihan FABPNN**

Activity Diagram Pelatihan FABPNN dapat dilihat pada Gambar D-5 di bawah ini.



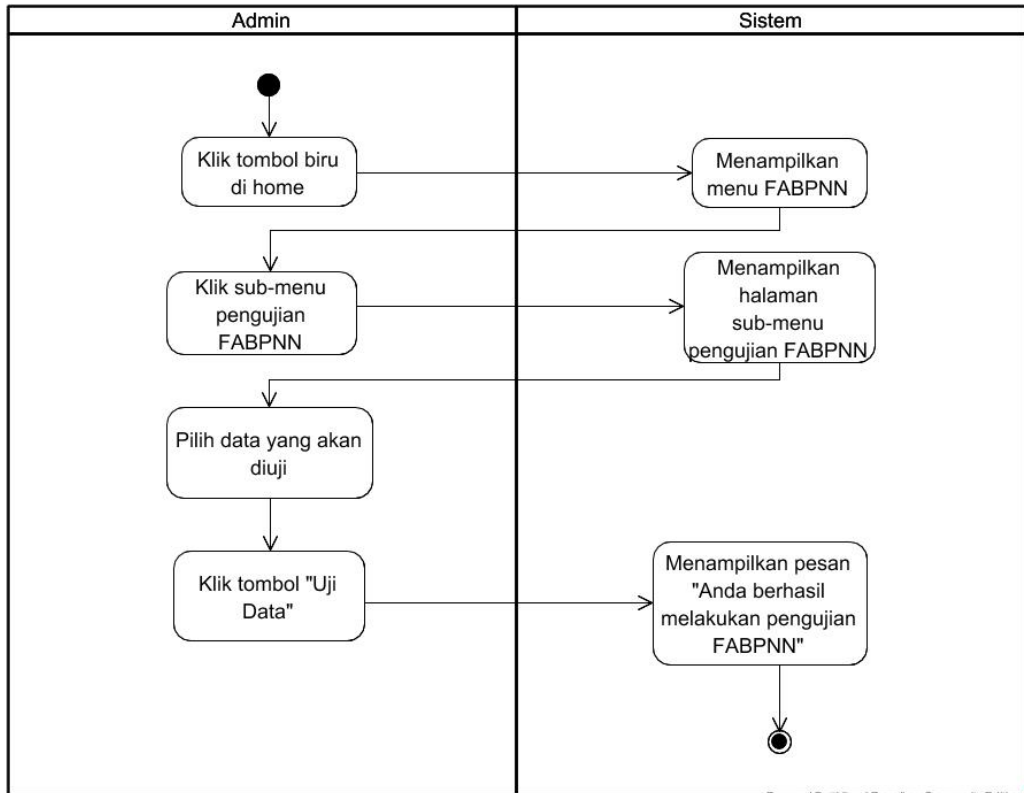
**Gambar D-5 Activity Diagram Pelatihan FABPNN**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**D.6 Activity Diagram Pengujian FABPNN**

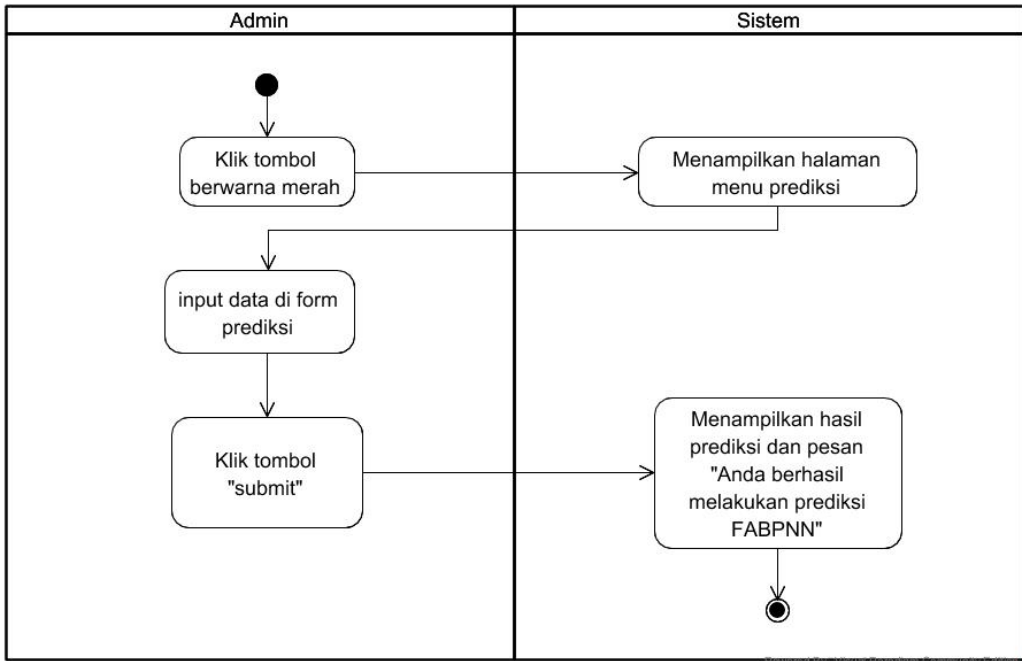
Activity Diagram Pengujian FABPNN dapat dilihat pada Gambar D-6 di bawah ini.



**Gambar D-6 Activity Diagram Pengujian FABPNN**

### D.7 Activity Diagram Prediksi FABPNN

Activity Diagram Pengujian FABPNN dapat dilihat pada Gambar D-7 di bawah ini.



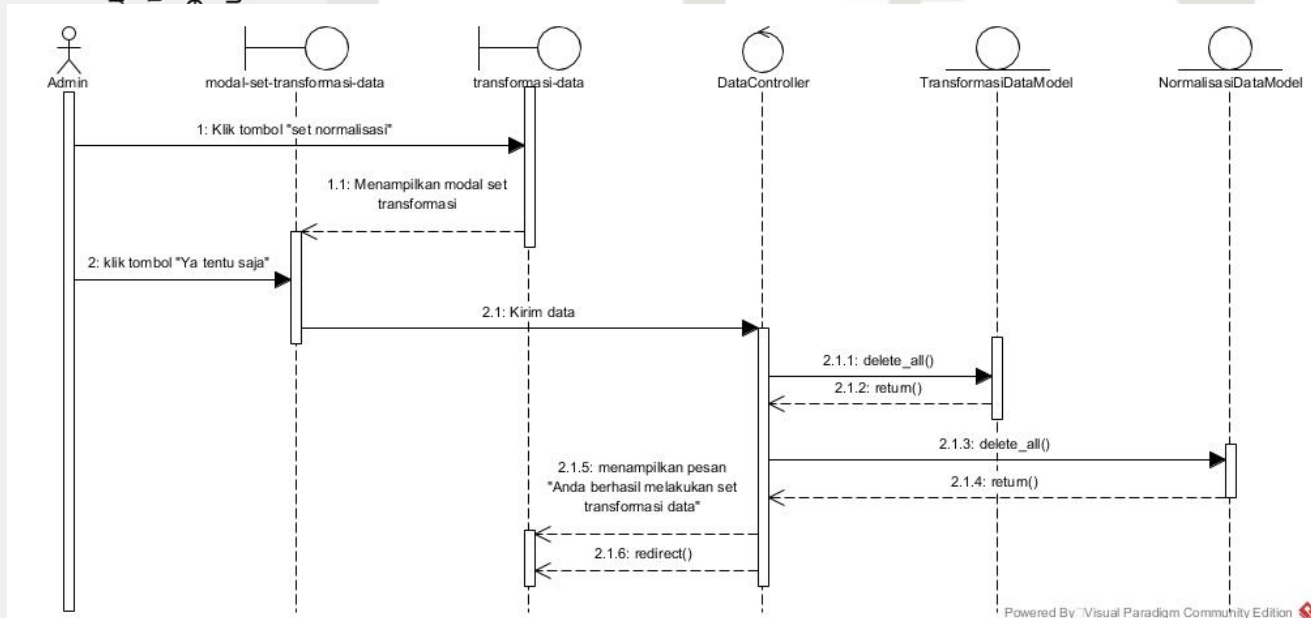
Gambar D-7 Activity Diagram Pengujian FABPNN

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN E SEQUENCE DIAGRAM

### E.1 Sequence Diagram Transformasi Dataset

Sequence Diagram Transformasi Dataset dapat dilihat pada Gambar E-1 di bawah ini.

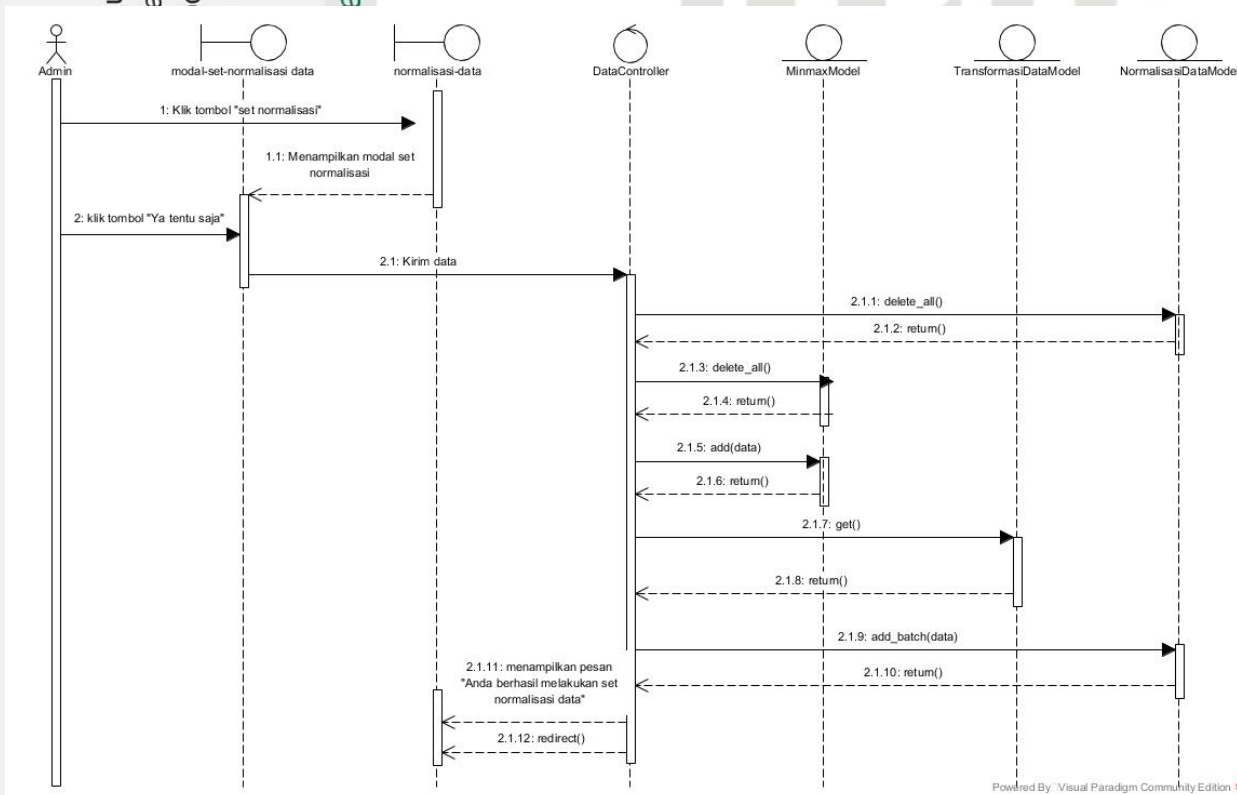


Gambar E-1 Sequence Diagram Transformasi Dataset



## E.2 Sequence Diagram Normalisasi Dataset

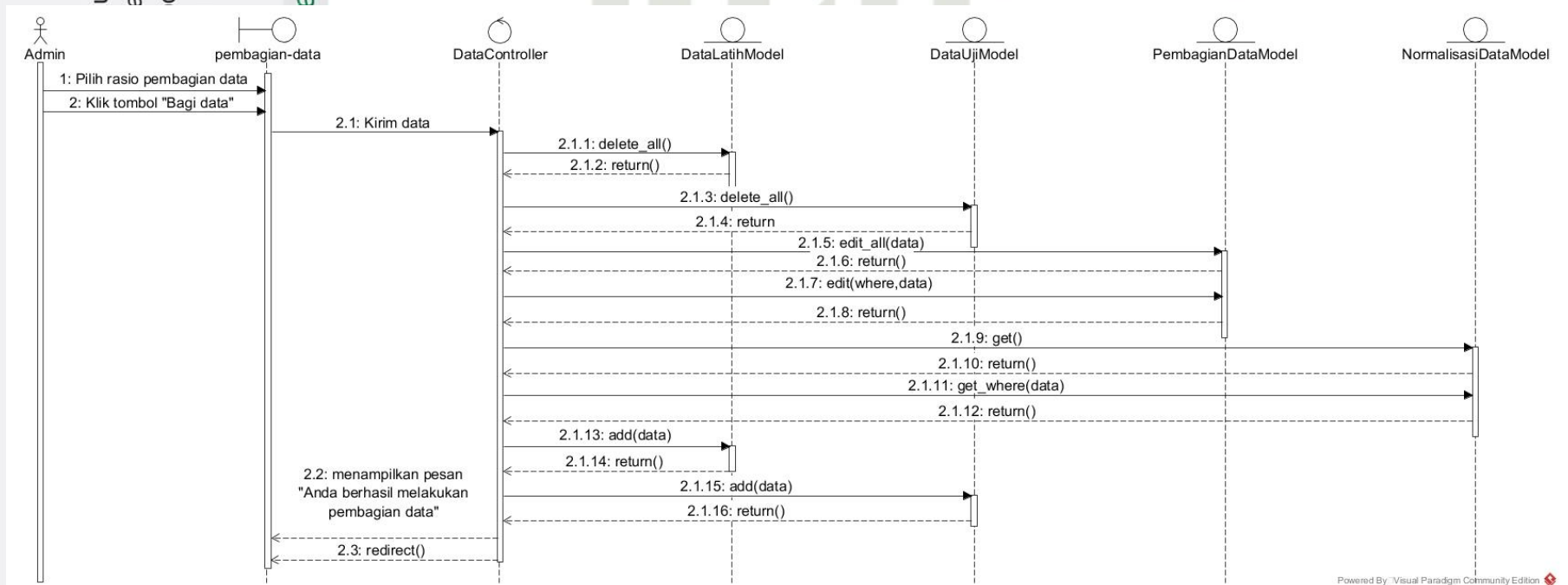
Sequence Diagram Normalisasi Dataset dapat dilihat pada Gambar E-2 di bawah ini.



Gambar E-2 Sequence Diagram Normalisasi Dataset

### E.3 Sequence Diagram Pembagian Data

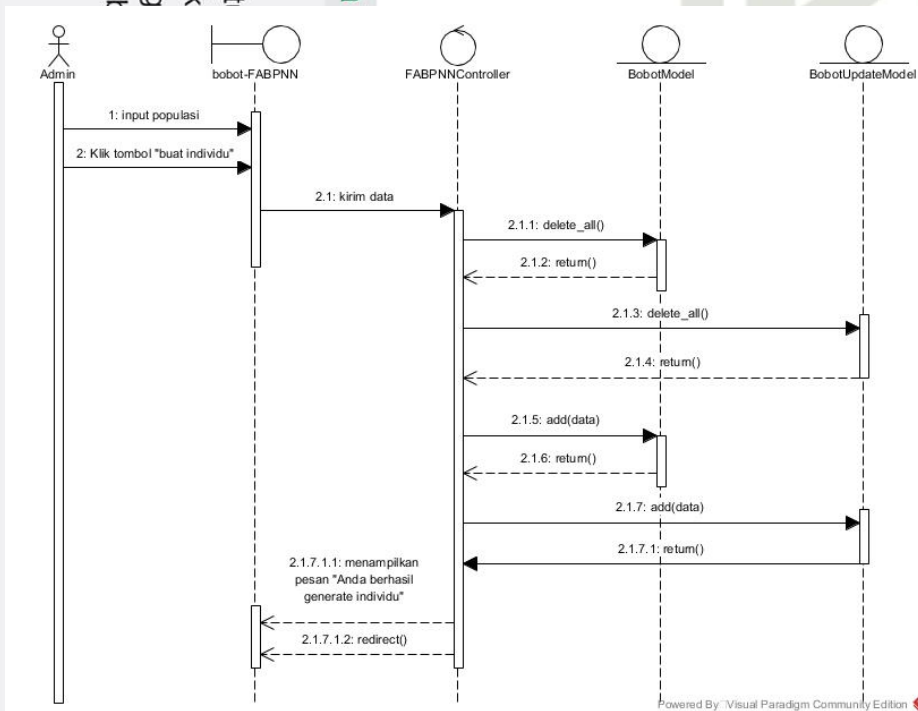
Sequence Diagram Pembagian Data dapat dilihat pada Gambar E-3 di bawah ini.



Gambar E-3 Sequence Diagram Pembagian Data

### E.4 Sequence Diagram Generate Populasi

Sequence Diagram Generate Populasi dapat dilihat pada Gambar E-4 di bawah ini.

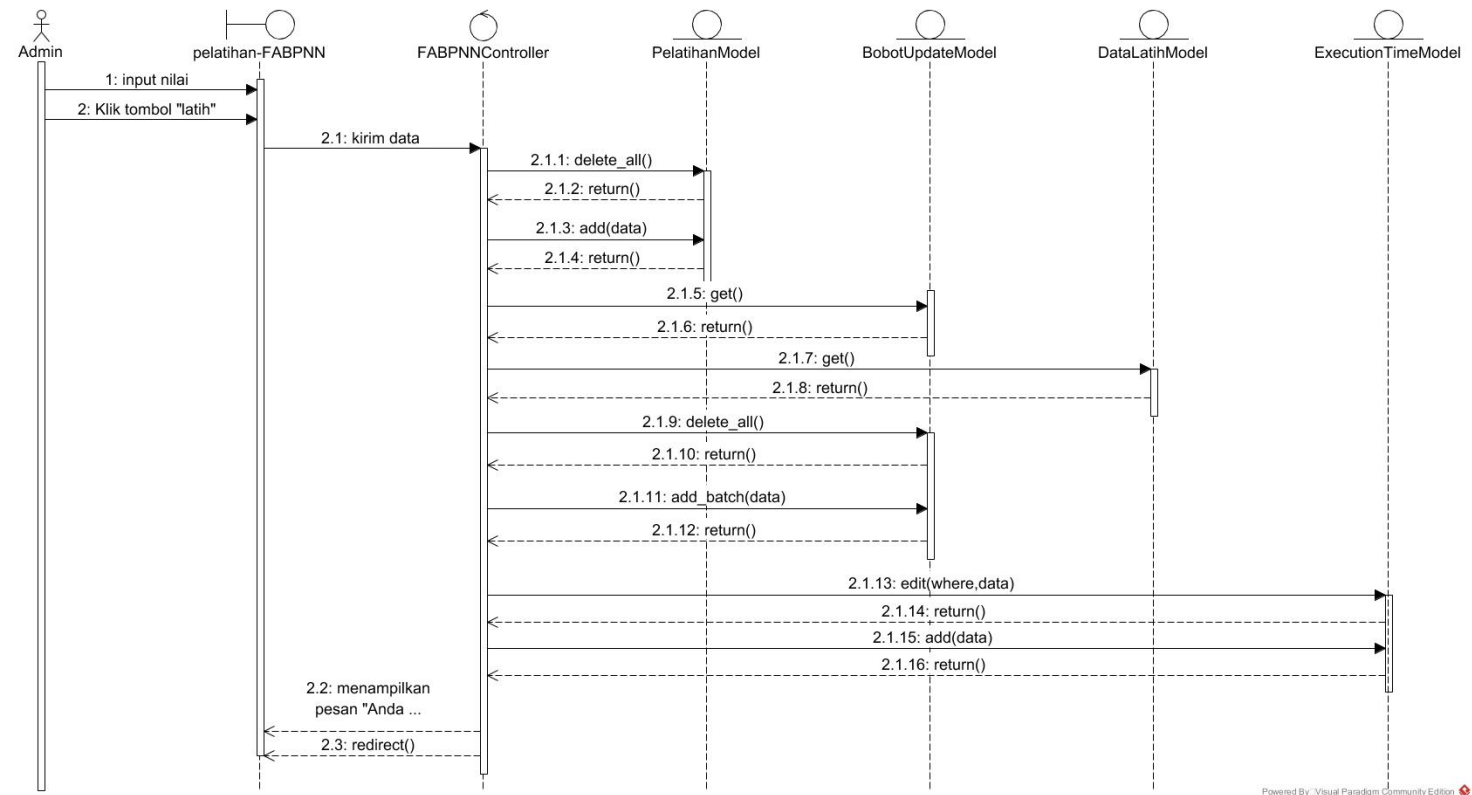


Gambar E-4 Sequence Diagram Sequence Diagram Generate Populasi

UIN SUSKA RIAU

### E.5 Sequence Diagram Pelatihan FABPNN

Sequence Diagram Pelatihan FABPNN dapat dilihat pada Gambar E-5 di bawah ini.

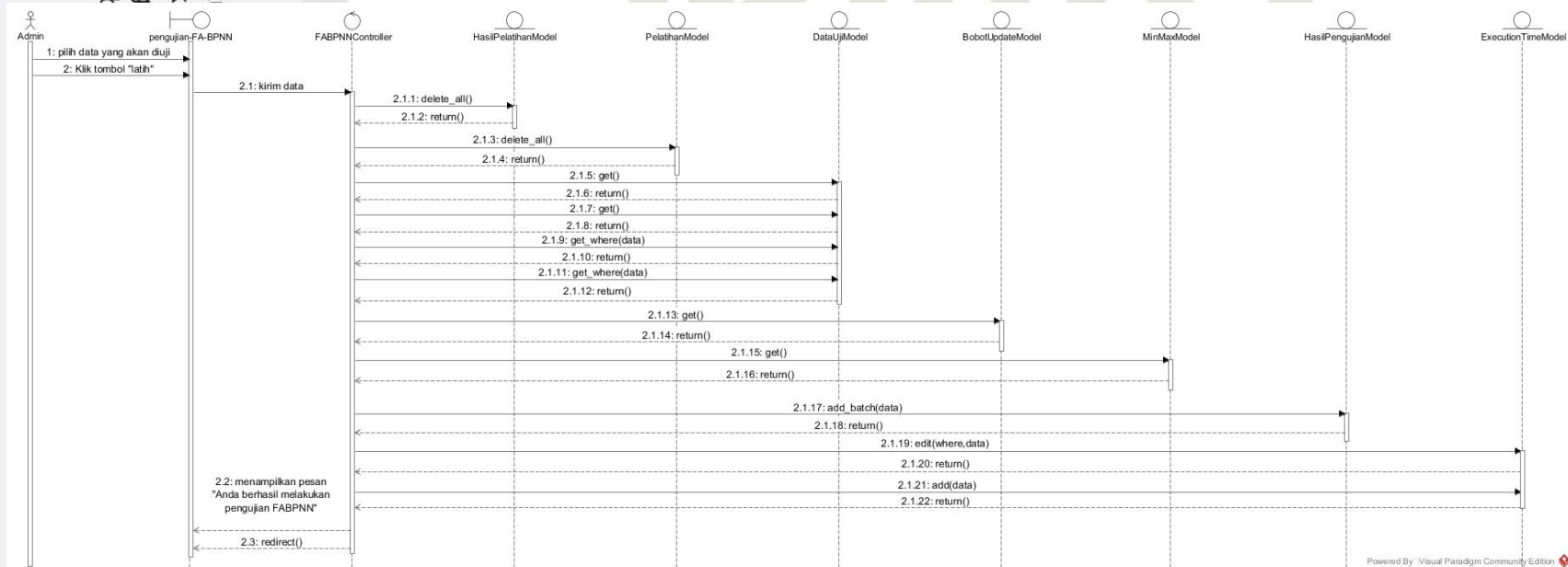


Gambar E-5 Sequence Diagram Pelatihan FABPNN



## E.6 Sequence Diagram Pengujian FABPNN

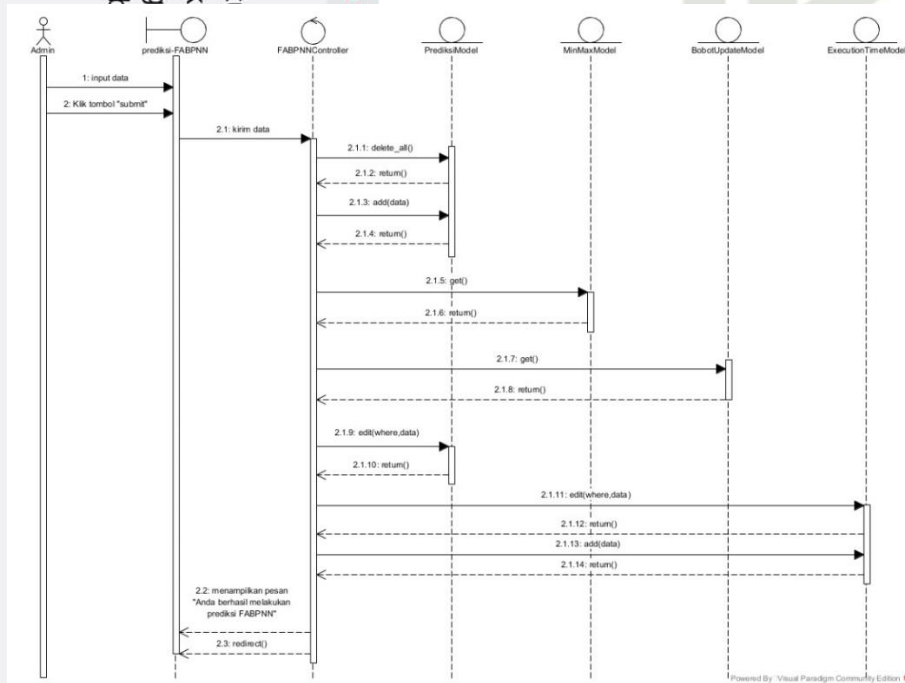
Sequence Diagram Pengujian FABPNN dapat dilihat pada Gambar E-6 di bawah ini.



Gambar E-6 Sequence Diagram Pengujian FABPNN

### E.7 Sequence Diagram Prediksi FABPNN

Sequence Diagram Prediksi FABPNN dapat dilihat pada Gambar E-7 di bawah ini.



Gambar E-7 Sequence Diagram Prediksi FABPNN

## LAMPIRAN F PERHITUNGAN INTENSITAS *FIREFLY*

### F.1 Konversi Individu *Firefly 2* dan *Firefly 3* Menjadi Bobot dan Bias

Sebagai *firefly* pertama yang sudah dilakukan perhitungannya pada BAB IV. *Firefly 2* dan *Firefly 3* dijadikan sebagai bobot-bobot dan bias awal untuk jaringan. Berikut ini Tabel A.1 yang menunjukkan bobot-bobot  $v_{ij}$  dan bias-bias  $v_{0j}$  lapisan input ke *hidden*.

**Tabel F.1 Bobot-bobot  $v_{ij}$  dan bias-bias  $v_{0j}$  Lapisan Input ke *Hidden* dari *Firefly* Kedua dan *Firefly* Ketiga**

<i>Firefly</i>	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	$Z_8$	
2	X0	0,30873225	0,590738469	0,063157723	0,081426775	0,238165318	0,349360303	0,864387971	0,023343313
	X1	0,32395325	0,896920415	0,422427524	0,87606293	0,647295088	0,361878611	0,135496715	0,816530624
	X2	0,380884941	0,163150394	0,497716245	0,683412065	0,190948336	0,712447742	0,596363079	0,033808083
	X3	0,4580544	0,958465505	0,482256337	0,990935797	0,595019207	0,00805977	0,493205265	0,749408016
	X4	0,440777292	0,363841917	0,318605391	0,179447293	0,415309014	0,646689119	0,169803563	0,697811049
	X5	0,42207978	0,468855544	0,303886953	0,542743447	0,385571902	0,790794044	0,106818899	0,450603449
	X6	0,40437828	0,128852537	0,19505973	0,59082019	0,477413877	0,340953133	0,882555836	0,91533922
3	X0	0,955385735	0,754832541	0,64921569	0,47010315	0,523694858	0,793509771	0,866197508	0,315067334
	X1	0,197416803	0,151720153	0,362697506	0,157593887	0,252201504	0,574819803	0,925588061	0,082392963

Firefly	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
2	0,093172919	0,22182647	0,697750005	0,197348377	0,156214899	0,239355506	0,389097742	0,936356717	0,138953635
3	0,0776015149	0,223380445	0,530139337	0,207783555	0,22298374	0,833387367	0,426665512	0,039296508	0,974262631
4	0,23380445	0,508277677	0,730191901	0,44491752	0,130513381	0,269793396	0,182361227	0,377158247	0,503582994
5	0,508277677		0,730191901	0,764939662	0,206995955	0,966071683	0,361559503	0,409321072	0,076280845
6	0,508277677		0,57139872	0,573744312	0,42815434	0,699914911	0,377068264	0,808823877	0,143109623

Bobot-bobot wjk dan bias-bias w0k dari lapisan hidden ke output dari firefly 2 dan firefly 3 direpresentasikan dalam Tabel F.2 di bawah ini.

**Tabel F.2 Bobot Bobot wjk dan Bias-Bias w0k dari Lapisan Hidden Ke Output dari Firefly Kedua dan Firefly Ketiga**

Firefly	Wj	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
2	Y	0,1541124 29	0,0766886 85	0,194817834	0,957842804	0,340673009	0,541107814	0,144510046	0,085043596	0,570269228
3	Y	0,465091 04	0,0934134 82	0,383097642	0,398700086	0,012019942	0,050344907	0,421389338	0,495059236	0,285091209

## F.2 Menghitung Nilai Intensitas Firefly 2 dan Firefly 3

Ada beberapa tahapan dalam menghitung intensitas firefly:



1. *Firefly* pertama

*Firefly*:

Untuk menghitung nilai  $z_{in}$  *firefly* ke dua sama seperti *firefly* pertama.

$$z_{in} = v_{01} + v_{11} * x_1 + v_{21} * x_2 + v_{31} * x_3 + v_{41} * x_4 + v_{51} * x_5 + v_{61} * x_6$$

$$= 0,330873225 + 0,532395325 * 0,75 + 0,380884941 * 0,75 + 0,94580544 * 1 + 0,140777292$$

$$* 0,714285714 + 0,42207978 * 0,155395683 + 0,40437828 * 0,666666667 = 2,397368969$$

*Firefly*:

Untuk menghitung nilai  $z_{in}$  *firefly* ke tiga sama seperti *firefly* kedua.

$$z_{in} = v_{01} + v_{11} * x_1 + v_{21} * x_2 + v_{31} * x_3 + v_{41} * x_4 + v_{51} * x_5 + v_{61} * x_6$$

$$= 0,955385735 + 0,197416803 * 0,75 + 0,793172919 * 0,75 + 0,922182647 * 1 + 0,276015149$$

$$* 0,714285714 + 0,323380445 * 0,155395683 + 0,508277677 * 0,666666667 = 3,206768061$$

Hasil dari  $z_{in}$  1 sampai  $z_{in}$  8 dari *firefly* 2 dan *firefly* 3 dapat dilihat pada tabel Tabel F.3.

**Tabel F.3 Nilai-nilai  $z_{in}$  dari *Firefly* Kedua dan *Firefly* Ketiga**

	$Z_{in} 1$	$Z_{in} 2$	$Z_{in} 3$	$Z_{in} 4$	$Z_{in} 5$	$Z_{in} 6$	$Z_{in} 7$	$Z_{in} 8$
Firefly 2	0,16626454	0,940637995	0,837583877	0,945234136	0,89442019	0,878176434	0,932939559	0,930162605
Firefly 3	3,206768061	2,423906397	2,096196416	1,339269827	2,535192861	2,38093509	3,174173992	1,922302181

Berikutnya menghitung nilai  $z_j$ . Untuk *firefly* 2 dan *firefly* 3 perhitungan  $z_j$  seperti dibawah ini.

*Firefly* 2

$$z_1 = f(0,916626454) = \frac{1}{1 + e^{-0,916626454}} = 0,916626454$$

*Firefly* 3

$$z_1 = f(3,206768061) = \frac{1}{1 + e^{-3,206768061}} = 0,961088178$$

Hasil dari semua nilai  $z_8$  dari *firefly* 2 dan *firefly* 3 dapat dilihat pada tabel Tabel F.4.

**Tabel F.4 Nilai-nilai  $z$  dari *Firefly* Kedua dan *Firefly* Ketiga**

	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$	$z_5$	$z_6$	$z_7$	$z_8$
<i>Firefly</i> 2	0,916626454	0,940637995	0,837583877	0,945234136	0,89442019	0,878176434	0,932939559	0,930162605
<i>Firefly</i> 3	0,961088178	0,918632214	0,890532941	0,792369839	0,926572438	0,915361908	0,959850748	0,872394937

Selanjutnya, lakukan perhitungan feedforward sampai *output layer*. *Feedforward* untuk data pertama diperoleh *error* sebagai berikut:

*Firefly* 2:

$$Error = 0,055555556 - 0,946173772 = -0,890618217$$

*Firefly* 3:

$$Error = 0,055555556 - 0,922030739 = -0,866475183$$

2. *Backward*

Setelah dapat *error* lalu menghitung nilai nilai  $\delta$ .

*Firefly 1:*

$$(0,055555556 - 0,946173772) \left( \frac{1}{1 + e^{-0,946173772}} \right) \left\{ 1 - \left( \frac{1}{1 + e^{-0,946173772}} \right) \right\} = -0,045358264$$

*Firefly 2:*

$$\delta = (0,055555556 - 0,922030739) \left( \frac{1}{1 + e^{-0,922030739}} \right) \left\{ 1 - \left( \frac{1}{1 + e^{-0,922030739}} \right) \right\} = -0,062290949$$

Lalu hitung nilai koreksi bobot

*Firefly 2:*

$$\Delta w1 = \alpha * \delta * z1 = 0,8 * (-0,004205956) * 0,861509215 = -0,03126125$$

*Firefly 3:*

$$\Delta w1 = \alpha * \delta * z1 = 0,8 * (-0,062290949) * 0,861509215 = -0,042931381$$

Untuk koreksi bobot  $\Delta w2$  sampai  $\Delta w8$  perhitungannya sama dengan yang  $\Delta w1$  seperti ditunjukkan dalam Tabel F.5.

**Tabel F.5 Nilai-nilai  $\Delta w$  dari *Firefly* Kedua dan *Firefly* Ketiga**

	$\Delta w$	$\Delta w 2$	$\Delta w 3$	$\Delta w 4$	$\Delta w 5$	$\Delta w 6$	$\Delta w 7$	$\Delta w 8$
<i>Firefly 2</i>	-0,03126125	-0,032725139	-0,034766676	-0,033782714	-0,033026057	-0,035024242	-0,034600823	-0,033268619
<i>Firefly 3</i>	-0,042931381	-0,044941755	-0,047745418	-0,046394132	-0,045355008	-0,048099135	-0,047517649	-0,045688121

Berikutnya, menggunakan nilai bias bias  $\Delta w_0$ .

Firefly 2:

$$\Delta w_0 = \alpha * \delta = 0,8 * (-0,045358264) = -0,036286611$$

Firefly 3:

$$\Delta w_0 = \alpha * \delta = 0,8 * (-0,062290949) = -0,049832759$$

Lakukan juga perhitungan koreksi bobot dan bias di atas sampai lapisan input ke hidden. Sehingga diperoleh hasil seperti Tabel F.6 di bawah ini.

**Tabel F.6 Koreksi Bobot  $\Delta v_{ij}$  dari Firefly Kedua dan Firefly Ketiga**

Firefly	$\Delta v_{ij}$	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
2	X0	-0,000346602	-0,000295386	-0,000125147	-5,89262E-05	-0,000225455	-9,5714E-05	-5,63544E-05	-8,10975E-05
	X1	-0,000259951	-0,00022154	-9,38603E-05	-4,41947E-05	-0,000169091	-7,17855E-05	-4,22658E-05	-6,08231E-05
	X2	-0,000259951	-0,00022154	-9,38603E-05	-4,41947E-05	-0,000169091	-7,17855E-05	-4,22658E-05	-6,08231E-05
	X3	-0,000346602	-0,000295386	-0,000125147	-5,89262E-05	-0,000225455	-9,5714E-05	-5,63544E-05	-8,10975E-05
	X4	-0,000247573	-0,00021099	-8,93908E-05	-4,20901E-05	-0,000161039	-6,83671E-05	-4,02531E-05	-5,79268E-05
	X5	-5,38604E-05	-4,59017E-05	-1,94473E-05	-9,15688E-06	-3,50347E-05	-1,48735E-05	-8,75723E-06	-1,26022E-05
	X6	-0,000231068	-0,000196924	-8,34314E-05	-3,92841E-05	-0,000150303	-6,38093E-05	-3,75696E-05	-5,4065E-05
3	X0	-0,000346602	-0,000295386	-0,000125147	-5,89262E-05	-0,000225455	-9,5714E-05	-5,63544E-05	-8,10975E-05
	X1	-0,000259951	-0,00022154	-9,38603E-05	-4,41947E-05	-0,000169091	-7,17855E-05	-4,22658E-05	-6,08231E-05
	X2	-0,000259951	-0,00022154	-9,38603E-05	-4,41947E-05	-0,000169091	-7,17855E-05	-4,22658E-05	-6,08231E-05
	X3	-0,000346602	-0,000295386	-0,000125147	-5,89262E-05	-0,000225455	-9,5714E-05	-5,63544E-05	-8,10975E-05

Firefly	V <sub>ij</sub>	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	
	X0	0,000247573	-0,00021099	-8,93908E-05	-4,20901E-05	-0,000161039	-6,83671E-05	-4,02531E-05	-5,79268E-05
	X1	0,38604E-05	-4,59017E-05	-1,94473E-05	-9,15688E-06	-3,50347E-05	-1,48735E-05	-8,75723E-06	-1,26022E-05
	X2	0,000231068	-0,000196924	-8,34314E-05	-3,92841E-05	-0,000150303	-6,38093E-05	-3,75696E-05	-5,4065E-05

3. Update bobot dan bias

Update bobot dengan menghitung perubahan bobot wjk dan vij. Bobot wjk dan vij yang baru didapat dari hasil penambahan selisih bobot wjk dan vij. Hasil perhitungannya vij yang baru ditunjukkan pada Tabel F.7 di bawah ini.

**Tabel F.7 Bobot dan Bias Lapisan Input ke *hidden* vij dari *Firefly Kedua* dan *Firefly Ketiga***

Firefly	V <sub>ij</sub>	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	
2	X0	0,330526623	0,590443083	0,063032575	0,081367848	0,237939863	0,349264589	0,864331617	0,023262216
	X1	0,532135373	0,896698875	0,422333664	0,876018735	0,647125997	0,361806826	0,135454449	0,816469801
	X2	0,38062499	0,162928855	0,497622385	0,68336787	0,190779246	0,712375956	0,596320813	0,03374726
	X3	0,945458838	0,958170119	0,48213119	0,990876871	0,594793753	0,007964056	0,49314891	0,749326918
	X4	0,140529719	0,363630926	0,318516	0,179405202	0,415147974	0,646620752	0,16976331	0,697753122
	X5	0,42202592	0,468809642	0,303867506	0,54273429	0,385536868	0,79077917	0,106810141	0,450590847

Firefly	ΔW	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
	X1	0,404147212	0,128655613	0,194976299	0,590780906	0,477263574	0,340889323	0,882518267	0,915285155	
3	X2	0,33526623	0,590443083	0,063032575	0,081367848	0,237939863	0,349264589	0,864331617	0,023262216	
	X3	0,53135373	0,896698875	0,422333664	0,876018735	0,647125997	0,361806826	0,135454449	0,816469801	
	X4	0,38162499	0,162928855	0,497622385	0,68336787	0,190779246	0,712375956	0,596320813	0,03374726	
	X5	0,945458838	0,958170119	0,48213119	0,990876871	0,594793753	0,007964056	0,49314891	0,749326918	
	X6	0,11529719	0,363630926	0,318516	0,179405202	0,415147974	0,646620752	0,16976331	0,697753122	
	X7	0,4102592	0,468809642	0,303867506	0,54273429	0,385536868	0,79077917	0,106810141	0,450590847	
	X8	0,404147212	0,128655613	0,194976299	0,590780906	0,477263574	0,340889323	0,882518267	0,915285155	

Bobot dan bias di lapisan *hidden* ke *output* wjk baru dapat dilihat pada Tabel F.8 di bawah.

**Tabel F.8 Bobot dan bias di lapisan *hidden* ke *output* wjk dari *Firefly Kedua* dan *Firefly Ketiga***

Firefly	ΔW	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
2	Y	0,150747664	0,073789909	0,191783315	0,954618978	0,337540424	0,538045391	0,141262337	0,081835149	0,567184314
3	Y	0,41744338	0,090514706	0,380063123	0,39547626	0,008887357	0,047282485	0,418141629	0,49185079	0,282006294

4. Lanjut dengan data latih berikutnya

Ulangi dengan langkah 1 sampai 3 dengan data latih ke dua menggunakan bobot-bobot dan bias-bias yang baru. Lalu setelah didapat bobot dan bias-bias yang baru lagi dengan data latih ke dua, Lanjut dengan data latih ke tiga. Lakukan perulangan proses tersebut sebanyak data latih. Setelah semua data latih telah dilatih maka diperoleh kumpulan error untuk setiap data latihnya.

5. Perhitungan nilai fitness dan intensitas cahaya *firefly*

SSE didapat dari error setiap data latih dijumlahkan,

*Firefly* 1:

$$SSE = 0,7932200808 + 0,628647886 + 0,979742327 + \dots + 0,049281918 = 31,81274672$$

*Firefly* 2:

$$SSE = 0,7507779244 + 0,886406864 + 0,87086617 + \dots + 0,09976928 = 38,36646555$$

Nilai SSE pada *firefly* 2 dan *firefly* 3 diambil dari SSE pelatihan *Backpropagation* dengan seluruh data latih. Dengan begitu, intensitas *firefly* kedua adalah 31,81274672 dan intensitas *firefly* ketiga adalah 38,36646555.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN G

### SURAT KETERANGAN PENGAMBILAN DATA



**PEMERINTAH PROVINSI RIAU**  
**DINAS PANGAN, TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA**  
 UPT PROTEKSI TANAMAN PERKEBUNAN, TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA  
 Jalan Hang Tuah Ujung No. 71 Kelurahan Sail Telp. (0761) 7074647, Fax. (0761) 34392  
**PEKANBARU**  
 KODE POS 28289

---

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

Nama	: ROEZZA ISRANDA HAMDY
NIM	: 11651100168
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Program Studi / Semester	: Teknik Informatika / 8
HP / Email	: 0812 7647 1740 / -

Telah selesai melakukan pengambilan data OPT dan Iklim (penggerek batang dan faktor iklim yang mempengaruhi perkembangannya) sesuai kebutuhan untuk keperluan pembuatan Tugas Akhir di almaternya pada bulan Maret 2020.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sesuai keperluannya.

Pekanbaru, 12 Maret 2020

A.n. Kepala UPT Proteksi Tanaman Perkebunan,  
 Tanaman Pangan dan Hortikultura  
 Koordinator Fungsional POPT,



**Ir. AHMAD FITRI**  
 Pembina Tk. I (IV/b)  
 NIP. 19660131 19103 1 004

**Gambar G-1 Surat Keterangan**



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Informasi Personal	
Nama	Roezza Isranda Hamdy
Tempat/ Tanggal Lahir	Tangerang, 28 Oktober 1997
Jenis Kelamin	Laki-Laki
Status Pernikahan	Belum Menikah
Tinggi Badan	173 cm
Kebangsaan	Indonesia
Motto	“Tidak perlu menjadi orang lain, jadilah diri sendiri, fokuskan arah hidup hanya untuk mencari keridhoan dan keberkahan Allah <i>Subhanahu Wa Ta’ala.</i> ” -Bunda
Alamat	Komplek Damai Langgeng Blok 3.1 No. 30, Kec. Tampan, Pekanbaru
No. HP	081276471740
E-Mail	11651100168@students.uin-suska.ac.id



Informasi Pendidikan	
Tahun 2002 – 2004	TK YLPI Marpoyan
Tahun 2004 – 2010	SDN 020 Bukit Raya - SDN 004 Tampan
Tahun 2010 – 2013	SMPN 20 Pekanbaru
Tahun 2013 – 2016	SMAN 4 Pekanbaru
Tahun 2016-2021	S1 Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.