

**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN TERHADAP
PEMBERIAN DOSIS PUPUK UREA DAN PENYIRAMAN
MENGUNAKAN NEURAL NETWORK
BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

Oleh:

EKO SUHARTONO
NIM. 08650012



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN TERHADAP
PEMBERIAN DOSIS PUPUK UREA DAN PENYIRAMAN
MENGUNAKAN NEURAL NETWORK
BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:
EKO SUHARTONO
NIM. 08650012**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN TERHADAP
PEMBERIAN DOSIS PUPUK UREA DAN PENYIRAMAN
MENGUNAKAN NEURAL NETWORK
BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

**Oleh:
EKO SUHARTONO
NIM. 08650012**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal, 26 Juni 2015

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Suhartono, M.Kom
NIP. 19680519 200312 1 001

Dr. Munirul Abidin, M.Ag
NIP. 19720420 200212 1 003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN TERHADAP
PEMBERIAN DOSIS PUPUK UREA DAN PENYIRAMAN
MENGUNAKAN NEURAL NETWORK
BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

Oleh :
EKO SUHARTONO
NIM. 08650012

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal, 02 Juli 2015

Susunan Dewan Penguji

Tanda Tangan

- | | | |
|------------------|--|--------------------------|
| 1. Penguji Utama | : Irwan Budi Santoso M.Kom
NIP. 19770103 201101 1 004 | () |
| 2. Ketua | : Dr. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007 | () |
| 3. Sekretaris | : Dr. Suhartono, M.Kom
NIP. 19680519 200312 1 001 | () |
| 4. Anggota | : Dr. Munirul Abidin, M.Ag
NIP. 19720420 200212 1 003 | () |

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eko Suhartono
NIM : 08650012
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Informatika
Judul Skripsi : SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN
TERHADAP PEMBERIAN DOSIS PUPUK UREA DAN
PENYIRAMAN MENGGUNAKAN NEURAL NETWORK
BERBASIS XL SYSTEM.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.
2. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2015

Yang membuat pernyataan,

Eko Suhartono
NIM. 08650012

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

Artinya :

“karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,” (QS. Alam Nasyrah : 5)

“Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan dan yakinlah pertolongan Allah SWT pasti datang, jadi berjuanglah terus dengan ikhlas dan tawakal”

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Sembah sujud dan syukur hanya kepada Allah SWT, dzat Pencipta dan
Pemilik Langit Semesta Alam.*

*Shalawat dan salam yang senantiasa tercurahkan kepadamu
Nabi Muhammad SAW*

*Kupersembahkan Karya ini Kepada Semua Orang yang
Kucintai dan Kusayangi :*

*Bapak dan Ibuku tersayang (**Sardjono & Alpiyah**) yang selalu mengasihi dan
merawatku hingga saya menjadi sukses.*

*Terima kasih atas motivasinya,
Adikku **Febri Dwi Mulyanto** semoga senantiasa diperlancar segala urusannya
dalam mengerjakan Tugas Akhir (Skripsi).*

*Kakak, adik , keponakan, seluruh keluarga besarku, dan teman-teman terdekatku
serta semuanya saja yang selalu mendukungku, menemaniku hingga
saya dapat menyelesaikan skripsi.*

*Dosen-dosen Teknik Informatika khususnya dosen pembimbing
Bapak Suhartono dan Bapak Munirul Abidin
serta seluruh karyawan civitas akademika
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*

Seluruh Teman-teman Teknik Informatika angkatan 2008.

Terima Kasih Untuk Semuanya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang maka saya panjatkan rasa puji syukur hanya untuk-Nya, shalawat dan salam semoga dilimpahkan kepada syaraful Anbiya'i wal Mursalin, keluarganya, dan sahabatnya hingga akhir zaman nanti. Berkat segala rahmat, taufik, hidayah, karunia dan inayah-Nya, sehingga penulis telah menyelesaikan skripsi yang berjudul “Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan Terhadap Pemberian Dosis Pupuk Urea dan Penyiraman Menggunakan Neural Network Berbasis XL System” dengan sebaik-baiknya sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu atau S1 Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Terselesainya skripsi ini berkat dukungan dari semua pihak yang telah memotivasi dan memberikan arahan maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Suhartono, M.Kom selaku dosen wali sekaligus dosen pembimbing satu yang telah memberikan segala bantuannya dalam melakukan bimbingan studi dan telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan arahan dan masukan yang sangat berguna dalam menyelesaikan skripsi ini.

2. Dr. Munirul abidin, M.Ag selaku pembimbing agama yang telah bersedia memberikan pengarahan keagamaan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Dr. Cahyo Crys dian selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Bayyinatul Muchtaromah, drh. MSi selaku dekan fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Prof. Dr. Mudjia Raharjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Pimpinan dan segenap pegawai PT. Ingg u Laut Abadi yang telah membantu penelitian ini, terima kasih atas bimbingan dan bantuan yang telah diberikan.
7. Semua bapak dan ibu Dosen Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan staf koordinator serta Asisten laboratorium Teknik Informatika, yang telah mengajarkan dan memberikan banyak ilmu dengan tulus dan dukungan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Bapak, Ibu, Adik yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi dan dorongan semangat sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
9. Teman-teman Teknik Informatika seluruh angkatan 2008 Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

10. Teman-temanku semua di Ma'had Sunan Ampel Al-Ali Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu , yang telah menjadi motivator demi terselesaikannya penyusunan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa tidak ada sesuatupun yang sempurna kecuali Allah SWT. Oleh karena itu, dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya. Amin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 18 Juni 2015
Penulis,

Eko Suhartono
NIM. 08650012

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Pengertian Simulasi	8
2.2 Pengertian Pertumbuhan Tanaman	8
2.3 Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>).....	10
2.3.1 Jenis dan Varietas Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	12
2.3.2 Manfaat Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	16
2.3.3 Iklim Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	16

2.3.4 Media Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	17
2.3.5 Ketinggian Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	17
2.4 Pupuk Urea (NH_2CONH_2)	17
2.4.1 Kegunaan Pupuk Urea (NH_2CONH_2)	18
2.4.2 Gejala Kekurangan Pupuk Urea (NH_2CONH_2)	18
2.5 <i>XL-System</i>	19
2.5.1 <i>L-System</i>	20
2.5.2 Bahasa Pemrograman XL	21
2.5.3 Penulisan Berulang (Rewriting Systems)	22
2.5.4 <i>Deterministic</i> dan <i>Context-Free L-System</i> (DOL)	23
2.5.5 <i>Context Sensitive L-System</i>	24
2.6 Normalisasi Data	24
2.7 Gambaran Umum Jaringan Syaraf Tiruan (<i>Neural Network</i>)	26
2.7.1 Jaringan <i>Perceptron</i>	36
2.7.2 Jaringan <i>Multilayer Perceptron</i>	39
2.8 GroImp (<i>Growth Grammar-related Interactive Modelling Platform</i>)	43
2.9 Integrasi Islam	43
BAB III METODE PENELITIAN	45
3.1 Metodologi Penelitian	45
3.1.1 Objek Penelitian	47
3.1.2 Variabel Penelitian	47
3.1.3 Tempat dan Waktu	47
3.1.4 Alat dan Bahan	48
3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	48
3.2.1 Persiapan Lahan	48
3.2.2 Penyiapan Bibit Tanaman	49
3.2.3 Penanaman dan Pemeliharaan	52
3.3 Pengamatan	54
3.4 Desain Sistem	55
3.5 Tahap Implementasi	59

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAAN	61
4.1 Analisis Data	61
4.2 Pengolahan Data	62
4.3 Penentuan Parameter Jaringan	64
4.3.1 Memilih <i>Learning Rate</i> yang ideal	64
4.3.2 Memilih <i>Neuron</i> yang ideal	70
4.3.3 Perhitungan Multilayer Perceptron	72
4.4 Implementasi Program	80
4.4.1 Instalasi Program	80
4.4.2 Pembuatan Program	81
4.5 Hasil Program	94
4.6 Evaluasi Program	96
4.7 Kajian Program Dalam Perspektif Islam	101
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	108
5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Krisan Sp Puma Putih (<i>Chrysanthemum Reagent White</i>).....	12
Gambar 2.2 Skema Sederhana XL-system	19
Gambar 2.3 Konstruksi dari <i>Snowflake Curve</i>	22
Gambar 2.4 Contoh dari Aturan Produksi dari DOL System	23
Gambar 2.5 Arsitekur <i>Neural Network</i>	28
Gambar 2.6 <i>Single Layer Neural Network</i>	29
Gambar 2.7 <i>Multilayer Neural Network</i>	30
Gambar 2.8 Lapisan Kompetitif	31
Gambar 2.9 Fungsi Tangga Biner	32
Gambar 2.10 Fungsi Linier	33
Gambar 2.11 Fungsi Gauss	33
Gambar 2.12 Fungsi Sigmoid Unipolar	34
Gambar 2.13 Fungsi Sigmoid Bipolar	35
Gambar 2.14 Fungsi <i>Hyperbolic Tangent</i>	36
Gambar 2.15 Fungsi Single Layer Perceptron	37
Gambar 2.16 Arsitektur Jaringan <i>Multilayer Perceptron</i>	39
Gambar 3.1 Rancangan Penanaman	48
Gambar 3.2 Bibit tanaman <i>Chrysanthemum</i> Puma Putih	51
Gambar 3.3 Bibit tanaman <i>Chrysanthemum</i> Puma Putih yang dicelupkan akarnya dengan zat perangsang akar (<i>rootone</i>)	51
Gambar 3.4 Desain Sistem.....	56
Gambar 3.5 Desain Alur Sistem Keseluruhan Proses Program	57
Gambar 3.6 Diagram Alur Sistem Keseluruhan Proses Program	58
Gambar 3.7 Desain Simulasi	60
Gambar 3.8 Desain Grafik Pertumbuhan.....	60
Gambar 4.1 Struktur <i>Neural Network</i>	72
Gambar 4.2 <i>Screenshoot</i> pada nilai <i>epoch</i> , <i>MSE</i> dan <i>SSE</i> proses pembelajaran ..	77
Gambar 4.3 <i>Screenshoot</i> pada Grafik MSE	78
Gambar 4.4 <i>Screenshoot</i> pada hasil pembelajaran.....	78

Gambar 4.5 <i>Screenshoot</i> pada Grafik hasil pembelajaran	79
Gambar 4.6 Texture Tanaman (a)Batang dan (b)Daun	87
Gambar 4.7 Hasil Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan	94
Gambar 4.8 Sebelum Program Disimulasikan	95
Gambar 4.9 Setelah Program Disimulasikan	95



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Rancang Perlakuan.....	52
Tabel 3.2	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	55
Tabel 4.1	Data Tanaman Perlakuan Keempat dan Pengambilan Data Terakhir	62
Tabel 4.2	Data Tanaman Hasil Normalisasi dengan <i>Decimal Scaling</i>	63
Tabel 4.3	Parameter yang digunakan MLP untuk penentuan <i>Learning Rate</i> .	64
Tabel 4.4	Hasil $1 \times$ <i>running</i> program untuk perbandingan <i>learning rate</i> , <i>epoch</i> , MSE dan tanaman yang di simulasikan	65
Tabel 4.5	Hasil $4 \times$ <i>running</i> program untuk perbandingan <i>learning rate (LR)</i> , <i>epoch</i> dan tanaman yang di simulasikan.....	66
Tabel 4.6	Hasil $5 \times$ <i>running</i> program untuk perbandingan jumlah <i>hidden neuron</i> , <i>learning rate</i> , pola simulasi, <i>epoch</i> dan MSE	70
Tabel 4.7	Hasil dari Normalisasi Data	73
Tabel 4.8	Hasil Pembelajaran	79
Tabel 4.9	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Pertama dan Pengambilan Data Terakhir	96
Tabel 4.10	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Pertama dan Pengambilan Data Terakhir	97
Tabel 4.11	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Kedua dan Pengambilan Data Terakhir	98
Tabel 4.12	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Ketiga dan Pengambilan Data Terakhir	99
Tabel 4.13	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Keempat dan Pengambilan Data Terakhir	99
Tabel 4.14	Hasil Akhir Perbandingan MAPE	100

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Observasi	114
Lampiran 2 : Data yang Dipakai	122
Lampiran 3 : Data Uji Coba	126
Lampiran 4 : Revisi Simulasi Pertumbuhan Tanaman Berdasarkan Pemberian Dosis Urea dan Penyiraman pada Jumlah Daun, Panjang Batang dan Tinggi Tanaman	130
Lampiran 5 : Grafik Perbandingan Panjang Batang, Jumlah Daun, Tinggi Tanaman & Rata-rata Per-Perlakuan	141
Lampiran 6 : Foto Kegiatan Penelitian di Lapangan	143
Lampiran 7 : Surat Izin Penelitian	142

ABSTRAK

Suhartono, Eko. 2015. 0850012. **Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan Terhadap Pemberian Dosis Pupuk Urea Dan Penyiraman Menggunakan Neural Network Berbasis XL System.** Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing (I) Dr. Suhartono, M.Kom (II) Dr. Munirul Abidin, M.Ag.

Kata Kunci : *Neural Network, Simulasi Pertumbuhan Krisan, Pupuk Urea, dan XL-System.*

Untuk mempelajari pertumbuhan tanaman zaman modern ini sudah menggunakan teknologi visualisasi dalam bentuk 3D ke dalam komputer. Pada penelitian ini dipilih tanaman krisan yang mempunyai prospek yang bagus dalam bisnis bunga hias.

Simulasi pertumbuhan tanaman krisan pada pemberian dosis pupuk urea dan penyiraman menggunakan *neural network* berbasis *xl system* ini dilakukan untuk mencari nilai pendekatan dengan mengkombinasikan antara dosis pupuk dengan penyiraman sehingga diperoleh tiga variabel data pelatihan. Dua diantaranya sebagai data *input* (panjang batang dan banyak daun) dan satunya sebagai *output* target yaitu tinggi tanaman.

Dari hasil evaluasi program membuktikan bahwa dari empat kombinasi pemberian dosis pupuk urea dan penyiraman diperoleh satu simulasi dengan prosentase *rate error* paling kecil dibanding tiga kombinasi lainnya dengan nilai mencapai 12.31 %.

ABSTRACT

Suhartono, Eko. 2015 0850012. **Chrysanthemum Plant Growth Simulation Against Giving Urea Dosing And Watering Using Neural Network Based System XL**. Department of Informatics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advicer : (I) Dr. Suhartono, M.Kom (II) Dr. Munirul Abidin, M.Ag.

Keywords: *Neural Network, Growth Simulation Chrysanthemum, Urea, and XL-System.*

To study the growth of the modern era, this plant has been used in the form of 3D visualization technology into the computer. In this study been chrysanthemum has a good prospect in the business of ornamental flowers.

Simulation of the chrysanthemum plant growth dosing of urea fertilizer and watering using a *neural network*-based *xl-system* was done to find the value of the approach by combining the dose of fertilizer to the watering in order to obtain the three variables of training data. Two of them as *input* data (long stem and many leaves) and the other as an *output* target of plant height.

From the results of program evaluations proved that the combination of four dosing of urea fertilizer and watering obtained a simulation with the smallest percentage error rate compared to the other three combinations with a value of 12.31 %.

**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN TERHADAP
PEMBERIAN DOSIS PUPUK UREA DAN PENYIRAMAN
MENGUNAKAN NEURAL NETWORK
BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:
EKO SUHARTONO
NIM. 08650012**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN TERHADAP
PEMBERIAN DOSIS PUPUK UREA DAN PENYIRAMAN
MENGUNAKAN NEURAL NETWORK
BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

**Oleh:
EKO SUHARTONO
NIM. 08650012**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal, 26 Juni 2015

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Suhartono, M.Kom
NIP. 19680519 200312 1 001

Dr. Munirul Abidin, M.Ag
NIP. 19720420 200212 1 003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN TERHADAP
PEMBERIAN DOSIS PUPUK UREA DAN PENYIRAMAN
MENGUNAKAN NEURAL NETWORK
BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

Oleh :
EKO SUHARTONO
NIM. 08650012

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal, 02 Juli 2015

Susunan Dewan Penguji

Tanda Tangan

- | | | |
|------------------|--|--------------------------|
| 1. Penguji Utama | : Irwan Budi Santoso M.Kom
NIP. 19770103 201101 1 004 | () |
| 2. Ketua | : Dr. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007 | () |
| 3. Sekretaris | : Dr. Suhartono, M.Kom
NIP. 19680519 200312 1 001 | () |
| 4. Anggota | : Dr. Munirul Abidin, M.Ag
NIP. 19720420 200212 1 003 | () |

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eko Suhartono

NIM : 08650012

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Informatika

Judul Skripsi : SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN KRISAN
TERHADAP PEMBERIAN DOSIS PUPUK UREA DAN
PENYIRAMAN MENGGUNAKAN NEURAL NETWORK
BERBASIS XL SYSTEM.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.
2. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2015

Yang membuat pernyataan,

Eko Suhartono
NIM. 08650012

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

Artinya :

“karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,” (QS. Alam Nasyrah : 5)

“Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan dan yakinlah pertolongan Allah SWT pasti datang, jadi berjuanglah terus dengan ikhlas dan tawakal”

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Sembah sujud dan syukur hanya kepada Allah SWT, dzat Pencipta dan
Pemilik Langit Semesta Alam.*

*Shalawat dan salam yang senantiasa tercurahkan kepadamu
Nabi Muhammad SAW*

*Kupersembahkan Karya ini Kepada Semua Orang yang
Kucintai dan Kusayangi :*

*Bapak dan Ibuku tersayang (**Sardjono & Alpiyah**) yang selalu mengasihi dan
merawatku hingga saya menjadi sukses.*

*Terima kasih atas motivasinya,
Adikku **Febri Dwi Mulyanto** semoga senantiasa diperlancar segala urusannya
dalam mengerjakan Tugas Akhir (Skripsi).*

*Kakak, adik, keponakan, seluruh keluarga besarku, dan teman-teman terdekatku
serta semuanya saja yang selalu mendukungku, menemaniku hingga
saya dapat menyelesaikan skripsi.*

*Dosen-dosen Teknik Informatika khususnya dosen pembimbing
Bapak Suhartono dan Bapak Munirul Abidin
serta seluruh karyawan civitas akademika
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*

Seluruh Teman-teman Teknik Informatika angkatan 2008.

Terima Kasih Untuk Semuanya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang maka saya panjatkan rasa puji syukur hanya untuk-Nya, shalawat dan salam semoga dilimpahkan kepada syaraful Anbiya'i wal Mursalin, keluarganya, dan sahabatnya hingga akhir zaman nanti. Berkat segala rahmat, taufik, hidayah, karunia dan inayah-Nya, sehingga penulis telah menyelesaikan skripsi yang berjudul “Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan Terhadap Pemberian Dosis Pupuk Urea dan Penyiraman Menggunakan Neural Network Berbasis XL System” dengan sebaik-baiknya sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu atau S1 Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Terselesaikannya skripsi ini berkat dukungan dari semua pihak yang telah memotivasi dan memberikan arahan maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Suhartono, M.Kom selaku dosen wali sekaligus dosen pembimbing satu yang telah memberikan segala bantuannya dalam melakukan bimbingan studi dan telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan arahan dan masukan yang sangat berguna dalam menyelesaikan skripsi ini.

2. Dr. Munirul abidin, M.Ag selaku pembimbing agama yang telah bersedia memberikan pengarahan keagamaan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Dr. Cahyo Crysdiان selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Bayyinatul Muchtaromah, drh. MSi selaku dekan fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Prof. Dr. Mudjia Raharjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Pimpinan dan segenap pegawai PT. Inggau Laut Abadi yang telah membantu penelitian ini, terima kasih atas bimbingan dan bantuan yang telah diberikan.
7. Semua bapak dan ibu Dosen Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan staf koordinator serta Asisten laboratorium Teknik Informatika, yang telah mengajarkan dan memberikan banyak ilmu dengan tulus dan dukungan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Bapak, Ibu, Adik yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi dan dorongan semangat sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
9. Teman-teman Teknik Informatika seluruh angkatan 2008 Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

10. Teman-temanku semua di Ma'had Sunan Ampel Al-Ali Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu , yang telah menjadi motivator demi terselesaikannya penyusunan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa tidak ada sesuatupun yang sempurna kecuali Allah SWT. Oleh karena itu, dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya. Amin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 18 Juni 2015
Penulis,

Eko Suhartono
NIM. 08650012

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Pengertian Simulasi	8
2.2 Pengertian Pertumbuhan Tanaman	8
2.3 Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>).....	10
2.3.1 Jenis dan Varietas Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	12
2.3.2 Manfaat Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	16
2.3.3 Iklim Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	16

2.3.4 Media Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	17
2.3.5 Ketinggian Tanaman Krisan (<i>Chrysanthemum spp</i>)	17
2.4 Pupuk Urea ($\text{NH}_2 \text{CONH}_2$)	17
2.4.1 Kegunaan Pupuk Urea ($\text{NH}_2 \text{CONH}_2$)	18
2.4.2 Gejala Kekurangan Pupuk Urea ($\text{NH}_2 \text{CONH}_2$)	18
2.5 <i>XL-System</i>	19
2.5.1 <i>L-System</i>	20
2.5.2 Bahasa Pemrograman XL	21
2.5.3 Penulisan Berulang (Rewriting Systems)	22
2.5.4 <i>Deterministic dan Context-Free L-System (DOL)</i>	23
2.5.5 <i>Context Sensitive L-System</i>	24
2.6 Normalisasi Data	24
2.7 Gambaran Umum Jaringan Syaraf Tiruan (<i>Neural Network</i>)	26
2.7.1 Jaringan <i>Perceptron</i>	36
2.7.2 Jaringan <i>Multilayer Perceptron</i>	39
2.8 GroImp (<i>Growth Grammar-related Interactive Modelling Platform</i>)	43
2.9 Integrasi Islam	43
BAB III METODE PENELITIAN	45
3.1 Metodologi Penelitian	45
3.1.1 Objek Penelitian	47
3.1.2 Variabel Penelitian	47
3.1.3 Tempat dan Waktu	47
3.1.4 Alat dan Bahan	48
3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	48
3.2.1 Persiapan Lahan	48
3.2.2 Penyiapan Bibit Tanaman	49
3.2.3 Penanaman dan Pemeliharaan	52
3.3 Pengamatan	54
3.4 Desain Sistem	55
3.5 Tahap Implementasi	59

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAAN	61
4.1 Analisis Data	61
4.2 Pengolahan Data	62
4.3 Penentuan Parameter Jaringan	64
4.3.1 Memilih <i>Learning Rate</i> yang ideal	64
4.3.2 Memilih <i>Neuron</i> yang ideal	70
4.3.3 Perhitungan Multilayer Perceptron	72
4.4 Implementasi Program	80
4.4.1 Instalasi Program	80
4.4.2 Pembuatan Program	81
4.5 Hasil Program	94
4.6 Evaluasi Program	96
4.7 Kajian Program Dalam Perspektif Islam	101
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	108
5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Krisan Sp Puma Putih (<i>Chrysanthemum Reagent White</i>)	12
Gambar 2.2 Skema Sederhana XL-system	19
Gambar 2.3 Konstruksi dari <i>Snowflake Curve</i>	22
Gambar 2.4 Contoh dari Aturan Produksi dari DOL System	23
Gambar 2.5 Arsitekur <i>Neural Network</i>	28
Gambar 2.6 <i>Single Layer Neural Network</i>	29
Gambar 2.7 <i>Multilayer Neural Network</i>	30
Gambar 2.8 Lapisan Kompetitif	31
Gambar 2.9 Fungsi Tangga Biner	32
Gambar 2.10 Fungsi Linier	33
Gambar 2.11 Fungsi Gauss	33
Gambar 2.12 Fungsi Sigmoid Unipolar	34
Gambar 2.13 Fungsi Sigmoid Bipolar	35
Gambar 2.14 Fungsi <i>Hyperbolic Tangent</i>	36
Gambar 2.15 Fungsi Single Layer Perceptron	37
Gambar 2.16 Arsitektur Jaringan <i>Multilayer Perceptron</i>	39
Gambar 3.1 Rancangan Penanaman	48
Gambar 3.2 Bibit tanaman <i>Chrysanthemum</i> Puma Putih	51
Gambar 3.3 Bibit tanaman <i>Chrysanthemum</i> Puma Putih yang dicelupkan akarnya dengan zat perangsang akar (<i>rootone</i>)	51
Gambar 3.4 Desain Sistem	56
Gambar 3.5 Desain Alur Sistem Keseluruhan Proses Program	57
Gambar 3.6 Diagram Alur Sistem Keseluruhan Proses Program	58
Gambar 3.7 Desain Simulasi	60
Gambar 3.8 Desain Grafik Pertumbuhan	60
Gambar 4.1 Struktur <i>Neural Network</i>	72
Gambar 4.2 <i>Screenshoot</i> pada nilai <i>epoch</i> , <i>MSE</i> dan <i>SSE</i> proses pembelajaran ..	77
Gambar 4.3 <i>Screenshoot</i> pada Grafik <i>MSE</i>	78
Gambar 4.4 <i>Screenshoot</i> pada hasil pembelajaran	78

Gambar 4.5 <i>Screenshoot</i> pada Grafik hasil pembelajaran	79
Gambar 4.6 Texture Tanaman (a)Batang dan (b)Daun	87
Gambar 4.7 Hasil Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan	94
Gambar 4.8 Sebelum Program Disimulasikan	95
Gambar 4.9 Setelah Program Disimulasikan	95



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Rancang Perlakuan.....	52
Tabel 3.2	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	55
Tabel 4.1	Data Tanaman Perlakuan Keempat dan Pengambilan Data Terakhir	62
Tabel 4.2	Data Tanaman Hasil Normalisasi dengan <i>Decimal Scaling</i>	63
Tabel 4.3	Parameter yang digunakan MLP untuk penentuan <i>Learning Rate</i> .	64
Tabel 4.4	Hasil $1 \times$ <i>running</i> program untuk perbandingan <i>learning rate</i> , <i>epoch</i> , MSE dan tanaman yang di simulasikan	65
Tabel 4.5	Hasil $4 \times$ <i>running</i> program untuk perbandingan <i>learning rate (LR)</i> , <i>epoch</i> dan tanaman yang di simulasikan.....	66
Tabel 4.6	Hasil $5 \times$ <i>running</i> program untuk perbandingan jumlah <i>hidden</i> <i>neuron</i> , <i>learning rate</i> , pola simulasi, <i>epoch</i> dan MSE	70
Tabel 4.7	Hasil dari Normalisasi Data	73
Tabel 4.8	Hasil Pembelajaran	79
Tabel 4.9	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Pertama dan Pengambilan Data Terakhir	96
Tabel 4.10	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Pertama dan Pengambilan Data Terakhir	97
Tabel 4.11	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Kedua dan Pengambilan Data Terakhir	98
Tabel 4.12	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Ketiga dan Pengambilan Data Terakhir	99
Tabel 4.13	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Keempat dan Pengambilan Data Terakhir	99
Tabel 4.14	Hasil Akhir Perbandingan MAPE	100

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Observasi	114
Lampiran 2 : Data yang Dipakai	122
Lampiran 3 : Data Uji Coba	126
Lampiran 4 : Revisi Simulasi Pertumbuhan Tanaman Berdasarkan Pemberian Dosis Urea dan Penyiraman pada Jumlah Daun, Panjang Batang dan Tinggi Tanaman	130
Lampiran 5 : Grafik Perbandingan Panjang Batang, Jumlah Daun, Tinggi Tanaman & Rata-rata Per-Perlakuan	141
Lampiran 6 : Foto Kegiatan Penelitian di Lapangan	143
Lampiran 7 : Surat Izin Penelitian	142

ABSTRACT

Suhartono, Eko. 2015 0850012. **Chrysanthemum Plant Growth Simulation Against Giving Urea Dosing And Watering Using Neural Network Based System XL**. Department of Informatics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advicer : (I) Dr. Suhartono, M.Kom (II) Dr. Munirul Abidin, M.Ag.

Keywords: *Neural Network, Growth Simulation Chrysanthemum, Urea, and XL-System.*

To study the growth of the modern era, this plant has been used in the form of 3D visualization technology into the computer. In this study been chrysanthemum has a good prospect in the business of ornamental flowers.

Simulation of the chrysanthemum plant growth dosing of urea fertilizer and watering using a *neural network*-based *xl-system* was done to find the value of the approach by combining the dose of fertilizer to the watering in order to obtain the three variables of training data. Two of them as *input* data (long stem and many leaves) and the other as an *output* target of plant height.

From the results of program evaluations proved that the combination of four dosing of urea fertilizer and watering obtained a simulation with the smallest percentage error rate compared to the other three combinations with a value of 12.31 %.

ABSTRAK

Suhartono, Eko. 2015. 0850012. **Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan Terhadap Pemberian Dosis Pupuk Urea Dan Penyiraman Menggunakan Neural Network Berbasis XL System.** Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing (I) Dr. Suhartono, M.Kom (II) Dr. Munirul Abidin, M.Ag.

Kata Kunci : *Neural Network, Simulasi Pertumbuhan Krisan, Pupuk Urea, dan XL-System.*

Untuk mempelajari pertumbuhan tanaman zaman modern ini sudah menggunakan teknologi visualisasi dalam bentuk 3D ke dalam komputer. Pada penelitian ini dipilih tanaman krisan yang mempunyai prospek yang bagus dalam bisnis bunga hias.

Simulasi pertumbuhan tanaman krisan pada pemberian dosis pupuk urea dan penyiraman menggunakan *neural network* berbasis *xl system* ini dilakukan untuk mencari nilai pendekatan dengan mengkombinasikan antara dosis pupuk dengan penyiraman sehingga diperoleh tiga variabel data pelatihan. Dua diantaranya sebagai data *input* (panjang batang dan banyak daun) dan satunya sebagai *output* target yaitu tinggi tanaman.

Dari hasil evaluasi program membuktikan bahwa dari empat kombinasi pemberian dosis pupuk urea dan penyiraman diperoleh satu simulasi dengan prosentase *rate error* paling kecil dibanding tiga kombinasi lainnya dengan nilai mencapai 12.31 %.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisan merupakan salah satu jenis tanaman hias yang dibudidayakan oleh para petani bunga di Indonesia karena mempunyai keanekaragaman bentuk bunga dan warna yang indah. Menurut (Ika Kurniawati Y, 2007: Budi Daya Tanaman Krisan. Hal.1) tanaman ini memiliki keunggulan, yaitu bunga krisan mempunyai variasi bentuk dan warna yang begitu menakjubkan, seolah-olah tidak ada berhentinya varietas baru yang dikembangkan. Hal yang membuat takjub ini sesuai dengan Al-Qur'an surat Asy Syu'araa' ayat 7 dan 8 yang berbunyi :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

Artinya : “(7.) dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik? (8.) Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah. dan kebanyakan mereka tidak beriman.”

Dalam Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6 halaman 141 dijelaskan bahwa Allah SWT mengingatkan kebesaran kekuasaan-Nya dan keagungan kemampuan-Nya kepada umat manusia bahwa Dialah Yang Maha Perkasa, Maha Agung lagi Maha Kuasa yang telah menciptakan bumi dan menumbuhkan di dalamnya tumbuh-tumbuhan

yang baik berupa tanam-tanaman, buah-buahan dan hewan. Dan di ayat 8 pada QS. Surat Asy Syu'araa' yaitu tanda atas kekuasaan Maha Pencipta segala sesuatu yang telah membentangkan bumi dan meninggikan bangunan langit. Di samping itu, kebanyakan manusia tidak beriman, bahkan mereka mendustakan para rasul dan kitab-kitabnya serta melanggar perintah-Nya dan bergelimang dalam larangan-Nya.

Dan Allah SWT juga mengatakan tentang keindahan tanaman yang lainnya pada Al-Quran surat Al Qaaf ayat 7 dan 8 yang berbunyi :

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوْسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ تَبْصِرَةً
وَذِكْرَى لِكُلِّ عَبْدٍ مُنِيبٍ

Artinya : “(7.) dan Kami hamparkan bumi itu dan Kami letakkan padanya gunung-gunung yang kokoh dan Kami tumbuhkan padanya segala macam tanaman yang indah dipandang mata, (8.) untuk menjadi pelajaran dan peringatan bagi tiap-tiap hamba yang kembali (mengingat Allah).” (QS. Al Qaaf ayat 7 – 8)

Dalam Tafsir Ibnu Katsir Jilid 7 halaman 506 dijelaskan bahwa Surat Al Qaaf ayat 7 hingga 8 ini menunjukkan bahwa semua keindahan pada tanaman yang dilihat manusia untuk dapat dijadikan pelajaran dan peringatan agar kembali mengingat Allah SWT.

Sehingga peneliti berharap bahwa dengan melakukan pengamatan dan penelitian terhadap tanaman krisan tidak serta merta hanya menambah kelimuan namun juga akan menambah rasa keimanan pada setiap diri manusia.

Manfaat pada kesehatan yang dapat diambil dari beberapa varietas Krisan atau *Chrysanthemum* adalah berkasiat sebagai obat, antara lain untuk mengobati sakit batuk, nyeri perut, dan sakit kepala akibat peradangan rongga sinus (*sinusitis*) dan sesak napas (Rukmana dan Mulyana, 1997; Anonim, 2000).

Pada bidang ekonomi, tanaman hias ini juga dapat menjadi salah satu sumber rezki bagi petani bunga karena dapat memperoleh keuntungan yang relatif tinggi dari segi hasil penjualannya. Namun dalam laju perkembangan teknologi yang berpengaruh pada persaingan global dalam dunia bisnis terutama di sektor pertanian akan menjadi tantangan terberat pada pembudidayaan tanaman krisan agar hasilnya menjadi lebih maksimal.

Pengembangan budidaya tidak hanya terbatas pada bidang holtikultura tetapi juga merambah kepada bidang yang lainnya. Akhir-akhir ini banyak inovasi yang dikembangkan terkait dengan pemanfaatan tanaman *Chrysanthemum*. Tanaman *Chrysanthemum* tidak hanya dimanfaatkan bunganya saja tetapi bagian lain dari tanaman ini juga bisa dimanfaatkan, seperti daun tanaman *Chrysanthemum*. Daun tanaman ini digunakan sebagai bahan minuman yaitu teh daun *Chrysanthemum*. Disamping itu juga telah dikembangkan pembuatan makanan dari daun *Chrysanthemum* diantaranya kripik daun *Chrysanthemum* dan puding dari daun *Chrysanthemum*. Tinggi dan luasnya kesempatan dalam mengembangkan tanaman *Chrysanthemum* berdampak pada terbukanya kesempatan usaha yang lainya (Albab, Moh. Ulil.2012).

Pemodelan pertumbuhan tanaman yang menggambarkan unsur hayati tanaman yang bersifat dinamis dan kompleks akan sangat sulit didekati dengan

persamaan matematis dan *geometric* konvensional. Dari kesimpulan ini, para ilmuwan sekarang telah mematahkan dengan kesimpulan bahwa proses alami sistem hidup pertumbuhan tanaman secara biologis dan bersifat kompleks yang dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan, telah mampu dianalisis dan disintesis dalam bentuk pemodelan kehidupan buatan yang menyerupai lingkungan alamiahnya dengan pendekatan *XL-System* (Chuldi, Moh. Prasetya. 2012).

XL-System mempunyai parameter dan aturan dalam mendefinisikan kompleksitas pertumbuhan sebuah tanaman yang divisualisasikan kedalam aplikasi perangkat lunak yaitu *GroImp*. Dengan menambahkan metode *Neural Network* atau Jaringan Syaraf Tiruan akan memberikan bentuk pemodelan yang berbeda dengan peneliti sebelumnya.

Dengan membuat program simulasi pertumbuhan tanaman krisan pada pemberian macam perlakuan tanaman yang berbeda terhadap faktor komposisi pupuk dan kadar penyiraman diharapkan dapat memberikan identifikasi pertumbuhan beserta visualisasi tanaman secara grafis yang berbeda berdasarkan aturan *XL-System* yang dikombinasikan dengan metode *Neural Network*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas dapat diambil rumusan masalah tentang bagaimana membangun simulasi pertumbuhan tanaman krisan terhadap faktor pemberian dosis pupuk urea dan kadar penyiraman menggunakan *Neural Network* berbasis *XL System* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk membuat simulasi pertumbuhan tanaman *Chrysanthemum* pada pemberian dosis pupuk urea dan kadar penyiraman menggunakan *Neural Network* berbasis *XL system*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat dijadikan bahan evaluasi untuk memperoleh dosis pemupukan UREA dan penyiraman yang tepat untuk memperoleh hasil tanaman yang terbaik dan memberikan penjelasan secara simulasi bagaimana tanaman *chrysanthemum* puma putih jika menggunakan dosis pupuk yang tidak sesuai standar.
2. Dapat mengetahui pertumbuhan tanaman secara simulasi terhadap berbagai macam dosis pemupukan dan penyiraman.
3. Dapat mengetahui penggunaan *Neural Network* untuk proses simulasi pertumbuhan tanaman.

1.5 Batasan Masalah

Dari permasalahan diatas, dapat diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Obyek yang digunakan adalah bunga *chrysanthemum* puma putih.
2. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis pupuk urea dan kadar penyiraman. Sedangkan variabel terikatnya yaitu pertumbuhan *Chrysanthemum* dengan indikator yakni panjang batang, jumlah daun dan tinggi tanaman.

3. Dosis pupuk urea terdiri dari 1 gram/liter dan 2 gram/liter. Dengan penyiraman yang bervariasi pagi hari dan sore hari.
4. Penanaman dan penelitian dilakukan di *Green House*.
5. Umur tanaman dibatasi sampai dengan 29 hari.
6. Komputer yang digunakan adalah komputer dengan *Operating System Windows* dengan prosesor *dual core*.
7. Aplikasi yang digunakan adalah *groIMP 1.4.2-Interactive Modeling Platform*. Dengan menggunakan bahasa pemrograman *XL-System*.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan, maka laporan ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi Latar Belakang, Rumusan masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan laporan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori yang mendukung dan berhubungan dengan judul penelitian, yaitu simulasi, tanaman *chrysanthemum* (Krisan), pupuk Urea, *Neural Network* dan *XL System* beserta *GroImp*.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang prosedur penelitian, perancangan sistem dan pemecahan masalah sesuai dengan judul penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil penelitian yang sudah dilakukan di *Green House*. Dimulai dari penyajian data aktual tanaman *Chrysanthemum Reagent White* atau krisan puma putih serta data yang sudah diolah dengan metode *Neural Network*. Pada implementasi program disajikan dalam bentuk *source code* atau sumber kode program pemodelan berbasis *XL-System* menggunakan *GroImp*. Di bagian akhir disajikan visualisasi tanaman krisan dan grafik pertumbuhan tanaman.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan pembuatan program dan perbaikan pada penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Simulasi

Simulasi adalah proses perancangan model dari suatu sistem nyata beserta pelaksanaan eksperimen-eksperimen dengan model tersebut dengan tujuan memahami tingkah laku sistem atau untuk menyusun strategi (dalam suatu batas atau limit yang ditentukan oleh satu atau beberapa kriteria) sehubungan dengan beroperasinya sistem tersebut. Sehingga model simulasi berisi tentang sebuah perangkat uji coba akan menerapkan beberapa aspek penting, termasuk data masa lalu, dalam memberikan alternatif tindakan yang mendukung pengambilan keputusan (Djati, Bonett Satya Lelono, 2007, Hal. 10).

2.2 Pengertian Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tanaman merupakan hasil dari berbagai proses fisiologi, melibatkan faktor *genotype* yang berinteraksi dalam tubuh tanaman dengan faktor lingkungan. Proses tersebut yaitu penambahan ukuran, bentuk dan jumlah. Ciri-ciri pertumbuhan pada tanaman yang tampak sebagai *fenotype* utamanya dipengaruhi oleh faktor *genotype*, sedangkan cirri-ciri lainnya ditentukan oleh pengaruh lingkungan sehingga pertumbuhan merupakan fungsi *genotype* x lingkungan. Dalam usaha pertanian, aspek pertumbuhan tanaman mengacu pada tujuan utamanya yaitu memaksimalkan laju pertumbuhan melalui manipulasi genetik dan lingkungan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dibagi menjadi dua diantaranya faktor dalam dan faktor luar (Albab, Moh Ulil, 2012).

- a. Faktor Luar yaitu cahaya, air, mineral, kelembapan dan suhu.
- b. Faktor Dalam yaitu hormon dan faktor hereditas.

Di jelaskan di dalam Al-Qur'an bahwa Allah SWT berfirman :

وَأَضْرَبَ لَهُمْ مَثَلًا الْحَيَاةَ الدُّنْيَا كَمَا أَنْزَلْنَاهُ مِنَ السَّمَاءِ فَاخْتَلَطَ بِهِ نَبَاتُ

الْأَرْضِ فَأَصْبَحَ هَشِيمًا تَذْرُوهُ الرِّيْحُ ۚ وَكَانَ اللَّهُ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ مُّقْتَدِرًا ﴿٤٥﴾

Artinya : dan berilah perumpamaan kepada mereka (manusia), kehidupan dunia sebagai air hujan yang Kami turunkan dari langit, Maka menjadi subur karenanya tumbuh-tumbuhan di muka bumi, kemudian tumbuh-tumbuhan itu menjadi kering yang diterbangkan oleh angin. dan adalah Allah, Maha Kuasa atas segala sesuatu. (QS. Al-Kahfi ayat 45)

Pada Tafsir Ibnu Katsir jilid 5 halaman 263 dijelaskan bahwa Allah SWT berfirman, (وَأَضْرَبَ) “Berilah, “ hai Muhammad kepada umat manusia, (مَثَلًا الْحَيَاةَ الدُّنْيَا) “Perumpamaan kepada mereka kehidupan dunia.” Yakni, dalam kehancuran, kefanaan dan keberakhirannya “air hujan yang Kami turunkan dari langit, Maka menjadi subur karenanya tumbuh-tumbuhan di muka bumi,” Yakni, semua yang ada di dalamnya, berupa biji-bijian, lalu tumbuh indah dan meninggi serta menjadi bunga. Setelah itu, semuanya, “menjadi kering yang diterbangkan oleh angin.” Yakni diporakporandakan dan diterbangkan ke kanan dan ke kiri. “dan adalah Allah, Maha Kuasa atas segala sesuatu.” Maksudnya,

Dia Mahakuasa untuk menjadikan keadaan seperti itu. Seringkali Allah memberikan perumpamaan tentang kehidupan dunia ini dengan perumpamaan tersebut.

2.3 Tanaman Krisan (*Chrysanthemum spp*)

Bunga Krisan merupakan salah satu bunga yang paling lama dikenal dan dibudayakan dalam sejarah holtikultura. Fakta yang menunjukkan bahwa budidaya tanaman krisan telah ada di Cina dan Jepang sekitar 3000 tahun yang lalu. Tanaman krisan mempunyai nama ilmiah *Chrysanthemum spp*. Nama tersebut berasal dari Yunani yang berarti keemasan (Kurniawati Y, Ika, 2007, Hal. iii).

Disamping memiliki keindahan karena keragaman bentuk dan warnanya. bunga krisan juga memiliki kesegaran yang relatif lama dan mudah dirangkai. Keunggulan lain yang dimiliki adalah bahwa pembungaan dan panennya dapat diatur menurut kebutuhan pasar. Dengan banyaknya keindahan dan kelebihan tanaman ini Allah SWT berfirman dalam surah Ar Ra'du : 4.

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَغَيْرُ
صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضَ لِّبَعْضِهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأُكُلِ ۚ إِنَّ فِي
ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

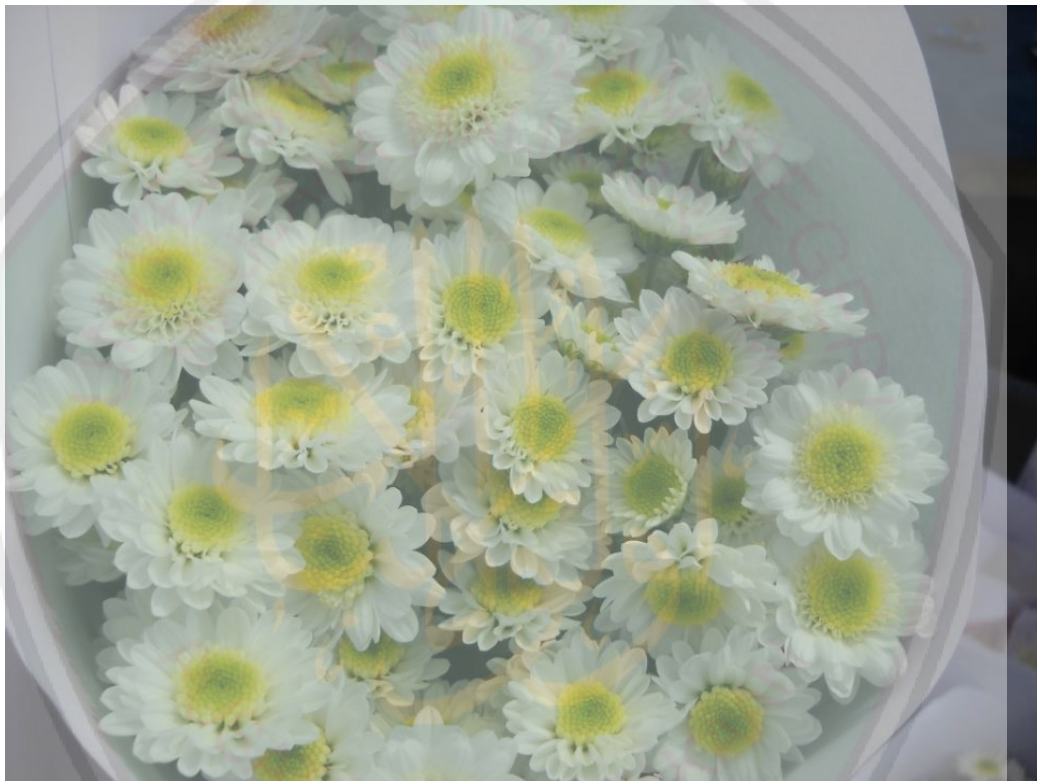
Artinya : “Dan di bumi Ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. kami melebihkan

sebahagian tanam-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.” (TQS. Ar Ra’du : 4)

Dari TQS. Ar Ra’du ayat 4, dapat disimpulkan bahwa Allah SWT menjelaskan air merupakan sebab bagi tumbuhnya segala macam tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam bentuk jenis dan kelebihan masing-masing. Ini semua adalah tanda-tanda kebesaran Allah SWT supaya manusia dapat mengetahui betapa besar kekuasaan Allah SWT mengatur kehidupan tanaman-tanaman itu. Manusia yang suka memperhatikan siklus peredaran air akan dapat mengetahui betapa tingginya hukum-hukum Allah. Hukum-Nya berlaku secara tetap dan berlangsung terus tanpa henti-hentinya, sampai tiba saat yang telah ditentukan (Chuldi, Moch Prasetya, 2012).

Kemudian disebutkan pula perincian dari tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam itu di antaranya ialah rerumputan yang tumbuh berumpun-rumpun sehingga kelihatan menghijau. Jenis yang lain dari tumbuh-tumbuhan itu ialah pohon palem yang mengeluarkan buah yang terhimpun dalam sebuah tandan yang menjulai rendah sehingga mudah dipetik. Jenis yang lain lagi dan jenis tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam itu ialah anggur, zaitun, dan delima. Jenis buah-buahan ini disebutkan secara beruntun karena masing-masing ada yang mempunyai persamaan dan perbedaan, sifat, bentuk dan rasanya, sehingga ada yang berwarna hitam-hitaman dan ada pula yang berwarna kehijau-hijauan. Ada yang berdaun agak lebar, dan ada pula yang berdaun agak kecil, begitu pula ada yang rasanya manis dan ada yang asam. Kesemuanya itu adalah untuk menunjukkan agar

manusia memperhatikan tumbuh tumbuhan yang beraneka ragam itu. Pada saat berbuah bagaimana buah-buahan itu tersembul dan batang atau rantingnya, kemudian merekah sebagai bunga, setelah nampak buahnya, akhirnya menjadi buah yang sempurna (matang) (Zulqifli, Fahrizal, 2011).



Gambar 2.1 Krisan Sp Puma Putih (*Chrysanthemum Reagent White*)

(Sumber : Dokumentasi peneliti)

2.3.1 Jenis dan Varietas Tanaman Krisan (*Chrysanthemum spp*)

Klasifikasi botani tanaman hias *Chrysanthemum Reagent White* adalah sebagai berikut (Kurniawati Y, Ika, 2007, Hal. 13) :

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)

Divisi : *Spermathophyta* (tumbuhan berbiji)

Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Klas	: <i>Dycotyledonae</i> (berbiji berkeping dua)
Ordo	: <i>Asterales</i>
Famili	: <i>Asteraceae</i>
Genus	: <i>Chrysanthemum</i>
Species	: <i>C. morifolium</i> Ramat, <i>C. indicum</i> , <i>C. Daisy</i> , <i>C. roseum</i> , <i>C. Reagent White</i> , <i>C. maxium</i> , <i>C. coccineum</i> , dan lain-lain.

Ada sekitar lebih dari seribu varietas krisan yang dikenal dan tersebar di seluruh dunia. Padahal, tanaman krisan semula hanya digemari oleh masyarakat Cina. Ternyata, orang Jepang juga terlebih dahulu membudidayakan krisan. Bahkan, menjadikan krisan sebagai symbol kekaisaran Jepang dan disebut sebagai *Queen of the East*. Beberapa waktu berikutnya, tanaman krisan pun menyebar ke kawasan Eropa, kemudian Asia. Tanaman krisan masuk ke Indonesia pada abad ke-17, tetapi baru mulai dikembangkan tahun 1940 di daerah Cianjur, Lembang, Cisarua Brastagi dan Bandung.

Krisan adalah bukan tanaman asli Indonesia sehingga sulit diperoleh pada kondisi lingkungan yang tepat. Ahli peneliti utama pada Balai Penelitian Tanaman Hias Kementerian Pertanian di Segugung, kecamatan Pacet, Cianjur telah berhasil menemukan 19 varietas baru krisan yang telah dikembangkan para petani. Berdasarkan hasil persilangan dua varietas antara varietas tua dari Belanda bernama *Town Talk* dengan *Saraswati* di Instalasi Penelitian Tanaman Hias di Cipanas telah diperoleh dua jenis bunga terbagus dan diberi nama *Puspita Kencana* serta *Puspita Nusantara*.

Untuk mendapatkan varietas unggul bunga krisan tidaklah mudah, karena krisan bukan tanaman asli Indonesia, maka keberhasilan pembentukan biji sulit tercapai. Di luar negeri, pemuliaan bunga krisan membutuhkan rumah kaca yang suhunya sudah diatur 17⁰ C dengan penyinaran penuh selama 15 jam perhari (Kurniawati Y, Ika, 2007, Hal. 21).

Jenis dan varietas tanaman krisan di Indonesia umumnya hibrida yang berasal dari Belanda, Amerika Serikat dan Jepang. Tanaman krisan yang ditanam di Indonesia antara lain sebagai berikut :

a. Krisan Lokal (Krisan Kuno)

Krisan lokal berasal dari luar negeri, tetapi telah lama dan beradaptasi di lingkungan tropis Indonesia maka dianggap sebagai krisan lokal. Ciri-cirinya antara lain sifat hidupnya di hari netral dan siklus hidupnya antara 7 – 12 bulan dalam satu kali penanaman. Contoh krisan lokal adalah *Chrysanthemum maximum* yang berbunga kuning banyak ditanam di Lembang, Jawa Barat dan berbunga putih di Cipanas (Cianjur) Jawa Barat (Kurniawati Y, Ika, 2007, Hal. 21).

b. Krisan Introduksi (Krisan Modern atau Krisan Hibrida)

Ciri khas krisan introduksi antara lain sifat hidupnya berhari pendek, siklus hidupnya relatif singkat, dan bersifat sebagai tanaman annua. Contoh krisan introduksi antara lain *Chrysanthemum indicum hybr. Dark Flamingo*, *C. indicum hybr. Dolaroid*, *C. indicum hybr. Indianapolis* (berbunga kuning), *Cossa*, *Clingo*, *Alexandra Van Zaal*

(berbunga merah), *Fleyer* (berbunga putih), dan *Pink Pingpong* (berbunga putih) (Kurniawati Y, Ika, 2007, Hal. 23).

c. Krisan Produksi Indonesia

Balai Penelitian Tanaman Hias di Cipanas telah melepas varietas krisan buatan Indonesia, yaitu varietas *Balithi* 27.108, 27.177, 28.7, dan 30.13A.

Dengan sarana penelitian, dapat diteliti berbagai varietas krisan. Proses perkawinan bunga krisan hingga menjadi tunas bunga membutuhkan waktu setahun. Selama masa pertumbuhan, biji bunga hasil pemuliaan diletakkan di media sekam bakar (kulit padi) bercampur humus bambu dan tanah yang telah di sterilisasi. Oleh karena krisan merupakan tanaman hari pendek, maka hiji tanamannya harus diterangi lampu untuk merangsang pertumbuhannya, yaitu mulai dari biji diindukkan, disetek, lalu diakarkan menggunakan lampu. Setelah itu lampunya dimatikan.

Pada masa yang akan datang kemungkinan juga akan banyak bermunculan aneka jenis atau varietas krisan baru yang komersial dan sesuai dengan selera atau permintaan konsumen. Adanya program pemuliaan tanaman krisan tidak hanya mengembangkan varietas – varietas baru yang didasarkan atas pemilihan karakter-karakter unggul, seperti bentuk dan warna bunga. Namun, juga diarahkan untuk mendapatkan varietas krisan yang dapat berbunga sepanjang tahun (Kurniawati Y, Ika, 2007, Hal. 24).

2.3.2 Manfaat Tanaman Krisan (*Chrysanthemum spp*)

Kegunaan tanaman *Chrysanthemum* yang utama adalah sebagai bunga hias. Manfaat lain adalah sebagai tumbuhan obat tradisional dan penghasil racun serangga. Sebagai bunga hias, *Chrysanthemum* di Indonesia digunakan sebagai:

Bunga pot : Ditandai dengan sosok tanaman kecil, tingginya 20-40 cm, berbunga lebat dan cocok ditanam di pot, polibag atau wadah lainnya. Contoh *Chrysanthemum mini* (diameter bunga kecil) ini adalah varietas *Lilac Cindy* (bunga warna ping keungu-unguan), *Pearl Cindy* (putih kemerah-merahan), *White Cindy* (putih dengan tengahnya putih kehijau-hijauan), *Applause* (kuning cerah), *Yellow Mandalay* (semuanya dari Belanda). *Chrysanthemum* introduksi berbunga besar banyak ditanam sebagai bunga pot, terdapat 12 varietas *Chrysanthemum* pot di Indonesia, yang terbanyak ditanam adalah varietas *Delano* (ungu), *Rage* (merah) dan *Time* (kuning).

Bunga potong : ditandai dengan sosok bunga berukuran pendek sampai tinggi, mempunyai tangkai bunga panjang, ukuran bervariasi (kecil, menengah dan besar), umumnya ditanam di lapangan dan hasilnya dapat digunakan sebagai bunga potong. Contoh bunga potong amat banyak antara lain *Inga*, *Improved funshine*, *Brides*, *Green peas*, *Great verhagen*, *Puma*, *Reagent*, *Cheetah*, *Klondike* dll (Sjamsudin, Wahid, 2010).

2.3.3 Iklim Tanaman Krisan (*Chrysanthemum spp*)

Tanaman *Chrysanthemum* membutuhkan air yang memadai, tetapi tidak tahan terhadap terpaan air hujan. Oleh karena itu untuk daerah yang curah

hujannya tinggi. Penanaman dilakukan di dalam bangunan rumah plastik. Untuk pembungaan dibutuhkan cahaya yang lebih lama yaitu dengan bantuan cahaya dari lampu TL dan lampu pijar. Penambahan penyinaran yang paling baik adalah tengah malam antara jam 22.30 s.d. 01.00 dengan lampu 150 watt untuk areal 9 m^2 dan lampu dipasang setinggi 1,5 m dari permukaan tanah. Periode pemasangan lampu dilakukan sampai fase vegetatif (2-8 minggu) untuk mendorong pembentukan bunga.

2.3.4 Media Tanaman Krisan (*Chrysanthemum spp*)

Tanah yang ideal untuk tanaman *Chrysanthemum* adalah bertekstur liat berpasir, subur, gembur dan drainasenya baik, tidak mengandung hama dan penyakit. Derajat keasaman tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman sekitar 5,5-6,7 (Sjamsudin, Wahid, 2010).

2.3.5 Ketinggian Tanaman Krisan (*Chrysanthemum spp*)

Menurut Standar Operasional Prosedur Produksi Benih Krisan (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 2009, Hal. I-2) Ketinggian tempat yang ideal untuk budidaya tanaman ini berkisar antara 400–1200 m dpl.

2.4 Pupuk Urea ($NH_2 CONH_2$)

Pupuk Urea adalah salah satu pupuk kimia yang mengandung Nitrogen (N) dengan kadar tinggi. Unsur Nitrogen merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman. Pupuk ini berbentuk butir-butir kristal berwarna putih, dengan rumus kimia NH_2CONH_2 . Pupuk ini mempunyai sifat higroskopis yaitu sangat mudah

menghisap air dan mudah larut dalam air, karena itu sebaiknya disimpan di tempat kering dan tertutup rapat. Pupuk ini mengandung unsur hara N sebesar 46% dengan pengertian setiap 100 kg urea mengandung 46 kg Nitrogen. Selain itu juga mengandung kadar air sebanyak 0,50% dan kadar biuret sebanyak 1% (Chuldi, Moch Prasetya, 2012).

2.4.1 Kegunaan Pupuk Urea ($\text{NH}_2 \text{CONH}_2$)

Unsur hara Nitrogen yang dikandung dalam pupuk Urea sangat besar kegunaannya bagi tanaman. Beberapa manfaat itu diantaranya :

- a. Membuat daun tanaman lebih hijau segar dan banyak mengandung butir hijau daun (*chlorophyl*) yang mempunyai peranan sangat penting dalam proses fotosintesis
 - b. Mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan lain-lain)
 - c. Menambah kandungan protein tanaman
 - d. Dapat dipakai untuk semua jenis tanaman baik tanaman pangan, hortikultura, tanaman perkebunan, usaha peternakan dan usaha perikanan
- (Chuldi, Moch Prasetya, 2012).

2.4.2 Gejala Kekurangan Pupuk Urea ($\text{NH}_2 \text{CONH}_2$)

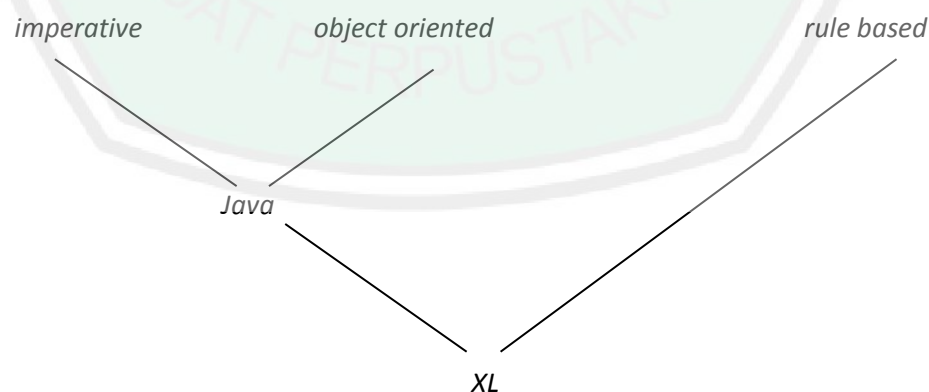
Sedangkan gejala akibat kekurangan unsur hara Nitrogen yang terjadi pada tanaman yaitu:

- a. Daun tanaman berwarna pucat kekuning-kuningan

- b. Dalam keadaan kekurangan yang parah daun menjadi kering dimulai dari daun bagian bawah terus ke bagian atas
- c. Pertumbuhan tanaman lambat dan kerdil
- d. Perkembangan buah tidak sempurna atau tidak baik, sering kali masak sebelum waktunya (Chuldi, Moch Prasetya, 2012).

2.5 XL – System

XL-System (eXtended Lindenmayer System) merupakan penggabungan konsep L-system dengan bahasa pemrograman XL. Bahasa pemrograman XL ini sendiri merupakan bahasa pemrograman java yang mengimplementasikan *Relational Growth Grammars (RGG)*. XL dibangun dengan menggabungkan bahasa java dan *library* java dan menerapkan algoritma *L-system*. Bahasa XL biasa digunakan sebagai bahasa pemodelan untuk membuat model data yang spesifik.



Gambar 2.2 Skema Sederhana *XL-System*

(Sumber : http://www.uni-forst.gwdg.de/~wkurth/sumsc10_t01.ppt)

2.5.1 *L – System*

L-System atau *Lindenmayer System* dikemukakan pertama kali pada tahun 1968 oleh Aristid Lindenmayer dalam pengungkapan teori matematika untuk pengembangan tanaman (Lindenmayer, A dan Prusinkiewicz, 2004). Smith menggunakan *Lindenmayer System* sebagai metoda untuk menyusun grafika komputer dalam menghasilkan morfologi tanaman. Awalnya *L-system* direncanakan untuk menyediakan sebuah uraian formal tentang pertumbuhan dari organisme multiseluler yang sederhana atau tanaman tingkat rendah dan untuk menggambarkan hubungan kedekatan di antara tanaman sel. Namun pada perkembangan selanjutnya, sistem ini diperluas untuk mendeskripsikan tanaman tingkat tinggi yang lebih detail dan struktur percabangan yang kompleks.

Grafika komputer secara lebih mendalam oleh Prusinkiewicz mengaplikasikan metoda *Lindenmayer System* untuk menghasilkan visualisasi realistis terhadap tanaman perdu yang ditunjukkan dalam bukunya "*Algorithmic Beauty of Plant*". *Lindenmayer System* merupakan aturan formal yang disusun sebagai gramatika yang dikarakteristikan dalam bentuk *axioma*, dan simbol-simbol yang digunakan sebagai representasi pertumbuhan komponen tanaman yang secara paralel terjadi pergantian pada masing-masing tahap.

L-System memungkinkan kompleksitas alam dapat didefinisikan dengan beberapa parameter dan aturan. Hal ini disebabkan *L-System* memanfaatkan tingkat kemiripan terhadap dirinya sendiri (*self-similarity*). *L-System* ini bertujuan untuk memodelkan bentuk-bentuk pohon berupa dahan, dan mendapatkan pola dari aturan-aturan yang membentuk jenis tanaman seperti

tanaman *Chrysanthemum* . Untuk menghasilkan suatu bentuk dengan metode ini harus dilakukan dua langkah, yaitu aplikasi dari grammar untuk menghasilkan *string* berisi struktur topologi dari tanaman dan interpretasi dari *string* tersebut. Untuk langkah pertama, dilakukan dengan metode rekursif, dan untuk langkah kedua, dilakukan dengan metode iteratif.

Framework dari *L-System* terdiri dari *initial structure* (inisialisasi struktur) dan *rewriting rules* (aturan penulisan ulang). Inti pengembangannya adalah penggantian secara paralel menggunakan *rewriting rules* yang ada. Dimulai dari *initial structure*, *L-System* menggantikan setiap bagian dari struktur yang ada dengan menerapkan *rule* secara sekuensial.

Gramatikal pada *L-System* terdiri dari 3 bagian (Σ, h, w), untuk Σ adalah anggota dari simbol, h aturan penulisan berulang dimana setiap simbol akan diganti dengan *string* dari simbol, w *axiom* adalah mulai awal dari pertumbuhan.

2.5.2 Bahasa Pemrograman XL

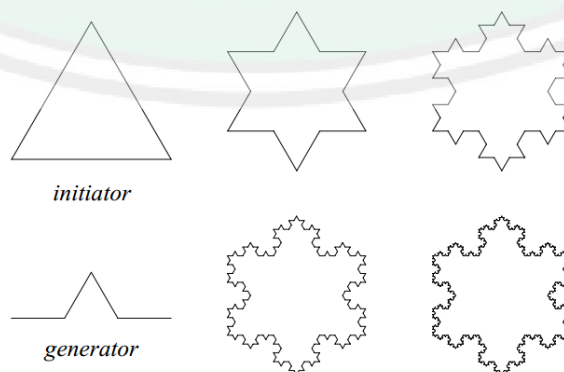
Bahasa pemrograman XL ditemukan pertama kali oleh Robert W. Floyd (1936-2001) pada tahun 1978. Bahasa pemrograman XL didefinisikan sebagai perkembangan dari bahasa pemrograman Java. Jadi bahasa pemrograman XL berawal dari konsep terstruktur, pemrograman modular dan berorientasi pada objek yang merupakan dasar dari pemrograman java. Bahasa pemrograman XL mengadopsi seluruh bahasa pemrograman Java beserta *library* java. Hal ini membuat bahasa pemrograman XL memiliki kekuatan yang sangat besar, karena bahasa pemrograman Java dikenal sebagai bahasa dengan kualitas

tinggi, tersedia secara bebas, komponen antarmuka pengguna grafis, komunikasi internet, 2D dan 3D grafis, dan dukungan XML.

Bahasa pemrograman XL mengadopsi tata bahasa pertumbuhan L-System yang telah banyak digunakan dalam pemodelan tanaman yang kemudian menyebabkan nama XL dapat dibaca sebagai *extended L-system*. Namun, dalam aplikasinya bahasa pemrograman XL tidak terbatas pada grafik dan model tanaman, bisa juga digunakan untuk sumber data relasional dengan mengimplementasikan antarmuka model data grafik.

2.5.3 Penulisan berulang (*Rewriting Systems*)

Konsep utama dari *L-Systems* adalah penulisan berulang. Penulisan berulang adalah teknik untuk mendefinisikan objek secara kompleks dengan cara mengganti bagian dari objek dengan cara *rewriting rule* atau *productions* (Lindenmayer, A dan Prusinkiewicz, 1990). Contoh dari objek grafika yang didefinisikan secara aturan *rewriting* adalah *snowflake curve*, pada tahun 1905 oleh von Koch (Lindenmayer, A dan Prusinkiewicz, 1990).



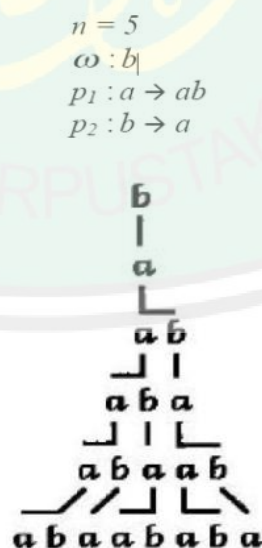
Gambar 2.3 Konstruksi dari *Snowflake Curve*

(Sumber : <http://algorithmicbotany.org/papers/abop/abop-ch1.pdf> hal. 2)

Terdapat dua bagian pembentukan yaitu *initiator* dan *generator*. Pada pembangunan garis terdapat $\partial = 60^\circ$ adalah pergerakan arah dan d adalah panjang kecepatan. Maka bila terdapat aksioma $F=F - - F - - F$ sebagai *initiator* dan $F \rightarrow F + F - - F + F$ sebagai *generator*, maka dalam setiap bagian dari *initiator* akan di ganti dengan *generator* sampai panjang kecepatan.

2.5.4 Deterministic dan Context-Free L-Systems (DOL)

Deterministic dan *context free L-Systems* adalah bagian dari konsep *L-System*. Bila terdapat *string* yang dibangun oleh dua simbol a dan b , maka setiap simbol akan mengasosiasikan sebagai aturan *rewriting*. Aturan $a \rightarrow ab$ berarti bahwa huruf a akan di ganti dengan *string* ab , dan untuk aturan $a \rightarrow b$ berarti huruf a juga akan diganti dengan huruf b , aturan produksi tersebut adalah satu kali *step rewriting*.



Gambar 2.4 Contoh dari Aturan Produksi dari DOL System

(Sumber : <http://algorithmicbotany.org/papers/abop/abop-ch1.pdf> hal. 4)

2.5.5 Context Sensitive L-System

Pada aturan produksi di DOL Systems adalah *context free*, dimana akan memproduksi *context* di *predecessor* (Hubungan antar tugas), sedangkan pengaruh lingkungan terhadap pertumbuhan bagian tanaman seperti aliran nutrisi atau hormon akan disimulasikan dengan model *Context Sensitive L-System* (Lindenmayer, A dan Prusinkiewicz, 1990). Terdapat dua aturan produksi yaitu *2L-System* digunakan untuk produksi $a_l < a > a_r \rightarrow X$, yaitu huruf a dapat memproduksi huruf X jika dan hanya jika kondisi a adalah diantara a_l dan a_r , selain itu *1L-Systems* yaitu hanya mempunyai satu produksi untuk satu *context*, $a_l < a \rightarrow X$ atau $a > a_r \rightarrow X$. untuk contoh *L-System* adalah misalkan terdapat aturan sebagai berikut :

$w:$ $baaaaaaaa$
 $p_1:$ $b < a \rightarrow b$
 $p_2:$ $b \rightarrow a$

Maka akan terdapat urutan produksi sebagai berikut :

$baaaaaaaa$
 $abaaaaaaaa$
 $aabaaaaaaaa$
 $aaabaaaaaaaa$
 $aaaabaaaaa$
 ...

2.6 Normalisasi Data

Normalisasi adalah proses penskalaan nilai atribut dari data sehingga dapat jatuh pada *range* tertentu (Martiana, Entin. *Data Preprocessing*. 2013).

Metode yang digunakan untuk menormalisasi data sebagai berikut :

A. Normalisasi *Min-Max*

Min-Max merupakan metode normalisasi dengan melakukan transformasi linier terhadap data asli. Nilai-nilai dinormalisasi dalam kisaran atau *range* tertentu. Berikut rumusnya:

$$d' = \frac{(d - d_{min})(b - a)}{(d_{max} - d_{min})} + a \quad (2.1)$$

Keterangan :

d = data sebelum normalisasi

d' = data hasil normalisasi

d_{min} = data minimum

d_{max} = data maksimum

a = batas atas = 0.1

b = batas bawah = 0.9

Kelebihan dari metode ini adalah keseimbangan nilai perbandingan antar data saat sebelum dan sesudah proses normalisasi. Tidak ada data bias yang dihasilkan oleh metode ini. Kekurangannya adalah jika ada data baru, metode ini memungkinkan terjebak pada “*out of bound error*”.

B. Normalisasi Z-Score

Z-Score merupakan metode normalisasi yang berdasarkan mean (nilai rata-rata) dan *standard deviation* (deviasi standar) dari data. Berikut rumusnya :

$$d' = \frac{d - \text{mean}(P)}{\text{std}(p)} \quad (2.2)$$

Keterangan :

d' = data hasil normalisasi

d = data yang akan di normalisasi

$\text{mean}(P)$ = nilai rata-rata dari nilai P

$\text{std}(p)$ = deviasi standar dari nilai p

C. Normalisasi *Decimal Scaling*

Metode ini melakukan normalisasi dengan menggerakkan nilai desimal dari data ke arah yang diinginkan. Berikut rumusnya :

$$d' = \frac{d}{10^m} \quad (2.3)$$

Keterangan :

d' = data yang hasil normalisasi

d = data yang akan di normalisasi

m = nilai integer untuk menggerakkan nilai desimal ke arah yang diinginkan.

2.7 Gambaran Umum Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*)

Neural network atau jaringan syaraf merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut (Sri Kusumadewi, Sri Hartati, 2006: 59).

Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Fausett, 1994). *Neural network* telah dikembangkan sebagai generalisasi model matematika pada sistem kinerja otak manusia (Fausett, 1994: 3).

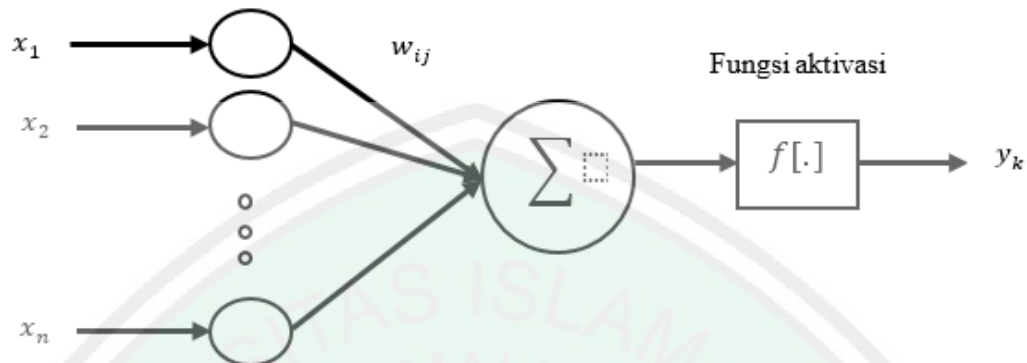
Model tersebut dapat dibuat secara sederhana berdasarkan fungsi *neuron* biologis yang merupakan dasar unit pensinyalan dari sistem syaraf.

- a. Pengolahan informasi terjadi pada elemen sederhana yang disebut *neuron*.
- b. Sinyal dilewatkan antara *neuron* melalui jaringan.
- c. Setiap jaringan memiliki bobot yang ditentukan, dan mengalihkan sinyal yang dipancarkan.
- d. Setiap *neuron* menerapkan fungsi aktivasi (biasanya *non-linier*) jaringan masuk (jumlah dari bobot masukan pada sinyal) untuk menentukan sinyal keluaran.

Setiap *neuron* memberikan informasi-informasi yang dikelola setiap jaringan. Gambar 2.5 merupakan model dari *neuron* dengan desain dasar *neural network*. Jaringan ini dapat diperkenalkan pada tiga dasar model *neuron*, yaitu :

- a. Pola hubungan antar *neuron* yang ditandai dengan bobot pada masing-masing sinyal *neuron*.
- b. Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode *training/algorithm*).
- c. Fungsi aktivasi

Sebagai contoh, perhatikan *neuron* pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Arsitekur *Neural Network*

(Sumber : Haykin, S. 1999. *Neural Networks A Comprehensive Foundation*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc. Halaman 11)

Dimana $x_1, x_2, \dots, x_n$ adalah input dari *neuron* dengan bobot $w_1, w_2, \dots, w_n$. b_k adalah jaringan bias, f adalah fungsi aktivasi, dan y_k adalah *output* sinyal dari *neuron* (Haykin, 1999: 10-11).

Untuk *neuron* menerima input dari *neuron* dengan bobot yang ditentukan maka ketiga impuls *neuron* yang ada dijumlahkan

$$net = x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + x_nw_n \quad (2.4)$$

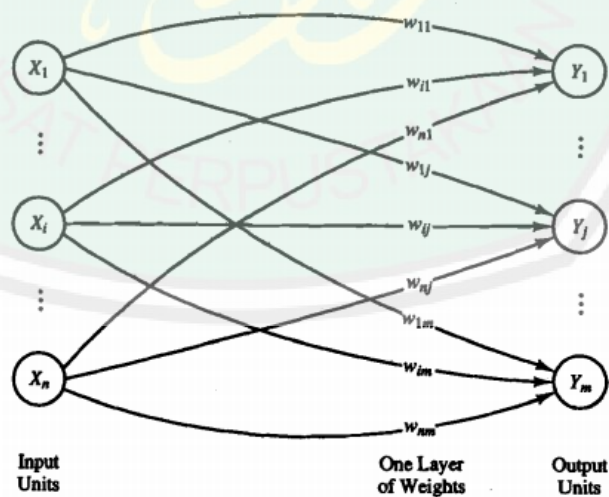
Besarnya impuls yang diterima oleh y_k mengikuti fungsi aktivasi. Apabila nilai fungsi aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan. Nilai fungsi aktivasi (keluaran model jaringan) juga dapat dipakai sebagai dasar untuk merubah bobot (Fausett, 1994: 3).

Untuk membuat NN dapat melakukan pengenalan data, maka dibutuhkan arsitektur jaringan yang cocok dan penyusunan *neuron* pada jaringan NN. *Neuron-neuron* dalam lapisan yang sama memiliki cara kerja yang sama. Faktor kunci untuk menentukan kebiasaan *neuron* adalah pada fungsi aktivasi dan pola

hubungan antar bobot yang mengirim dan menerima sinyal. Dalam setiap lapisan, *neuron-neuron* biasanya memiliki fungsi aktivasi yang sama dan pola hubungan yang sama dengan *neuron* yang lain. Mengatur *neuron-neuron* dalam lapisan dan mengoneksikan pola dalam dan antara lapisan-lapisan disebut arsitektur jaringan. Arsitektur jaringan dalam NN seringkali diklasifikasikan sebagai jaringan lapisan tunggal, lapisan jamak, dan lapisan kompetitif.

1. Jaringan Lapisan Tunggal

Jaringan lapisan tunggal seringkali disebut unit masukan yang menerima sinyal dari dunia luar, dan unit keluaran yang merupakan respon dari unit masukan. Dalam lapisan tunggal, unit masukan sepenuhnya terhubung ke unit keluaran tetapi tidak terhubung ke unit masukan yang lain, dan unit keluaran tidak terhubung ke unit keluaran lainnya (Fausett, 1994). Contohnya adalah Gambar 2.6 berikut ini



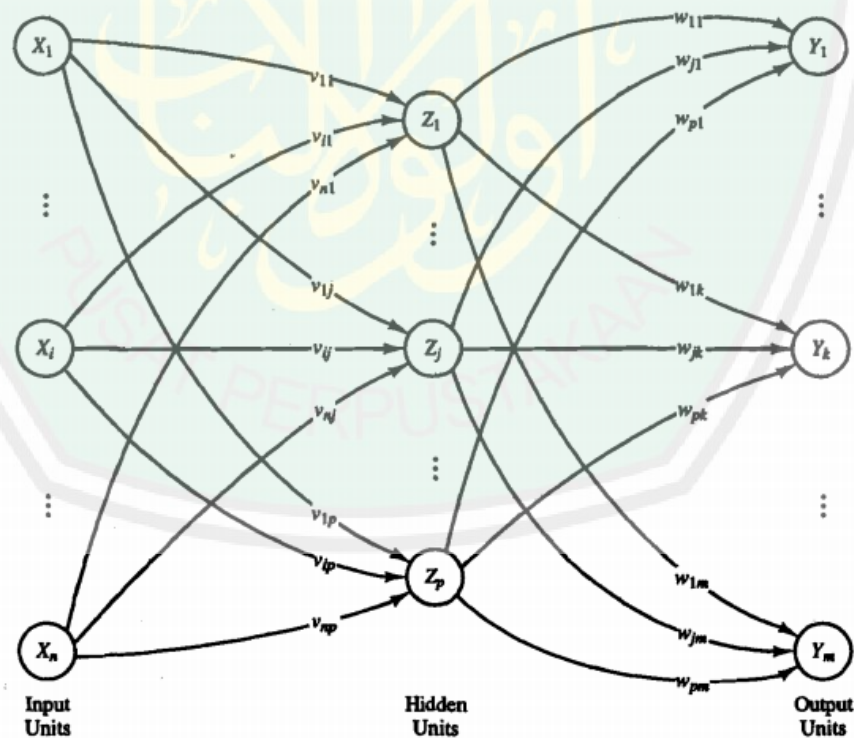
Gambar 2. 6 Single Layer Neural Network

(Sumber : Fausett, R.G. 1994. *Fundamentals of Neural Network*. New Jersey:

Prentice Hall International, Inc. Halaman 13)

2. Jaringan Lapisan Jamak

Jaringan lapisan jamak merupakan suatu jaringan dengan satu atau lebih lapisan dari tangkai antara unit masukan dan unit keluaran (Fausett, 1994). Biasanya, ada lapisan bobot antara lapisan masukan dan lapisan keluaran yaitu lapisan tersembunyi. Jaringan lapisan jamak dapat menyelesaikan masalah lebih rumit dibandingkan dengan jaringan tunggal, tetapi pelatihan dapat lebih sulit. Namun, dalam beberapa kasus, pelatihan dengan jaringan lapisan jamak dapat lebih berhasil, karena ada kemungkinan dapat memecahkan masalah yang tidak dapat dipecahkan oleh jaringan lapisan tunggal. Contohnya adalah Gambar 2.7 berikut ini.



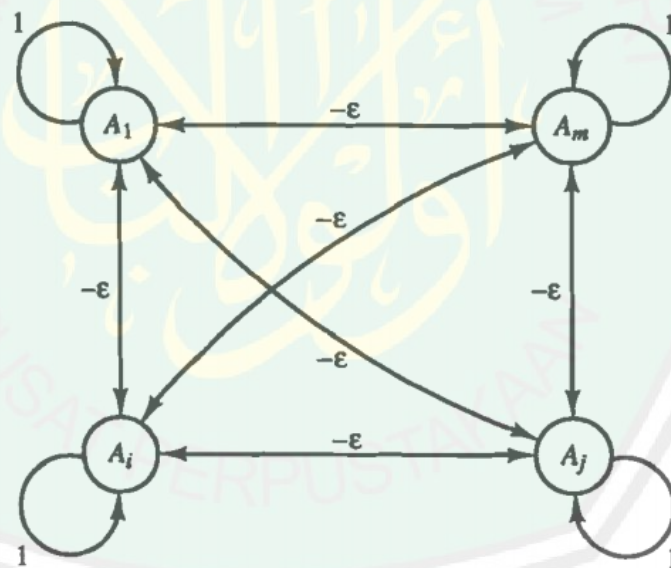
Gambar 2.7 Multilayer Neural Network

(Sumber : Fausett, R.G. 1994. *Fundamentals of Neural Network*. New Jersey:

Prentice Hall International, Inc. Halaman 13)

3. Jaringan lapisan Kompetitif

Model jaringan lapisan kompetitif, jaringan terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan masukan dan lapisan kompetitif (Fausett, 1994: 14). Lapisan masukan menerima data dari luar. Lapisan kompetitif berisi *neuron-neuron* yang saling berkompetisi untuk memperoleh kesempatan merespon sifat-sifat yang ada dalam data masukan. Bobot *neuron* pemenang akan dimodifikasi sehingga lebih menyerupai data masukan. Salah satu contoh jaringan kompetitif adalah jaringan *Maxnet*. Gambar jaringan lapisan kompetitif dapat diilustrasikan dengan Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 Lapisan Kompetitif

(Sumber : Fausett, R.G. 1994. *Fundamentals of Neural Network*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc. Halaman 14)

Selain arsitektur jaringan dan jenis pelatihan yang tidak kalah penting dalam NN adalah fungsi aktivasi. Kegunaan fungsi aktivasi sudah dijelaskan di atas, yaitu untuk menentukan keluaran. Banyak fungsi aktivasi yang dapat dipakai

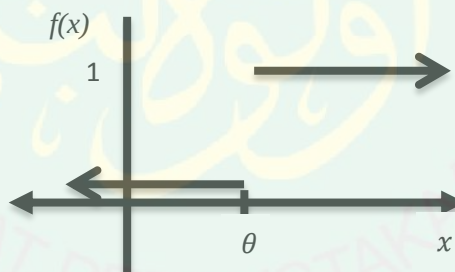
di antaranya fungsi-fungsi goniometri dan hiperboliknya, fungsi unit step, impuls, dan sigmoid. Pada umumnya fungsi aktivasi membangkitkan sinyal-sinyal unipolar atau bipolar. Fungsi sigmoid dapat juga dibuat untuk jenis unipolar maupun bipolar. Beberapa fungsi aktivasi yang biasa digunakan antara lain:

1. Fungsi Tangga Biner

Fungsi tangga biner atau fungsi step merupakan fungsi aktivasi yang digunakan untuk konversi input dengan variabel kontinyu menjadi *output* yang bernilai biner (0 atau 1). Fungsi ini dapat dituliskan menjadi

$$f(\text{net}) = \begin{cases} 1, & x < \theta \\ 0, & x > \theta \end{cases} \quad (2.5)$$

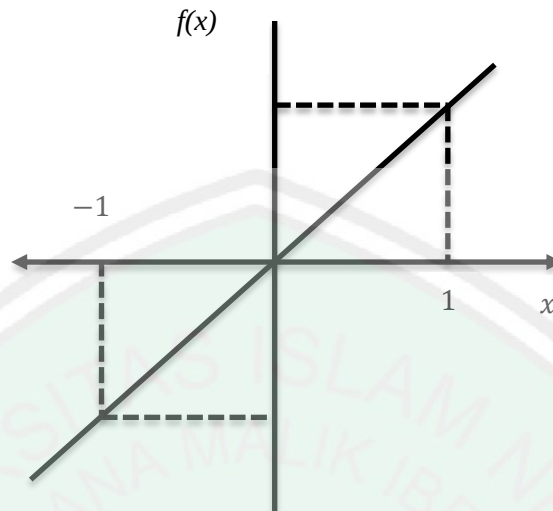
Pada fungsi tangga biner dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini (Fausett, 1994)



Gambar 2.9 Fungsi Tangga Biner

2. Fungsi Linear

Fungsi linear ini dinyatakan dengan $f(x) = x$. Dari fungsi ini, dimana nilai *output* merupakan *binary* (1 atau 0) atau *bipolar* (1 atau -1). Sedangkan grafiknya dapat dilihat pada Gambar 2.10 yang merupakan fungsi linear (Fausett, 1994).



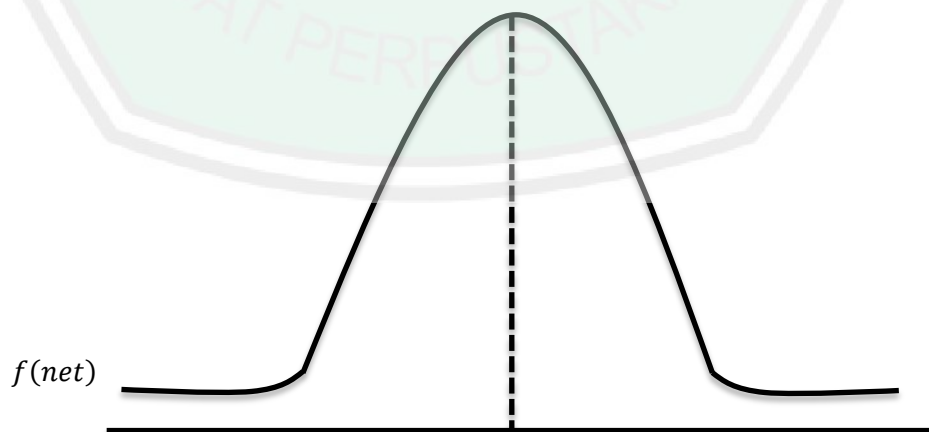
Gambar 2.10 Fungsi Linear

3. Fungsi Gauss

Fungsi Gauss ini biasa juga disebut fungsi distribusi normal, definisi fungsi Gauss adalah sebagai berikut

$$f(x) = e^{-x^2} \quad (2.6)$$

Dari persamaan (2.7) maka dapat di gambarkan dengan Gambar 2.11 yang merupakan fungsi Gauss (Fausett, 1994:315)



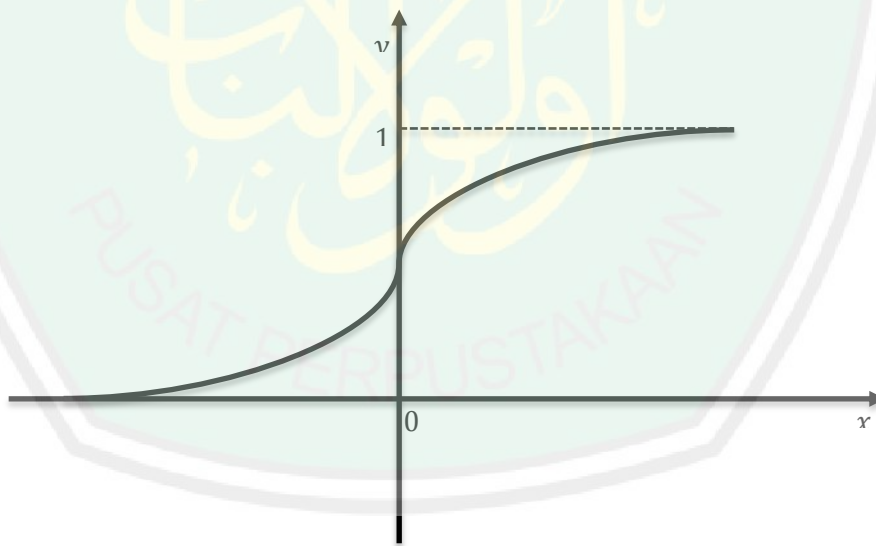
Gambar 2.11 Fungsi Gauss

4. Fungsi Sigmoid Biner

Fungsi sigmoid biner atau disebut juga fungsi sigmoid unipolar, fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf yang dilatih dengan menggunakan metode *backpropagation*. Fungsi sigmoid biner memiliki nilai pada range 0 sampai 1. Fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai *output* yang terletak pada interval 0 sampai 1. Definisi fungsi sigmoid biner adalah sebagai berikut

$$f(x) = \left(\frac{1}{1 + e^{-x}} \right) \quad (2.7)$$

Grafik fungsi sigmoid biner dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini (Fausett, 1994)



Gambar 2.12 Fungsi Sigmoid Unipolar

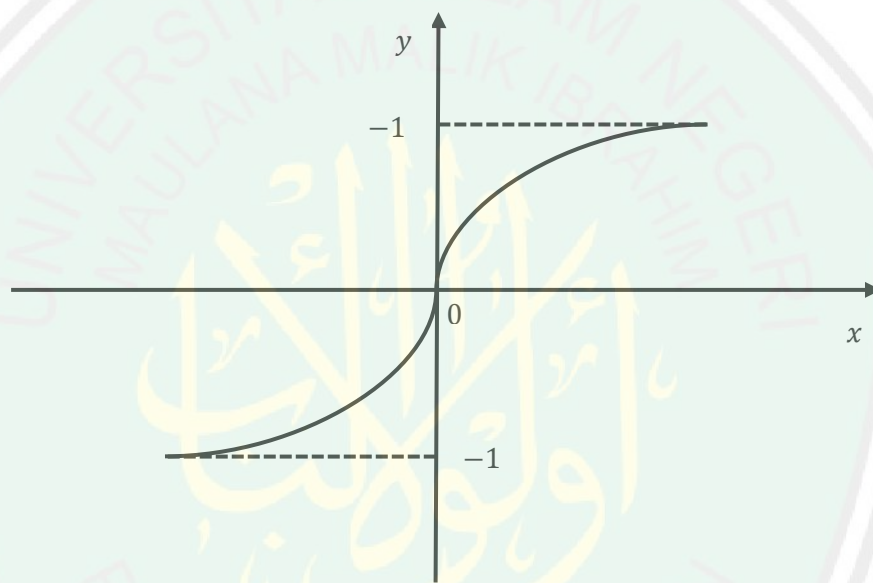
5. Fungsi Sigmoid Bipolar

Fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf yang dilatih dengan menggunakan metode *backpropagation*. Fungsi sigmoid bipolar memiliki

range antara 1 sampai -1. Definisi fungsi sigmoid bipolar adalah sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}} \quad (2.8)$$

Sedangkan fungsi sigmoid bipolar dapat dilihat pada Gambar 2.13 dibawah ini (Fausett, 1994).



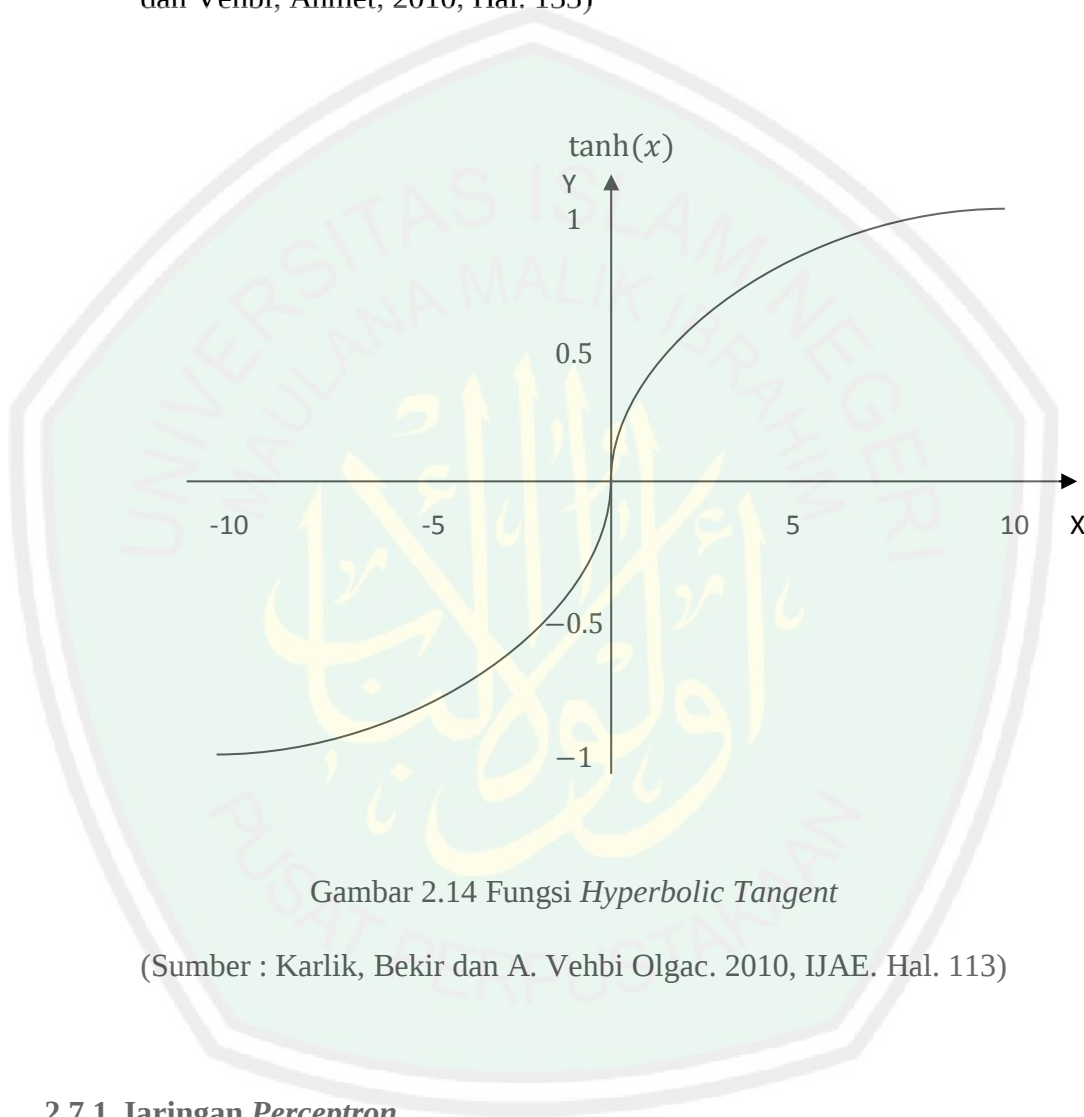
Gambar 2.13 Fungsi Sigmoid Bipolar

6. Fungsi *Hyperbolic Tangent*

Fungsi ini dengan mudah di definisikan sebagai rasio antara sinus hiperbolik dan fungsi kosinus atau diperluas sebagai rasio dari setengah diferensial dan setengah penjumlahan dari dua fungsi eksponensial kedalam nilai x dan $-x$ sebagai berikut : (Karlik, Bekir dan Vehbi, Ahmet, 2010, Hal. 133)

$$\tanh(x) = \frac{\sinh(x)}{\cosh(x)} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (2.9)$$

Fungsi *Hyperbolic Tangent* mirip dengan fungsi sigmoid. Kisaran *output*-nya antara -1 dan 1. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.14 (Karlik, Bekir dan Vehbi, Ahmet, 2010, Hal. 133)



Gambar 2.14 Fungsi *Hyperbolic Tangent*

(Sumber : Karlik, Bekir dan A. Vehbi Olgac. 2010, IJAE. Hal. 113)

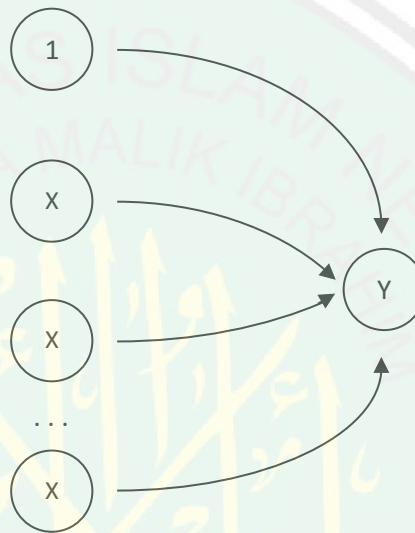
2.7.1 Jaringan *Perceptron*

Model jaringan *Perceptron* merupakan algoritma pembelajaran yang terbimbing *feedforward* dengan satu atau lebih lapisan antara masukan dan keluaran pada *layer*. Model jaringan *perceptron* ditemukan oleh Rosenbalt (1962) dan Minsky – Papert (1969). Model tersebut merupakan model yang memiliki

aplikasi pelatihan yang paling baik pada era tersebut (Siang, Jong Jek. 2005. Halaman 59).

A. Arsitektur Jaringan

Arsitektur jaringan perceptron mirip dengan arsitektur jaringan Hebb.



Gambar 2.15 Single Layer Perceptron

(Sumber : Siang, Jong Jek, 2005, Hal. 59)

Jaringan terdiri dari beberapa unit masukan (ditambah sebuah bias), dan memiliki sebuah unit keluaran. Hanya saja fungsi aktivasi bukan merupakan fungsi biner (atau bipolar), tetapi memiliki kemungkinan nilai -1, 0 atau 1. (Siang, Jong Jek, 2005, Hal. 59)

Untuk suatu harga *threshold* θ yang ditentukan :

$$f(net) = \begin{cases} 1 & \text{jika } net > \theta \\ 0 & \text{jika } net - \theta \leq net \leq \theta \\ -1 & \text{jika } net < -\theta \end{cases}$$

Secara geometris, fungsi aktivasi membentuk 2 garis sekaligus, masing-masing dengan persamaan :

$$w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n + b = \theta \text{ dan} \quad (2.10)$$

$$w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n + b = -\theta \quad (2.11)$$

B. Pelatihan Perceptron

Misalkan

s adalah vektor masukan dan t adalah target keluaran

α adalah laju pemahaman (*learning rate*) yang ditentukan

θ adalah *threshold* yang ditentukan

Algoritma pelatihan perceptron adalah sebagai berikut :

1. Inisialisasi semua bobot dan bias (umumnya $W_i = b = 0$)

Tentukan laju pemahaman ($= \alpha$). Untuk penyederhanaan, biasanya α diberi nilai = 1

2. Selama ada elemen vector masukan yang respon unit keluarannya tidak sama dengan target, lakukan :

- a. Set aktivasi unit masukan $x_i = s_i$ ($i = 1, \dots, n$)
- b. Hitung respon unit keluaran :

$$net = \sum_i x_i w_i + b \quad (2.12)$$

$$z_j = f(z_{in_j}) = \begin{cases} 1 & \text{jika } net > \theta \\ 0 & \text{jika } net - \theta \leq net \leq \theta \\ -0 & \text{jika } net < -\theta \end{cases}$$

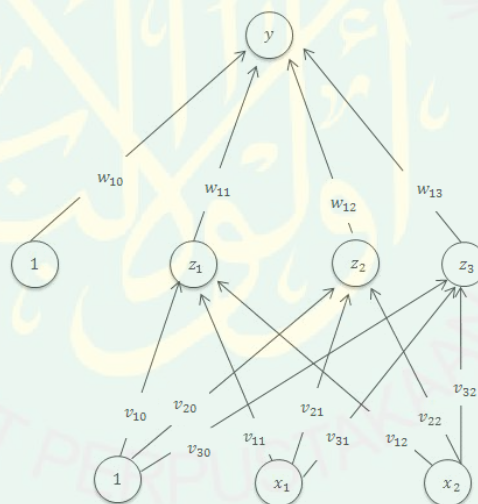
- c. Perbaiki bobot pola yang mengandung kesalahan ($y \neq t$) menurut persamaan :

$$w_i(\text{baru}) = w_i(\text{lama}) + \Delta w \quad (i = 1, \dots, n) \text{ dengan } \Delta w = \alpha t x_i \quad (2.13)$$

$$b(\text{baru}) = b(\text{lama}) + \Delta b \text{ dengan } \Delta b = \alpha t \quad (2.14)$$

2.7.2 Jaringan *Multilayer Perceptron*

Arsitektur yang digunakan dalam jaringan perceptron dapat berupa arsitektur lapis jamak atau *Multilayer Perceptron* atau disingkat MLP. Karena merupakan jaringan lapisan jamak, maka *Multilayer Perceptron* memiliki lapisan tersembunyi. Gambar 2.14 adalah arsitektur *Multilayer Perceptron* dengan dua buah *input* atau masukan (ditambah sebuah bias), tiga *hidden* atau lapisan tersembunyi (ditambah sebuah bias) serta sebuah *output* atau keluaran.



Gambar 2.16 Arsitektur Jaringan *Multilayer Perceptron*

Setelah diketahui arsitektur dari jaringan *Multilayer Perceptron* dan fungsi aktivasinya berikut algoritma pelatihan *Multilayer Perceptron*.

- Langkah 0 : Menginisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil
- Langkah 1 : Ulangi langkah 2 hingga 9 sampai kondisi iterasi terpenuhi
- Langkah 2 : Untuk masing-masing pasangan data pelatihan, lakukan langkah 3-8

Fase I : Perhitungan propagasi maju (*Feedforward*)

Langkah 3 : Setiap unit masukan ($X_i, i = 1, \dots, n$) menerima *input* X_i dan meneruskan sinyal ini untuk semua unit di lapisan atas (unit tersembunyi atau *hidden layer*)

Langkah 4 : Menghitung semua keluaran di unit tersembunyi ($Z_j, j = 1, \dots, p$)

$$z_{in_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji}^n \quad (2.15)$$

Jaringan ini terdiri dari beberapa unit masukan (ditambah sebuah bias), dan memiliki sebuah unit keluaran. Hanya saja fungsi aktivasi bukan merupakan fungsi biner (atau bipolar), tetapi memiliki kemungkinan bernilai -1, 0 atau 1 (Siang, 2009, Hal. 59-60). Sehingga menggunakan fungsi aktivasi *Hyperbolic Tangent* untuk menghitung sinyal *output*nya.

$$z_j = f(z_{in_j}) = \frac{\exp(z_{in_j}) - \exp(-z_{in_j})}{\exp(z_{in_j}) + \exp(-z_{in_j})} = \frac{1 - \exp(-2z_{in_j})}{1 + \exp(-2z_{in_j})} \quad (2.16)$$

dan mengirim sinyal ini ke semua unit di lapisan atas (unit-unit *output*), dimana untuk suatu nilai *threshold* θ yang ditentukan :

$$z_j = f(z_{in_j}) = \begin{cases} 1 & z_{in_j} > \theta \\ 0 & -\theta \leq z_{in_j} \leq \theta \\ -0 & z_{in_j} < -\theta \end{cases}$$

Secara geometris, fungsi aktivasi membentuk 2 garis sekaligus, masing-masing dengan persamaan :

$$w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n + b = \theta \text{ dan}$$

$$w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n + b = -\theta$$

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

$$y_{in_k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^m z_j w_{kj}^n \quad (2.17)$$

dan menerapkan fungsi aktivasi linier untuk menghitung sinyal outputnya,

$$y_k = f(y_{in_k}) = y_{in_k} \times 1 \quad (2.18)$$

Langkah 6 : Menghitung faktor δ (*delta* atau *local gradient*) unit keluaran berdasarkan kesalahan (*error*) di setiap unit δ_k keluaran $y_k (k = 1, 2, \dots, m)$.

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

Menghitung bobot yang digunakan untuk memperbarui bobot w_{jk}

$$\Delta w_{jk} = a \delta_k z_j \quad (2.20)$$

Menghitung bobot bias yang digunakan untuk memperbarui bobot

w_{0k}

$$\Delta w_{0k} = a \delta_k \quad (2.21)$$

δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot lapisan di bawahnya (langkah 7). Menghitung suku perubahan bobot w_{kj} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot w_{kj}) dengan laju percepatan α .

Fase II : Perhitungan propagasi mundur (*Backpropagation*)

Langkah 7 : Menghitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi $z_j (j = 1, 2, \dots, p)$.

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (2.22)$$

mengalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung jangka informasi *error*-nya, Faktor δ unit tersembunyi:

$$\delta_j = (\delta_{in_j}) f'(z_{in_j}) \quad (2.23)$$

$$f'(z_{in_j}) = \left(1 + f(z_{in_j})\right) \left(1 - f(z_{in_j})\right) = 1 - \left(f(z_{in_j})\right) \left(f(z_{in_j})\right) \quad (2.24)$$

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

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i; \quad j = 1, 2, \dots, p; \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (2.25)$$

Menghitung suku perubahan bobot bias v_{0j} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot v_{0j}).

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j; \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (2.26)$$

Langkah 8 : Menghitung semua perubahan bobot.

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran:

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk}; \quad k = 1, 2, \dots, m; \quad j = 0, 1, \dots, p \quad (2.27)$$

perubahan bobot yang menuju ke unit tersembunyi:

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij}; \quad j = 1, 2, \dots, p; \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (2.28)$$

Langkah 9 : Menghitung MSE. Jika nilai MSE belum lebih kecil daripada target *error* (*epsilon*) atau jumlah *epoch* yang sudah ditentukan, maka langkah 3-8 terus dilakukan.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{\text{target},i} - y_{\text{output},i})^2}{n} \quad (2.29)$$

2.8 GroIMP

GroIMP (*Growth Grammar-related Interactive Modelling Platform*).

Seperti namanya, groIMP merupakan software yang digunakan sebagai modeling-3D yang memiliki beberapa fitur diantaranya :

1. Interaktif dalam mengedit adegan.
2. Kaya set objek 3D, mudah dimengerti bagi orang awam, NURBS kurfa-kurfa dan permukaan-permukaan.
3. Banyak pilihan seperti warna dan tekstur.
4. Seperti waktu sebenarnya menggunakan *OpenGL*.
5. Dapat di ekspor ke *POV-Ray*, dengan tambahan *ray-tracer*.
6. Dapat di ekspor ke *DXF*, sebagian bisa di ekspor ke *VRML/3XD*.
7. *Built-in raytracer Twilight* merender adegan.
8. Lampu-model didasarkan pada *built-in raytracer* sehingga dapat menghitung distribusi cahaya dalam adegan.

Fitur tambahan berikutnya :

Impor/ekspor ke format data eksternal lebih lanjut, misalnya 3DS.

Yang membedakan groIMP dari modeling dan potensi *software* lain adalah implementasinya. groIMP digunakan untuk pemodelan tata bahasa pertumbuhan.

Potensi ini dapat diakses oleh integrasi pemodelan bahasa *XL-System*.

2.9 Integrasi Islam

Mempelajari pertumbuhan tanaman merupakan suatu hal yang di anjurkan bagi orang yang beriman, karena didalam pertumbuhan tanaman tersebut

menyimpan adanya tanda bukti kekuasaan Allah SWT. Hal ini tertuang pada Surat Al-An'am ayat 99 sebagai berikut :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ أَنْظِرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya : “dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (QS. Al-An'am : 99)

Pada Tafsir Ibnu Katsir jilid 3 halaman 363 dijelaskan bahwa tanda-tanda kekuasaan Allah SWT bagi orang-orang yang beriman, dengan memperhatikan fenomena turunnya air hujan dari langit hingga jatuh ke bumi, memperhatikan lingkungan sekitarnya tentang tumbuhan yang beraneka-ragam jenisnya. Sehingga dengan adanya penelitian dan pembuatan program simulasi pertumbuhan tanaman dapat mengintegrasikan keislaman pada saat proses penelitian dan setelahnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Langkah-langkah yang harus ditempuh dalam penelitian ini guna membuat program simulasi pertumbuhan tanaman *Chrysanthemum Puma Putih* terhadap pemberian dosis pupuk urea dan penyiraman menggunakan *Neural Network* berbasis *XL System* adalah sebagai berikut :

1. Observasi

Melakukan survei pada habitat buatan menyerupai yang asli dari tanaman *Chrysanthemum Reagent White* atau *Chrysanthemum Puma Putih* di PT Inggau Laut Abadi, Cangar-Malang. Dengan menyiapkan lahan tanam serta objek tanaman yang siap ditanam untuk selanjutnya akan menjadi sumber data pada penelitian ini.

2. Studi Literatur

Menarik kesimpulan apa saja yang akan dilakukan beserta data apa saja yang akan didapatkan. Serta mencari dan mempelajari teori pendukung yang berhubungan dengan budi daya *Chrysanthemum*, *Neural Network* dan *XL-System*.

3. Persiapan Alat, Lahan, Air, Pupuk dan Bibit.

Mempersiapkan alat, pupuk, persediaan air tawar, lahan yang akan ditanami dan bibit tanaman yang akan ditanam.

4. Pengambilan Data

Mengambil data hasil observasi untuk dianalisa.

5. Analisa Data

Dalam tahapan ini dilakukan penarikan kesimpulan dari pengambilan data yang telah dilakukan. Data yang didapatkan dari tahapan pengambilan data ini akan digunakan menjadi nilai *input* untuk *Neural Network*.

6. Perancangan Program

Tahapan ini adalah merancang bagaimana sistem yang akan dibangun nanti sesuai dengan data hasil dari analisa data.

7. Pembuatan Program

Melakukan implementasi dari rancangan program dengan membangun program simulasi dan mengolah data-data yang ada sebagai *input*.

8. Evaluasi Program

Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan program telah benar, sesuai dengan rancangan dan juga untuk memastikan bahwa metode dan rumus-rumus pada program sudah benar sehingga diharapkan tidak ada kesalahan pada program tersebut.

9. Pembuatan Laporan Skripsi

Pada tahapan ini dilakukan proses dokumentasi dari semua kegiatan yang telah dilakukan selama penelitian.

3.1.1 Objek Penelitian

Klasifikasi botani tanaman hias *Chrysanthemum Reagent White* adalah sebagai berikut (Kurniawati Y, Ika, 2007, Hal. 13) :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermathophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Klas	: <i>Dycotyledonae</i> (berbiji berkeping dua)
Ordo	: <i>Asterales</i>
Famili	: <i>Asteraceae</i>
Genus	: <i>Chrysanthemum</i>
Species	: <i>C. morifolium</i> Ramat, <i>C. indicum</i> , <i>C. Daisy</i> , <i>C. roseum</i> , <i>C. Reagent White</i> , <i>C. maxium</i> , <i>C. coccineum</i> , dan lain-lain.

3.1.2 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis pupuk urea dan penyiraman.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pertumbuhan dan perkembangan tanaman bunga *Chrysanthemum* yang meliputi panjang batang, jumlah daun dan tinggi tanaman.

3.1.3 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di area *green house* milik PT Inggau Laut Abadi, Jalan Sumber Brantas km 12, Cangar – Batu, Malang. Lokasi ini

berada pada ketinggian ± 1400 m dpl dengan luas lahan 3,5 hektar.

Penelitian dilakukan dimulai dari bulan Juni hingga bulan Juli 2012.

3.1.4 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Selang gembor
2. Penggaris
3. Timbangan (gram)
4. Alat Ukur Air (liter)

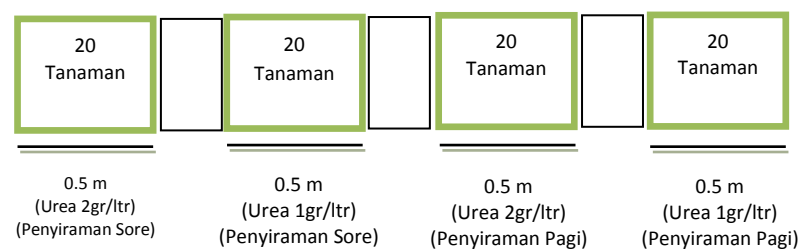
Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Tanaman *Chrysanthemum* (*Chrysanthemum Reagent White* atau *Chrysanthemum Puma Putih*)
2. Tanah
3. Pupuk kandang
4. Pupuk Urea

3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.2.1 Persiapan Lahan

Berikut ini adalah rancangan lahan yang digunakan, sebagai berikut :



Gambar 3.1 Rancangan Penanaman

Panjang lahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3.5 meter, setiap 0.5 meter digunakan untuk satu perlakuan penyiraman dan perlakuan pemberian dosis pupuk urea. Setengah meter pertama untuk perlakuan urea 2 gram/liter dengan penyiraman sore hari, setengah meter kedua untuk perlakuan urea 1 gram/liter dengan penyiraman sore hari, setengah meter ketiga untuk perlakuan urea 2 gram/liter dengan penyiraman pagi hari dan yang terakhir setengah meter keempat untuk perlakuan urea 1 gram/liter dengan penyiraman pagi hari. Dimana untuk setiap parameter menggunakan 20 tanaman *Chrysanthemum Puma Putih*. Jarak antara perlakuan dipisahkan sejauh 25 cm.

Sebelum melakukan penanaman, lahan terlebih dahulu dibersihkan dari tanaman liar, selanjutnya di cangkul untuk membuat tanah menjadi gembur dengan menambahkan pupuk kandang dengan cara dicampurkan hingga merata. Tanah yang sudah diolah tersebut selanjutnya disiram dengan air tanah dan diamkan selama satu minggu sebelum masa tanam.

3.2.2 Penyiapan Bibit Tanaman

Menurut buku Budi Daya Tanaman Krisan (Kurniawati Y, Ika, 2007, Hal. 34) pada dasarnya perbanyakan tanaman krisan dapat dilakukan dengan cara generatif (biji) dan vegetatif.

Pertama tentang perbanyakan tanaman krisan secara generatif, model perbanyakan ini jarang dilakukan, namun banyak dilakukan dalam penelitian yang konsentrasinya pada bidang pemuliaan tanaman yang

bertujuan menghasilkan varietas atau kultivar baru. Tanaman krisan bersifat heterozigot, keturunan tanaman dari biji tidak selalu sama dengan induknya, membutuhkan penanganan khusus, dan waktu lama. Sehingga peneliti tidak melakukan pengamatan pertumbuhan tanaman krisan dari model generatif (biji).

Kedua tentang perbanyak tanaman krisan secara vegetatif, model ini dapat dilakukan dengan pemisahan anakan, umbi akar yang bertunas, sambung pucuk dan setek pucuk pada media pot. Dalam penelitian, dikembangkan kultur jaringan, yaitu dengan memotong jaringan tanaman yang berukuran kecil, kemudian ditanaman pada media tumbuh aseptik. Keturunan tanaman yang diperbanyak secara vegetatif bersifat sama dengan tanaman induknya.

Bibit tanaman *Chrysanthemum* Puma Putih yang digunakan merupakan hasil dari setek pucuk yang diambil dari induk tanaman yang telah tumbuh dengan baik dengan cara memotong ujung tanaman sepanjang 5-7 cm. Kemudian hasil potongan tersebut dicelupkan pada zat perangsang tumbuh akar (*rootone*) pada bagian bawahnya kemudian didiamkan hingga dua minggu pada tempat yang lembab, kemudian potongan dari tanaman induk itu akan tumbuh akar, dan bibit siap untuk ditanam.



Gambar 3.2 Bibit tanaman *Chrysanthemum* Puma Putih
(Sumber : Dokumentasi peneliti)



Gambar 3.3 Bibit tanaman *Chrysanthemum* Puma Putih yang dicelupkan akarnya
dengan zat perangsang akar (*rootone*)
(Sumber : Dokumentasi peneliti)

3.2.3 Penanaman dan Pemeliharaan

Setelah satu minggu dalam proses pemupukan dasar lahan. Lahan telah siap untuk ditanami. Dalam penanaman dan pemeliharaan termasuk pemupukan didalamnya dilakukan mengikuti perlakuan yang telah dirancang. Menurut buku Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian (Sastrosupadi, Adji. 2000. Hal 53) bahwa penelitian ini termasuk menggunakan model Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau *homogen*, sehingga RAL banyak digunakan untuk percobaan laboratorium, rumah kaca, peternakan bahkan di *Green House*. Perlakuan pada penelitian ini tidak dilakukan ulangan, ulangan yang dimaksud adalah suatu perlakuan dalam suatu percobaan terdapat lebih dari satu kali. Fungsi ulangan adalah menaksir galat percobaan dan mempertinggi ketepatan pengukuran pengaruh perlakuan. Banyaknya ulangan yang diperlukan bagi suatu percobaan tergantung dari besarnya perbedaan yang ingin dideteksi dan variabilitas data pada sebuah penelitian. Makin homogen bahan percobaan ulangan makin sedikit, bahkan apabila bahan percobaan 100% homogen tanpa ulangan pun pembandingan antar perlakuan dapat dilakukan (Sastrosupadi, Adji. 2000. Hal 24). Sehingga dibuatlah tabel 3.1 rancang perlakuan yang akan menjelaskan rancangan yang telah dibuat :

Tabel 3.1 Rancang Perlakuan

Perlakuan	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4
Pupuk Urea (Setiap 7 hari sekali)	2 gram/liter	1 gram/liter	2 gram/liter	1 gram/liter

Perlakuan	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4
Penyiraman (Setiap hari)	Sore	Sore	Pagi	Pagi

a. Pemupukan

Dalam proses pemupukan tanaman krisan, peneliti mengacu pada standar operasional prosedur pemupukan tanaman induk nomor : Ben.hias/kri/IX/2008 yang disahkan Desember 2009 (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 2009, Hal. IX-1). Dengan pengaplikasian pupuk daun (Pupuk Pelengkap Cair atau PPC dengan kandungan N tinggi, dosis 2gr/liter air diberikan berulang setiap satu minggu sekali (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 2009, Hal. IX-2). Sedangkan untuk ukuran perbandingan yang tidak sesuai standar, peneliti menentukan dosis 1gr/liter.

Proses pemupukan dilakukan setiap 7 hari sekali mulai dari penanaman bibit. Pemupukan dilakukan dengan cara mencampur pupuk urea dengan dosis 1 gram untuk 2 kelompok tanaman serta 2 gram untuk 2 kelompok tanaman, lalu melarutkannya ke dalam air sebanyak 2 liter untuk setiap kelompok tanaman. Cara memberikan pupuk tidak langsung terkena tanaman tetapi disiramkan ke tanah karena jika terkena tanaman dikhawatirkan daun tanaman akan kering karena efek panas dari pupuk. Oleh karena itu setelah pemupukan selesai tanaman harus disiram lagi.

b. Penyiraman Tanaman

Proses penyiraman tanaman dilakukan setiap pagi hari untuk 2 kelompok tanaman dan 2 kelompok tanaman yang lain dilakukan penyiraman setiap sore hari sekali dengan menggunakan selang. Cara yang dilakukan yaitu dengan menggunakan penyiraman seperti hujan. Ujung dari selang diberi gembor agar air yang keluar tidak terlalu besar sehingga penyiraman bisa dilakukan secara merata tanpa harus merusak tanaman yang masih kecil.

c. Penyiangan Tanaman

Penyiangan tanaman dilakukan agar tanaman tidak terkena penyakit. Proses ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan melakukan penyemprotan tanaman dengan menggunakan pestisida dan melakukan pencabutan rumput atau gulma di sekitar tanaman.

3.3 Pengamatan

Penelitian yang dilakukan disini adalah melihat pengaruh perlakuan penyiraman dan dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan serta perkembangan tanaman bunga *Chrysanthemum Puma Putih*, yaitu dengan cara mengukur morfologi tanaman. Pengukuran morfologi tanaman ini diantaranya mengukur panjang batang, jumlah daun dan tinggi tanaman. Data morfologi tadi diperoleh dengan cara mengukur panjang batang dan tinggi tanaman menggunakan penggaris. Selanjutnya data morfologi tanaman ini digunakan sebagai variabel inputan *Neural Network* dimana *outputnya* digunakan untuk mensimulasikan salah satu dari jumlah keseluruhan satu kelompok tanaman.

Berikut adalah perincian jadwal pelaksanaan penelitian, dapat dilihat pada tabel 3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian :

Tabel 3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan
1.	Mempersiapkan lahan (mengolah media tanam)	5 Juni 2012
2.	Penanaman bibit bunga <i>Chrysanthemum</i>	11 Juni 2012
3.	Pemupukan pertama dan penyiangan	18 Juni 2012
4.	Pengambilan data	18 Juni 2012
5.	Pemupukan kedua dan penyiangan	25 Juni 2012
6.	Pengambilan Data	25 Juni 2012
7.	Pemupukan ketiga dan penyiangan	2 Juli 2012
8.	Pengambilan data	2 Juli 2012
9.	Penyiangan	9 Juli 2012
10.	Pengambilan data	9 Juli 2012

3.4 Desain Sistem

Secara garis besar desain sistem program ini terdiri dari beberapa bagian diantaranya *input*, proses pengolahan dan *output*. *Input* dari sistem berupa data hasil observasi berupa data morfologi. Data tersebut diantaranya panjang batang, jumlah daun dan tinggi tanaman.

Selanjutnya data morfologi tersebut diolah dalam proses pengolahan input menggunakan *Neural Network*. Sedangkan output berupa model simulasi morfologi tanaman yang datanya diperoleh dari hasil output proses.

a. Input

Input dari sistem ini adalah data morfologi tanaman diantaranya panjang batang, jumlah daun dan tinggi tanaman.

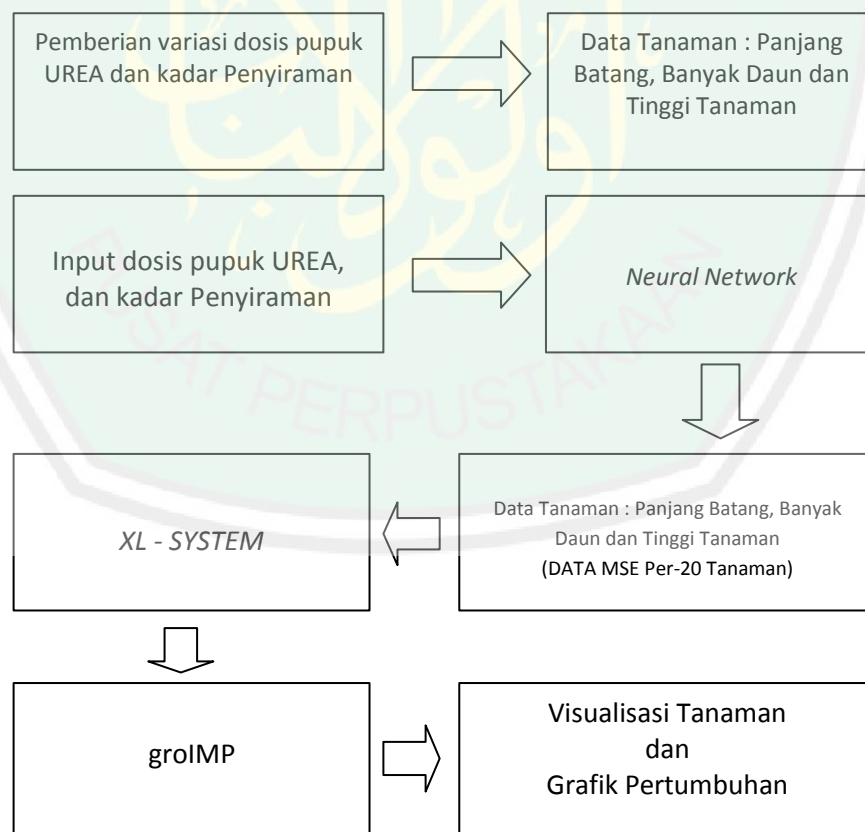
b. Proses

Data *input* tersebut kemudian diolah dengan menggunakan perhitungan *Neural Network* berbasis *XL-System*.

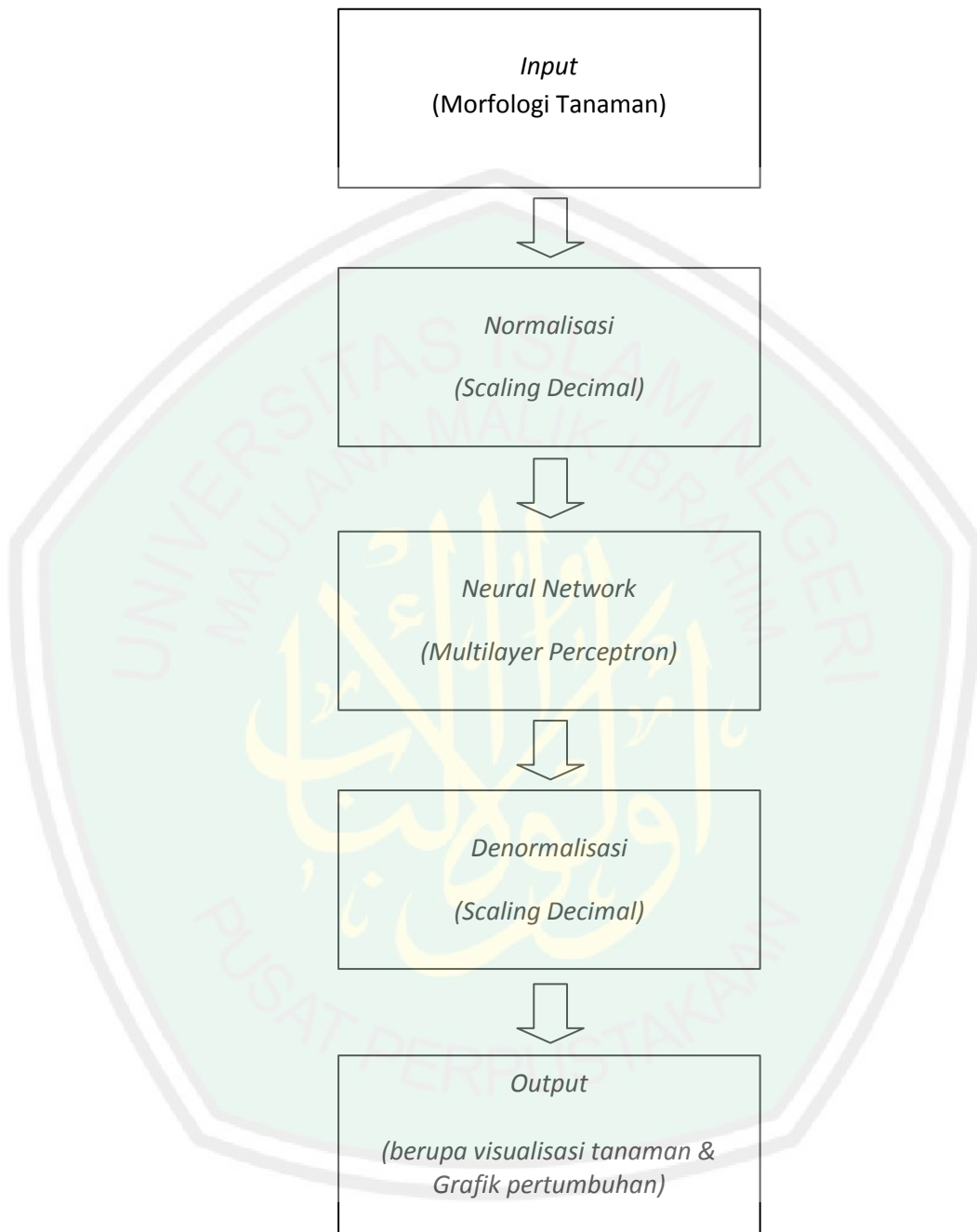
c. Output

Output berupa model simulasi morfologi tanaman yang datanya diperoleh dari hasil proses *output*.

Rancangan desain alur sistem ini dapat dilihat dari Gambar 3.2

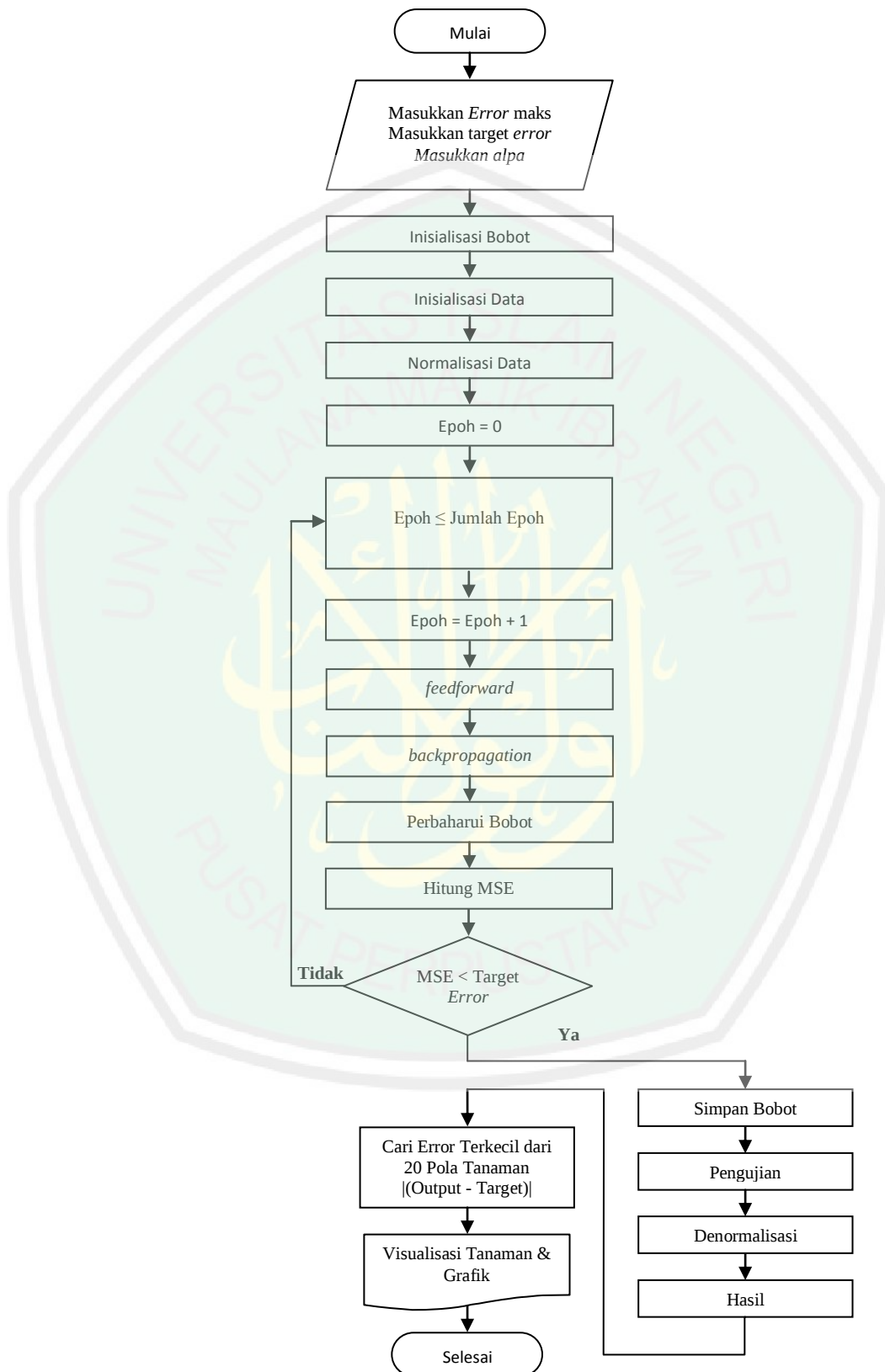


Gambar 3.4 Desain Sistem



Gambar 3.5 Desain Alur Sistem Keseluruhan Proses Program

Secara keseluruhan proses pengolahan data dengan *Neural Network* dapat dilihat pada diagram alur Gambar 3.6 sebagai berikut :



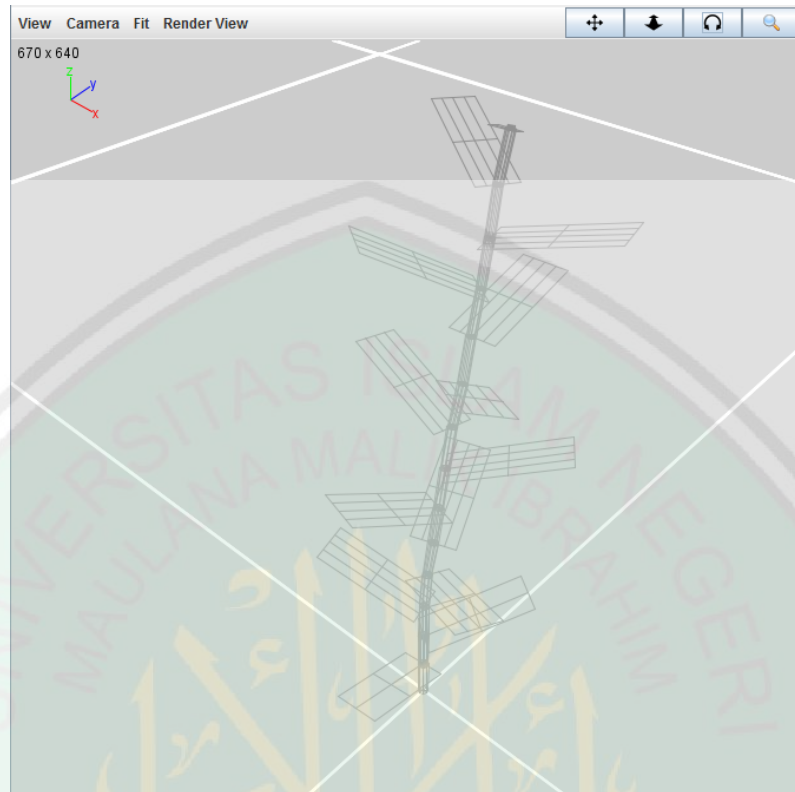
Gambar 3.6 Diagram Alur Sistem Keseluruhan Proses Program

3.5 Tahap Implementasi

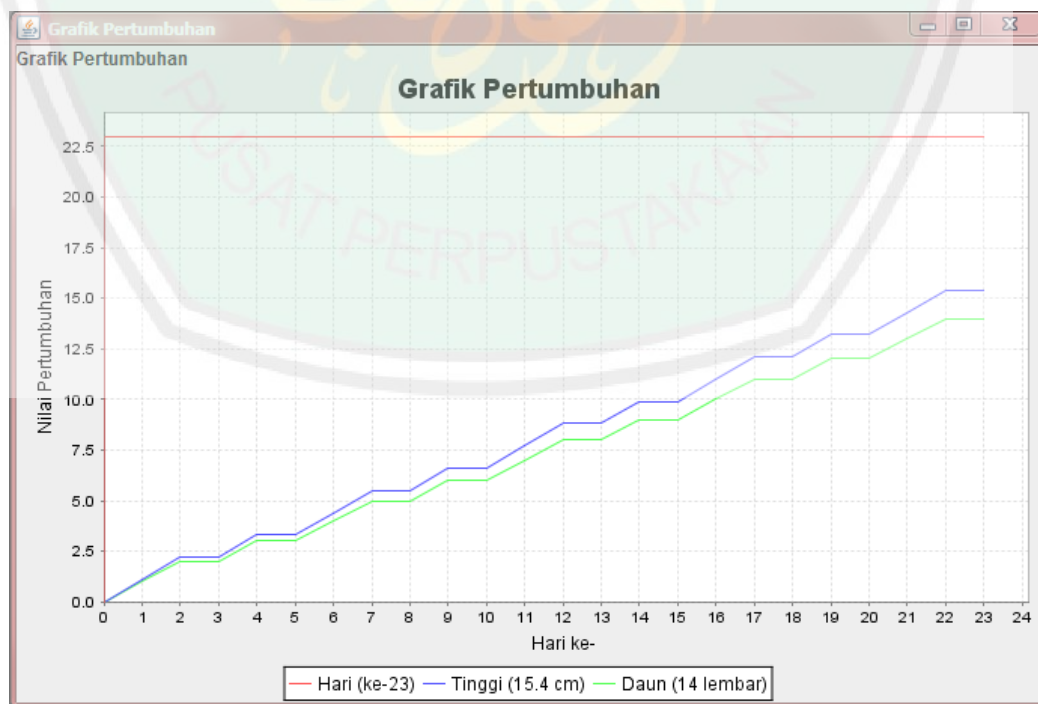
Teknologi yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah teknologi simulasi berbasis *XL-System (eXtended Lindenmayer System)*. Dengan teknologi ini, memungkinkan kompleksitas alam dapat didefinisikan dengan beberapa parameter dan aturan. Untuk menghasilkan suatu bentuk dengan metode ini harus dilakukan dua langkah, yaitu aplikasi dari grammar untuk menghasilkan string berisi struktur topologi dari tanaman dan interpretasi dari *string* tersebut. Oleh karena itu *L-System* menggunakan metode iterasi untuk membuat pertumbuhan tanaman.

Perulangan iterasi merupakan struktur kontrol perulangan yang umumnya menggunakan perintah-perintah yang telah tersedia pada bahasa pemrograman, setiap bahasa pemrograman mempunyai perintah perulangan yang berbeda-beda. Dalam perulangan iterasi, proses perulangan akan dilakukan jika kondisi untuk memulai proses perulangan terpenuhi dan akan berhenti jika kondisi untuk menghentikan perulangan terpenuhi (Albab, Moh. Ulil. 2012).

Selanjutnya data-data yang telah diolah tadi dimanipulasi sedemikian hingga menyerupai bentuk dan tampilan dari tanaman aslinya. Berikut adalah hasil simulasi sebelum gambar dimanipulasi dan tampilan grafik pertumbuhan.



Gambar 3.7 Desain Simulasi



Gambar 3.8 Desain Grafik Pertumbuhan

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

Pada penelitian tanaman krisan ini dilakukan pengambilan data setiap satu minggu sekali. Dengan memberikan empat jenis macam perlakuan antara lain perlakuan satu (pemupukan tujuh hari sekali dengan dosis pupuk urea 2 gram/liter dengan penyiraman air setiap hari sekali pada sore hari), perlakuan dua (pemupukan tujuh hari sekali dengan dosis pupuk urea 1 gram/liter dengan penyiraman air setiap hari sekali pada sore hari), perlakuan tiga (pemupukan tujuh hari sekali dengan dosis pupuk urea 2 gram/liter dengan penyiraman air setiap hari sekali pada pagi hari), perlakuan empat (pemupukan tujuh hari sekali dengan dosis pupuk urea 1 gram/liter dengan penyiraman air setiap hari sekali pada pagi hari). Dari empat macam perlakuan yang sudah ditentukan maka diperoleh data morfologi tanaman diantaranya diameter batang, panjang batang, lebar daun, panjang daun, tinggi tanaman, dan banyak daun.

Namun, data morfologi tanaman yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan batasan masalah maka data yang akan digunakan antara lain panjang batang, jumlah daun dan tinggi tanaman. Untuk hasil keseluruhan pengambilan data dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan data yang akan diolah pada bab ini adalah data tanaman perlakuan keempat dengan pengambilan data terakhir. Data tersebut dikarenakan memiliki presentase *error* terkecil dan lebih terlihat pengaruh dari perlakuan yang telah diberikan.

Tabel 4.1 Data Tanaman Perlakuan Keempat dan Pengambilan Data Terakhir

No.	Panjang Batang (cm)	Jumlah Daun (helai)	Tinggi Tanaman (cm)
1.	18,4	14	23,3
2.	20,4	16	24,4
3.	12	14	15,4
4.	17,7	15	21,5
5.	12,2	14	16,6
6.	17,1	16	20,5
7.	16,5	14	22,8
8.	15	15	18,4
9.	15,4	17	19,8
10.	16,2	15	20,2
11.	14,1	12	16,9
12.	17	17	20,4
13.	14,8	14	18,5
14.	13,9	12	17,6
15.	16,7	17	20,8
16.	18,5	14	20,4
17.	17,1	14	20,3
18.	15	17	17,4
19.	17,1	15	19,9
20.	17,3	13	19,7

Pada tabel 4.1 terdapat 20 tanaman yang akan dipilih salah satu untuk disimulasikan. Pemilihan data ini menggunakan perhitungan *Neural Network* untuk dicari nilai *error* terkecil, dimana *error* terkecil tersebut diperoleh dari selisih dari data aktual dengan data hasil simulasi *Neural Network* yang nilainya sudah dibuat absolut.

4.2 Pengolahan Data

Dalam penelitian ini terdiri dari dua *input* yaitu X_1 dan X_2 , dan satu *Output* atau target yaitu Y . Dimana X_1 diperoleh dari panjang batang, X_2 diperoleh dari jumlah daun dan Y diperoleh dari tinggi tanaman. Agar memperoleh hasil

perhitungan yang maksimal, maka dilakukan normalisasi data. Penulis memilih menggunakan metode *Decimal Scaling* dengan nilai “ m ” sama dengan dua.

Berikut rumusnya :

$$d' = \frac{d}{10^m} \quad 4.1$$

Keterangan :

d' = data yang hasil normalisasi

d = data yang akan di normalisasi

m = nilai integer untuk menggerakkan nilai desimal ke arah yang diinginkan.

Tabel 4.2 Data Tanaman Hasil Normalisasi dengan *Decimal Scaling*

No.	Input			Hasil		
	X_1	X_2	Y	$\frac{X_1}{10^2}$	$\frac{X_2}{10^2}$	$\frac{Y}{10^2}$
1.	18,4	14	23,3	0,184	0,14	0,233
2.	20,4	16	24,4	0,204	0,16	0,244
3.	12	14	15,4	0,012	0,14	0,154
4.	17,7	15	21,5	0,177	0,15	0,215
5.	12,2	14	16,6	0,122	0,14	0,166
6.	17,1	16	20,5	0,171	0,16	0,205
7.	16,5	14	22,8	0,165	0,14	0,228
8.	15	15	18,4	0,015	0,15	0,184
9.	15,4	17	19,8	0,154	0,17	0,198
10.	16,2	15	20,2	0,162	0,15	0,202
11.	14,1	12	16,9	0,141	0,12	0,169
12.	17	17	20,4	0,017	0,17	0,204
13.	14,8	14	18,5	0,148	0,14	0,185
14.	13,9	12	17,6	0,139	0,12	0,176
15.	16,7	17	20,8	0,167	0,17	0,208
16.	18,5	14	20,4	0,185	0,14	0,204
17.	17,1	14	20,3	0,171	0,14	0,203
18.	15	17	17,4	0,015	0,17	0,174
19.	17,1	15	19,9	0,171	0,15	0,199
20.	17,3	13	19,7	0,173	0,13	0,197

4.3 Penentuan Parameter Jaringan

Pada penelitian ini menggunakan arsitektur *Multilayer Perceptron* (MLP). Yang menjadi ciri khas dari MLP yaitu adanya ambang batas atau *threshold* pada fungsi aktivasinya. Penentuan parameter juga dibutuhkan untuk mencari arsitektur yang baik meliputi jumlah *neuron*, toleransi *error*, *epoch* dan *learning rate* (*alpha*).

4.3.1 Memilih *Learning Rate* yang ideal

Untuk mendapatkan arsitektur jaringan yang optimal maka dilakukan proses *trial* dan *error* terhadap *learning rate*. Hal ini disebabkan parameter *learning rate* sangat mempengaruhi proses pelatihan. Proses pelatihan menjadi sangat lambat jika *learning rate* yang digunakan terlalu kecil akan tetapi bila *learning rate* yang digunakan terlalu besar maka proses belajar jaringan akan berisolasi atau menyebar (Suyanto, 2007).

Sehingga hal pertama yang peneliti lakukan adalah menentukan *learning rate* adalah menentukan parameter yang tersaji pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Parameter yang digunakan MLP untuk penentuan *Learning Rate*

No.	Parameter	Nilai
1	Jumlah <i>Epoch</i> maksimal	700 <i>epoch</i>
2	Jumlah Node <i>Input</i> layer	2 node
3	Jumlah Node <i>Hidden</i> layer	10 node
4	Jumlah Node <i>Output</i> layer	1 node
5	Jumlah Pola Data Pelatihan	20
6	<i>Learning Rate</i> atau <i>alpha</i>	0,001 ; 0,01 ; 0,02 ; 0,03 ; 0,04 ; 0,05 ; 0,09 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,7 ; 0,8 ; 0,9 ; 1
7	Toleransi <i>Error</i>	0,0001 atau $1,0 \times 10^{-4}$ atau $1,0 \times E-4$

Sesuai dengan tabel 4.3 bahwa *learning rate* yang akan diseleksi, antara lain : 0,001 ; 0,01 ; 0,02 ; 0,03 ; 0,04 ; 0,05 ; 0,09 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,7 ; 0,8 ; 0,9 ; dan 1

Tabel 4.4 Hasil 1 × *running* program untuk perbandingan *learning rate*, *epoch*, MSE dan tanaman yang di simulasikan.

No.	<i>Learning Rate (LR)</i>	<i>Epoch</i>	MSE	Simulasi
1.	0,001	700	0,0282148	Pola ke-3
2.	0,01	700	1,49E-04	Pola ke-20
3.	0,02	700	1,60E-04	Pola ke-5
4.	0,03	700	1,74E-04	Pola ke-13
5.	0,04	700	1,28E-04	Pola ke-11
6.	0,05	700	1,49E-04	Pola ke-20
7.	0,09	700	1,23E-04	Pola ke-11
8.	0,1	700	1,33E-04	Pola ke-11
9.	0,2	700	1,25E-04	Pola ke-11
10.	0,3	700	1,15E-04	Pola ke-13
11.	0,4	700	1,04E-04	Pola ke-11
12.	0,5	671	9,99E-05	Pola ke-3
13.	0,6	650	1,00E-04	Pola ke-3
14.	0,7	528	1,00E-04	Pola ke-3
15.	0,8	455	9,99E-05	Pola ke-3
16.	0,9	401	9,987E-5	Pola ke-3
17.	1	375	9,99E-05	Pola ke-3

Pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa semakin besar nilai *learning rate* pada proses pelatihan semakin bertambah kecil pula nilai *epoch*. Untuk percobaan kedua dilakukan delapan kali *running* program, yang tersaji pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil 4 × *running* program untuk perbandingan *learning rate* (LR), *epoch* dan tanaman yang di simulasikan.

No.	LR	Running ke-											
		1			2			3			4		
		Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi
1.	0,001	700	0,0228469	Pola ke-3	700	0,0228469	Pola ke-3	700	0,0258516	Pola ke-3	700	0,0262862	Pola ke-3
2.	0,01	700	1,68E-04	Pola ke-20	700	1,68E-04	Pola ke-5	700	1,58E-04	Pola ke-5	700	1,81E-04	Pola ke-5
3.	0,02	700	1,43E-04	Pola ke-5	700	1,43E-04	Pola ke-20	700	1,45E-04	Pola ke-20	700	1,68E-04	Pola ke-5
4.	0,03	700	1,59E-04	Pola ke-13	700	1,59E-04	Pola ke-5	700	1,39E-04	Pola ke-11	700	1,73E-04	Pola ke-13
5.	0,04	700	1,55E-04	Pola ke-11	700	1,55E-04	Pola ke-5	700	1,39E-04	Pola ke-20	700	1,47E-04	Pola ke-20
6.	0,05	700	1,51E-04	Pola ke-20	700	1,51E-04	Pola ke-20	700	1,65E-04	Pola ke-5	700	1,45E-04	Pola ke-20
7.	0,09	700	1,37E-04	Pola ke-11	700	1,37E-04	Pola ke-11	700	1,39E-04	Pola ke-20	700	1,33E-04	Pola ke-20
8.	0,1	700	1,52E-04	Pola ke-11	700	1,52E-04	Pola ke-5	700	1,32E-04	Pola ke-11	700	1,36E-04	Pola ke-20
9.	0,2	700	1,19E-04	Pola ke-11	700	1,19E-04	Pola ke-17	700	1,30E-04	Pola ke-13	700	1,20E-04	Pola ke-11
10.	0,3	700	1,12E-04	Pola ke-13	700	1,12E-04	Pola ke-13	700	1,08E-04	Pola ke-4	700	1,07E-04	Pola ke-4
11.	0,4	700	1,04E-04	Pola ke-11	700	1,04E-04	Pola ke-9	700	1,08E-04	Pola ke-3	700	1,18E-04	Pola ke-10

No.	LR	Running ke-											
		1			2			3			4		
		Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi
12.	0,5	671	1,00E-04	Pola ke-3	700	1,00E-04	Pola ke-15	700	1,03E-04	Pola ke-2	700	1,01E-04	Pola ke-15
13.	0,6	650	9,99E-05	Pola ke-3	607	9,99E-05	Pola ke-3	668	9,99E-05	Pola ke-3	619	9,97E-05	Pola ke-3
14.	0,7	528	9,99E-05	Pola ke-3	510	9,99E-05	Pola ke-3	545	9,99E-05	Pola ke-3	568	1,00E-04	Pola ke-3
15.	0,8	455	1,00E-04	Pola ke-3	435	1,00E-04	Pola ke-3	431	9,99E-05	Pola ke-3	484	9,99E-05	Pola ke-3
16.	0,9	401	9,99E-05	Pola ke-3	440	9,99E-05	Pola ke-3	479	9,99E-05	Pola ke-3	418	9,98E-05	Pola ke-3
17.	1	375	9,99E-05	Pola ke-3	339	1,00E-04	Pola ke-3	428	9,99E-05	Pola ke-3	381	9,99E-05	Pola ke-3

Keterangan :

LR = *Learning Rate*

Data yang dinilai lebih stabil ditandai dengan baris berwarna kuning dan berhuruf tebal

No.	LR	Running ke-											
		5			6			7			8		
		Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi
1.	0,001	700	0,0285751	Pola ke-3	700	0,0263981	Pola ke-3	700	0,0267733	Pola ke-3	700	0,0312073	Pola ke-3
2.	0,01	700	1,66E-04	Pola ke-5	700	1,56E-04	Pola ke-5	700	1,68E-04	Pola ke-5	700	1,64E-04	Pola ke-5
3.	0,02	700	1,80E-04	Pola ke-13	700	1,49E-04	Pola ke-20	700	1,60E-04	Pola ke-5	700	1,67E-04	Pola ke-5
4.	0,03	700	1,59E-04	Pola ke-5	700	1,47E-04	Pola ke-20	700	1,63E-04	Pola ke-5	700	1,59E-04	Pola ke-5
5.	0,04	700	1,66E-04	Pola ke-5	700	1,48E-04	Pola ke-20	700	1,41E-04	Pola ke-11	700	1,44E-04	Pola ke-20
6.	0,05	700	1,32E-04	Pola ke-11	700	1,34E-04	Pola ke-11	700	1,47E-04	Pola ke-20	700	1,64E-04	Pola ke-5
7.	0,09	700	1,44E-04	Pola ke-11	700	1,37E-04	Pola ke-20	700	1,54E-04	Pola ke-5	700	1,38E-04	Pola ke-20
8.	0,1	700	1,35E-04	Pola ke-20	700	1,32E-04	Pola ke-17	700	1,26E-04	Pola ke-20	700	1,38E-04	Pola ke-20
9.	0,2	700	1,17E-04	Pola ke-11	700	1,20E-04	Pola ke-17	700	1,23E-04	Pola ke-11	700	1,23E-04	Pola ke-11
10.	0,3	700	1,13E-04	Pola ke-	700	1,14E-04	Pola ke-	700	1,09E-04	Pola ke-	700	1,08E-04	Pola ke-9

No.	LR	Running ke-											
		5			6			7			8		
		Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi	Epoch	MSE	Simulasi
				13			13			9			
11.	0,4	700	1,05E-04	Pola ke-9	700	1,03E-04	Pola ke-11	700	1,02E-04	Pola ke-4	700	1,03E-04	Pola ke-15
12.	0,5	690	1,00E-04	Pola ke-3	700	1,01E-04	Pola ke-15	700	1,01E-04	Pola ke-15	700	1,01E-04	Pola ke-2
13.	0,6	672	9,99E-05	Pola ke-3	655	1,00E-04	Pola ke-15	648	9,98E-05	Pola ke-3	628	1,00E-04	Pola ke-3
14.	0,7	560	9,99E-05	Pola ke-3	565	1,00E-04	Pola ke-15	553	1,00E-04	Pola ke-3	515	1,00E-04	Pola ke-3
15.	0,8	457	9,99E-05	Pola ke-3	431	1,00E-04	Pola ke-15	472	9,99E-05	Pola ke-3	524	1,00E-04	Pola ke-3
16.	0,9	450	9,99E-05	Pola ke-3	451	1,00E-04	Pola ke-3	498	9,95E-05	Pola ke-3	452	9,97E-05	Pola ke-3
17.	1	379	9,98E-05	Pola ke-3	405	9,98E-05	Pola ke-15	384	9,98E-05	Pola ke-15	385	1,00E-04	Pola ke-3

Keterangan :

LR = *Learning Rate*

Data yang dinilai lebih stabil ditandai dengan baris berwarna kuning dan berhuruf tebal

Pada percobaan kedua dapat dilihat bahwa *learning rate* dengan nilai 0,1 dan 0,9 lebih stabil dari nilai *learning rate* yang lain dalam mensimulasikan pola tanaman secara konsisten hingga dua kali percobaan hingga delapan kali *running*. Penulis melakukan percobaan ketiga, hingga dua puluh kali *running*. Untuk percobaan ketiga dapat dilihat pada lampiran 3, setelah didapatkan kedua nilai *learning rate* pada tabel 4.4 dan tabel 4.5 bahwa penulis memilih nilai 0,9 dengan pertimbangan bahwa nilai MSE lebih kecil daripada nilai *learning rate* 0,1.

4.3.2 Memilih *Neuron* yang ideal

Untuk mendapat nilai MSE dan simulasi yang stabil, program diujicoba sebanyak dua percobaan dengan melakukan perubahan jumlah *hidden neuron* pada *hidden layer*. Percobaan dengan 4 kali *running*. Nilai yang akan diujikan antara 1 unit *neuron* hingga 20 unit *neuron* yang tersaji pada tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6 Hasil 5 × *running* program untuk perbandingan jumlah *hidden neuron*, *learning rate*, pola simulasi, *epoch* dan MSE

Neuron	LR	Running ke-1			Running ke-2		
		Pola ke-	Epoch	MSE	Pola ke-	Epoch	MSE
1	0,9	15	406	1,00E-04	15	434	9,97E-05
2	0,9	15	410	1,00E-04	15	430	1,00E-04
3	0,9	15	461	1,00E-04	15	391	9,98E-05
4	0,9	15	414	9,99E-05	15	484	1,00E-04
5	0,9	15	432	9,99E-05	15	451	9,99E-05
6	0,9	15	414	1,00E-04	15	485	9,98E-05
7	0,9	15	408	9,98E-05	3	464	9,99E-05
8	0,9	3	447	1,00E-04	3	442	1,00E-04
9	0,9	3	441	9,99E-05	15	436	9,99E-05
10	0,9	3	490	9,99E-05	3	392	9,98E-05
11	0,9	3	411	1,00E-04	3	407	9,99E-05
12	0,9	3	464	9,99E-05	3	390	1,00E-04

Neuron	LR	Running ke-1			Running ke-2		
		Pola ke-	Epoch	MSE	Pola ke-	Epoch	MSE
13	0,9	3	369	9,97E-05	3	369	1,00E-04
14	0,9	3	475	9,99E-05	3	399	1,00E-04
15	0,9	3	377	1,00E-04	3	372	9,98E-05
16	0,9	3	407	9,99E-05	3	434	9,99E-05
17	0,9	3	419	9,98E-05	3	448	9,97E-05
18	0,9	3	416	9,99E-05	3	381	1,00E-04
19	0,9	3	395	1,00E-04	3	336	1,00E-04
20	0,9	3	314	1,00E-04	3	387	1,00E-04

Tabel 4.6 Hasil $5 \times$ running program untuk perbandingan jumlah *hidden neuron*, *learning rate*, pola simulasi, *epoch* dan MSE

Neuron	LR	Running ke-3			Running ke-4		
		Pola ke-	Epoch	MSE	Pola ke-	Epoch	MSE
1	0,9	15	410	9,93E-05	15	372	9,96E-05
2	0,9	15	411	1,00E-04	15	509	1,00E-04
3	0,9	15	481	9,98E-05	15	430	1,00E-04
4	0,9	15	532	9,99E-05	15	470	1,00E-04
5	0,9	15	422	1,00E-04	15	411	9,99E-05
6	0,9	15	373	1,00E-04	15	448	9,98E-05
7	0,9	15	414	1,00E-04	15	407	9,99E-05
8	0,9	15	475	1,00E-04	3	402	9,99E-05
9	0,9	3	402	1,00E-04	3	375	1,00E-04
10	0,9	3	457	9,99E-05	3	410	9,99E-05
11	0,9	3	451	9,99E-05	3	441	9,99E-05
12	0,9	3	372	9,99E-05	15	417	9,98E-05
13	0,9	3	371	1,00E-04	3	415	1,00E-04
14	0,9	3	418	9,99E-05	3	412	9,99E-05
15	0,9	3	465	9,98E-05	3	386	1,00E-04
16	0,9	3	432	1,00E-04	3	387	9,98E-05
17	0,9	3	414	1,00E-04	3	375	1,00E-04
18	0,9	3	402	1,00E-04	3	438	1,00E-04
19	0,9	3	398	1,00E-04	3	417	9,99E-05
20	0,9	3	429	9,99E-05	3	333	1,00E-04

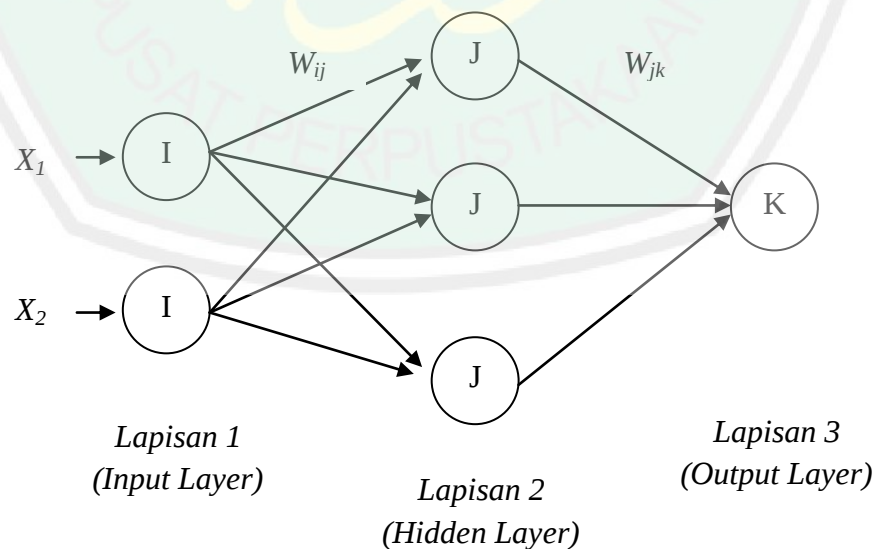
Keterangan :

	= Mendapatkan pola simulasi yang tidak konstan
	= MSE tidak stabil
	= Simulasi dan MSE tidak stabil
	= Simulasi dan MSE lebih paling stabil

Dari percobaan diatas bahwa jumlah *hidden neuron* yang dapat mensimulasikan pola tanaman lebih stabil dan lebih konstan adalah 2 dan 10. Dengan pertimbangan nilai MSE yang lebih kecil dari kedua nilai tersebut maka penulis memilih *hidden neuron* dengan nilai 10.

4.3.3 Perhitungan *Multilayer Perceptron*

Jaringan *Neural Network* model *Multilayer Perceptron* ini terdiri dari 3 lapisan yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. Sehingga dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.1 Struktur Neural Network

(1) Lapisan 1 (*Input Layer*)

Pada lapisan satu terdapat tiga macam fungsi diantaranya :

A. Inisialisasi Bobot

Berfungsi untuk inisialisasi seluruh bobot dengan bilangan acak kecil. Bobot *input* ke *hidden* yaitu W_{ij} dan Bobot *hidden* ke *output* yaitu W_{jk} .

B. Inisialisasi Data

Berfungsi untuk menginisialisasi seluruh data dengan data aktual termasuk menetapkan Bias bernilai satu.

C. Normalisasi Data

Berfungsi untuk menskalakan nilai atribut dari data sehingga dapat ditetapkan pada *range* tertentu.

Tabel 4.7 Hasil dari Normalisasi Data

Data ke-	Input		Hasil			
	X_1	X_2	$\mu_{A1}(x_1)$	$\mu_{B1}(x_2)$	$\mu_{A2}(x_1)$	$\mu_{B2}(x_2)$
1.	0.184	0.14	0.529	0.98	0.087	0.384
2.	0.204	0.16	0.191	0.604	0.042	0.996
3.	0.12	0.14	0.128	0.98	0.259	0.384
4.	0.177	0.15	0.764	0.9	0.121	0.735
5.	0.122	0.14	0.138	0.98	0.297	0.384
6.	0.171	0.16	0.953	0.604	0.167	0.996
7.	0.165	0.14	0.988	0.98	0.242	0.384
8.	0.15	0.15	0.529	0.9	0.725	0.735
9.	0.154	0.17	0.657	0.377	0.54	0.65
10.	0.162	0.15	0.928	0.9	0.297	0.735
11.	0.141	0.12	0.324	0.455	0.994	0.129
12.	0.17	0.17	0.973	0.377	0.177	0.65
13.	0.148	0.14	0.473	0.98	0.824	0.384
14.	0.139	0.12	0.292	0.455	0.949	0.129
15.	0.167	0.17	1.0	0.377	0.213	0.65
16.	0.185	0.14	0.5	0.98	0.084	0.384
17.	0.171	0.14	0.953	0.98	0.167	0.384
18.	0.15	0.17	0.529	0.377	0.725	0.65
19.	0.171	0.15	0.953	0.9	0.167	0.735

Data ke-	Input		Hasil			
	X_1	X_2	$\mu_{A1}(x_1)$	$\mu_{B1}(x_2)$	$\mu_{A2}(x_1)$	$\mu_{B2}(x_2)$
20.	0.173	0.13	0.9	0.723	0.15	0.211

(2) Lapisan 2 (*Hidden Layer*)

Pada lapisan ini akan ada dua model perhitungan, diantaranya perhitungan propagasi maju (*feed forward*) dan perhitungan propagasi mundur (*backforward* atau *backpropagation*). Kedua proses tersebut akan mengalami perulangan hingga memperoleh MSE terkecil dengan maksimal perulangan (*epoch* atau iterasi) yang sudah penulis tentukan sebesar 700 iterasi.

A. Perhitungan progasi maju (*feedforward*)

Setiap unit masukan ($X_i, i = 1, \dots, n$) menerima *input* X_i dan meneruskan sinyal ini untuk semua unit di lapisan atas (unit tersembunyi atau *hidden layer*).

Menghitung semua keluaran di unit tersembunyi ($Z_j, j = 1, \dots, p$)

$$z_{in_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji}^n \quad (4.2)$$

Jaringan ini terdiri dari beberapa unit masukan (ditambah sebuah bias), dan memiliki sebuah unit keluaran. Hanya saja fungsi aktivasi bukan merupakan fungsi biner (atau bipolar), tetapi memiliki kemungkinan bernilai -1, 0 atau 1 (Siang, 2009, Hal. 59-60). Sehingga menggunakan fungsi aktivasi *Hyperbolic Tangent* untuk menghitung sinyal *outputnya*.

$$z_j = f(z_{in_j}) = \frac{\exp(z_{in_j}) - \exp(-z_{in_j})}{\exp(z_{in_j}) + \exp(-z_{in_j})} = \frac{1 - \exp(-2z_{in_j})}{1 + \exp(-2z_{in_j})} \quad (4.3)$$

dan mengirim sinyal ini ke semua unit di lapisan atas (unit-unit *output*),
dimana untuk suatu nilai *threshold* θ yang ditentukan :

$$z_j = f(z_{in_j}) = \begin{cases} 1 & z_{in_j} > \theta \\ 0 & -\theta \leq z_{in_j} \leq \theta \\ -0 & z_{in_j} < -\theta \end{cases}$$

Secara geometris, fungsi aktivasi membentuk 2 garis sekaligus, masing-masing dengan persamaan :

$$w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n + b = \theta \text{ dan}$$

$$w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n + b = -\theta$$

Menghitung semua keluaran jaringan di unit $y_k (k = 1, 2, \dots, m)$.

$$y_{in_k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^m z_j w_{kj}^n \quad (4.4)$$

dan menerapkan fungsi aktivasi linier untuk menghitung sinyal *output*nya,

$$y_k = f(y_{in_k}) = y_{in_k} \times 1 \quad (4.5)$$

Menghitung faktor δ (*delta* atau *local gradient*) unit keluaran berdasarkan kesalahan (*error*) di setiap unit δ_k keluaran $y_k (k = 1, 2, \dots, m)$.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (4.6)$$

Menghitung bobot yang digunakan untuk memperbarui bobot w_{jk}

$$\Delta w_{jk} = a \delta_k z_j \quad (4.7)$$

Menghitung bobot bias yang digunakan untuk memperbarui bobot w_{0k}

$$\Delta w_{0k} = a \delta_k \quad (4.8)$$

δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot lapisan di bawahnya (langkah 7). Menghitung suku perubahan bobot w_{kj} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot w_{kj}) dengan laju percepatan α .

B. Perhitungan propagasi mundur (*Backpropagation*)

Menghitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi $z_j (j = 1, 2, \dots, p)$.

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (4.9)$$

mengalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung jangka informasi *error*-nya, Faktor δ unit tersembunyi:

$$\delta_j = (\delta_{in_j}) f'(z_{in_j}) \quad (4.10)$$

$$f'(z_{in_j}) = (1 + f(z_{in_j})) (1 - f(z_{in_j})) = 1 - (f(z_{in_j})) (f(z_{in_j})) \quad (4.12)$$

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

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i; \quad j = 1, 2, \dots, p; \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (4.13)$$

Menghitung suku perubahan bobot bias v_{0j} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot v_{0j}).

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j; \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (4.14)$$

Menghitung semua perubahan bobot.

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran:

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk}; \quad k = 1, 2, \dots, m; j = 0, 1, \dots, p \quad (4.15)$$

perubahan bobot yang menuju ke unit tersembunyi:

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij}; j = 1, 2, \dots, p; i = 0, 1, \dots, n \quad (4.16)$$

Menghitung MSE. Jika nilai MSE belum lebih kecil daripada target *error* (*epsilon*) atau jumlah *epoch* yang sudah ditentukan, maka langkah 3-8 terus dilakukan.

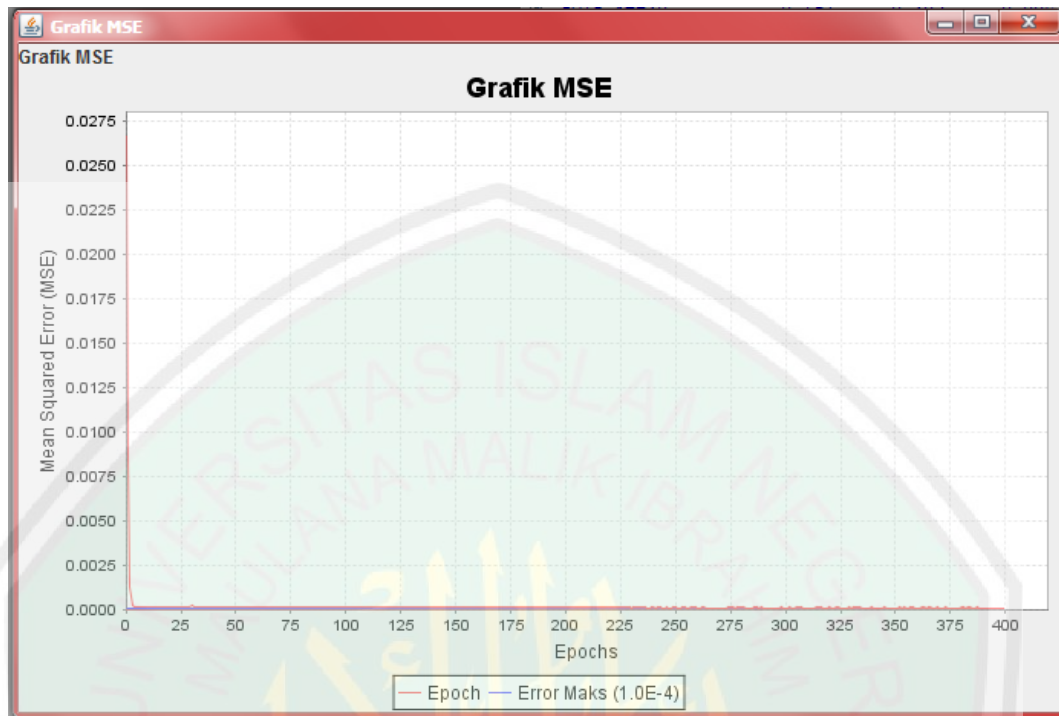
$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{\text{target},i} - y_{\text{output},i})^2}{n} \quad (4.17)$$

Setelah program dijalankan dengan bobot acak dalam satu kali *running* sehingga berhenti pada iterasi ke-387 maka diperoleh MSE dengan nilai 1.0E-4 dan nilai SSE 0.0019964081582179035.

epoch	MSE	SSE
epoch= 366	MSE= 1.06E-4	SSE= 0.0021177513927972023
epoch= 367	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020250901608553787
epoch= 368	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020115658715476
epoch= 369	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020203248246005697
epoch= 370	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020258149577174387
epoch= 371	MSE= 1.09E-4	SSE= 0.002170336790984638
epoch= 372	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020103506300472897
epoch= 373	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020157094819831067
epoch= 374	MSE= 1.0E-4	SSE= 0.002008513714651787
epoch= 375	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020242618965920934
epoch= 376	MSE= 1.02E-4	SSE= 0.002031954378773304
epoch= 377	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020238935408388075
epoch= 378	MSE= 1.04E-4	SSE= 0.0020774582456235566
epoch= 379	MSE= 1.04E-4	SSE= 0.0020783391183095846
epoch= 380	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020203201137069097
epoch= 381	MSE= 1.0E-4	SSE= 0.0020073906849358064
epoch= 382	MSE= 1.0E-4	SSE= 0.002005897336062038
epoch= 383	MSE= 1.06E-4	SSE= 0.0021207717879896076
epoch= 384	MSE= 1.05E-4	SSE= 0.0021069002304718865
epoch= 385	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.002020300907791991
epoch= 386	MSE= 1.01E-4	SSE= 0.0020197913097546607
epoch= 387	MSE= 1.0E-4	SSE= 0.0019964081582179035

Gambar 4.2 Screenshoot pada nilai *epoch*, *MSE* dan *SSE*

proses pembelajaran



Gambar 4.3 Grafik MSE

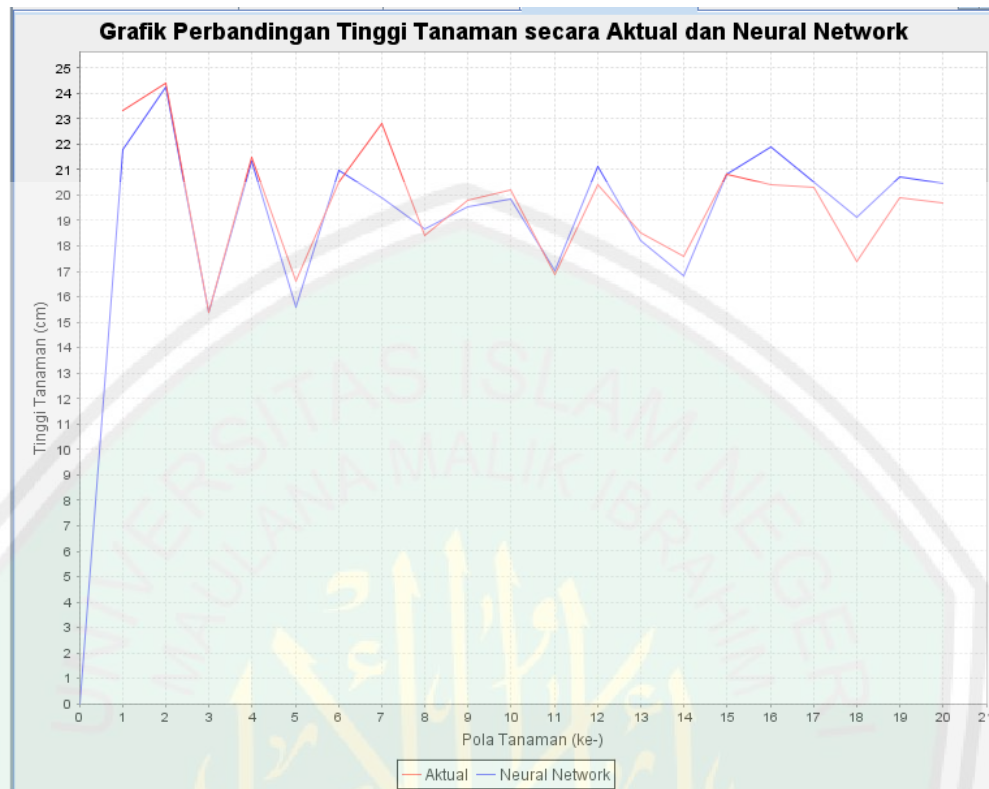
-----Tabel Hasil Denormalisasi-----

Pola Tanaman	Aktual	Neural	Selisih
Pola ke-1	23.3 cm	21.82392 cm	1.47608 cm
Pola ke-2	24.4 cm	24.29826 cm	0.10174 cm
Pola ke-3	15.4 cm	15.44255 cm	0.04255 cm
Pola ke-4	21.5 cm	21.37022 cm	0.12978 cm
Pola ke-5	16.6 cm	15.64229 cm	0.95771 cm
Pola ke-6	20.5 cm	21.016 cm	0.516 cm
Pola ke-7	22.8 cm	19.93183 cm	2.86817 cm
Pola ke-8	18.4 cm	18.68019 cm	0.28019 cm
Pola ke-9	19.8 cm	19.5659 cm	0.2341 cm
Pola ke-10	20.2 cm	19.87629 cm	0.32371 cm
Pola ke-11	16.9 cm	17.05119 cm	0.15119 cm
Pola ke-12	20.4 cm	21.15957 cm	0.75957 cm
Pola ke-13	18.5 cm	18.23712 cm	0.26288 cm
Pola ke-14	17.6 cm	16.85157 cm	0.74843 cm
Pola ke-15	20.8 cm	20.86087 cm	0.06087 cm
Pola ke-16	20.4 cm	21.92344 cm	1.52344 cm
Pola ke-17	20.3 cm	20.52956 cm	0.22956 cm
Pola ke-18	17.4 cm	19.16724 cm	1.76724 cm
Pola ke-19	19.9 cm	20.77281 cm	0.87281 cm
Pola ke-20	19.7 cm	20.48549 cm	0.78549 cm

Selisih terkecil: 0.04255, pada pola ke-3,
Tinggi Aktual: 15.4 cm, Jumlah Daun: 14 lembar

Yang akan di simulasikan atau divisualisasikan :
Data Aktual Tanaman Pola ke-3
Tinggi Tanaman : 15.4 cm
Jumlah Daun : 14 lembar
Tekan tombol "Run Tumbuh" untuk mengamati pemodelan!

Gambar 4.4 Screenshot pada hasil pembelajaran.



Gambar 4.5 Grafik hasil pembelajaran

Tabel 4.8 Hasil Pembelajaran

Pola Tanaman	Data Aktual	Neural Network	Selisih	Yang disimulasikan
Pola ke-1	23.3 cm	21.82392 cm	1.47608 cm	-
Pola ke-2	24.4 cm	24.29826 cm	0.10174 cm	-
Pola ke-3	15.4 cm	15.44255 cm	0.04255 cm	√
Pola ke-4	21.5 cm	21.37022 cm	0.12978 cm	-
Pola ke-5	16.6 cm	15.64229 cm	0.95771 cm	-
Pola ke-6	20.5 cm	21.016 cm	0.516 cm	-
Pola ke-7	22.8 cm	19.93183 cm	2.86817 cm	-
Pola ke-8	18.4 cm	18.68019 cm	0.28019 cm	-
Pola ke-9	19.8 cm	19.5659 cm	0.2341 cm	-
Pola ke-10	20.2 cm	19.87629 cm	0.32371 cm	-
Pola ke-11	16.9 cm	17.05119 cm	0.15119 cm	-
Pola ke-12	20.4 cm	21.15957 cm	0.75957 cm	-
Pola ke-13	18.5 cm	18.23712 cm	0.26288 cm	-
Pola ke-14	17.6 cm	16.85157 cm	0.74843 cm	-
Pola ke-15	20.8 cm	20.86087 cm	0.06087 cm	-
Pola ke-16	20.4 cm	21.92344 cm	1.52344 cm	-
Pola ke-17	20.3 cm	20.52956 cm	0.22956 cm	-
Pola ke-18	17.4 cm	19.16724 cm	1.76724 cm	-

Pola Tanaman	Data Aktual	Neural Network	Selisih	Yang disimulasikan
Pola ke-19	19.9 cm	20.77281 cm	0.87281 cm	-
Pola ke-20	19.7 cm	20.48549 cm	0.78549 cm	-

Selisih antara data aktual dan data hasil perhitungan *Neural Network* nilai *error*. Dan nilai *error* ini diambil nilai terkecil untuk mengetahui data seberapa yang akan disimulasikan. Simulasi ini akan mensimulasikan data aktual dari data penelitian dengan menampilkan pola ke-n, tinggi tanaman dan jumlah daun.

4.4 Implementasi Program

Untuk menjalankan program simulasi ini ada beberapa hal yang perlu disiapkan baik dari segi kebutuhan perangkat keras maupun perangkat lunak.

4.4.1 Instalasi Program

a. Kebutuhan Perangkat Keras

1. Komputer dengan processor minimal dual core atau di atasnya.
2. Memory minimal 256 Mbytes atau di atasnya.
3. Hardisk 80 Gbytes atau di atasnya.
4. VGA 358 Mbytes atau di atasnya.

b. Kebutuhan Perangkat Lunak

1. Windows 7 sebagai sistem operasi.
2. Instalasi JRE (Java Runtime Environment) minimal versi 1.4
3. Instalasi GroImp sebagai editor bahasa XL.

4.4.2 Pembuatan Program

Pembuatan program simulasi ini dilakukan sebanyak dua kali. Bagian pertama yaitu proses pembuatan program perhitungan *Neural Network* berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan pada Sub Bab 4.2 Pengolahan Data. Bagian kedua yaitu proses pembuatan visualisasi output *Neural Network* yang berupa simulasi pertumbuhan tanaman krisan.

Berikut adalah potongan-potongan source code program *Neural Network* :

a) Source Code Untuk Inputan atau Inisialisasi Data dan Penentuan Parameter Jaringan

```
import java.util.Arrays;
import javax.swing.JOptionPane;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;
import javax.swing.event.*;

public static int Jumlah_Iterasi = 700;           // Jumlah siklus pelatihan
public static int Bias = 1;                       // Bias
public static int Jumlah_Input = 3;               // Jumlah input - ini
termasuk Bias masukan
public static int Jumlah_Hidden = 10;             // jumlah unit tersembunyi
public static int Jumlah_Output = 1;              // Jumlah output
public static int Jumlah_Pola = 20;               // Jumlah pola pelatihan
public static double Laju_Pembelajaran = 0.9;     // Laju pemahaman(learning
rate)
public static double Target_Error = 0.0001;       // Galat Maksimum MSE
// Data Training
// Data Training
public static double[][] Training_Inputs = new
double[Jumlah_Pola][Jumlah_Input];
public static double[] Output_Target = new double[Jumlah_Pola];

// KETERANGAN :
// PERLAKUAN 4 (Minggu ke-4 / 9 Juli 2012)
// PENYIRAMAN SETIAP PAGI HARI
// DOSIS UREA 1 GRAM/LITER

public static void Inisialisasi_Data(){

    println(" Inisialisasi Data");

    Training_Inputs[0][0] = 18.4;    // Panjang Batang (1)
    Training_Inputs[0][1] = 14;      // Jumlah Daun
    Training_Inputs[0][2] = Bias;    // Bias
    Output_Target[0] = 23.3;         // Tinggi Tanaman

    Training_Inputs[1][0] = 20.4;    // Panjang Batang (2)
```

```

Training_Inputs[1][1] = 16;      // Jumlah Daun
Training_Inputs[1][2] = Bias;    // Bias
Output_Target[1] = 24.4;        // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[2][0] = 12;      // Panjang Batang (3)
Training_Inputs[2][1] = 14;      // Jumlah Daun
Training_Inputs[2][2] = Bias;    // Bias
Output_Target[2] = 15.4;        // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[3][0] = 17.7;    // Panjang Batang (4)
Training_Inputs[3][1] = 15;      // Jumlah Daun
Training_Inputs[3][2] = Bias;    // Bias
Output_Target[3] = 21.5;        // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[4][0] = 12.2;    // Panjang Batang (5)
Training_Inputs[4][1] = 14;      // Jumlah Daun
Training_Inputs[4][2] = Bias;    // Bias
Output_Target[4] = 16.6;        // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[5][0] = 17.1;    // Panjang Batang (6)
Training_Inputs[5][1] = 16;      // Jumlah Daun
Training_Inputs[5][2] = Bias;    // Bias
Output_Target[5] = 20.5;        // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[6][0] = 16.5;    // Panjang Batang (7)
Training_Inputs[6][1] = 14;      // Jumlah Daun
Training_Inputs[6][2] = Bias;    // Bias
Output_Target[6] = 22.8;        // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[7][0] = 15;      // Panjang Batang (8)
Training_Inputs[7][1] = 15;      // Jumlah Daun
Training_Inputs[7][2] = Bias;    // Bias
Output_Target[7] = 18.4;        // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[8][0] = 15.4;    // Panjang Batang (9)
Training_Inputs[8][1] = 17;      // Jumlah Daun
Training_Inputs[8][2] = Bias;    // Bias
Output_Target[8] = 19.8;        // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[9][0] = 16.2;    // Panjang Batang (10)
Training_Inputs[9][1] = 15;      // Jumlah Daun
Training_Inputs[9][2] = Bias;    // Bias
Output_Target[9] = 20.2;        // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[10][0] = 14.1;   // Panjang Batang (11)
Training_Inputs[10][1] = 12;     // Jumlah Daun
Training_Inputs[10][2] = Bias;   // Bias
Output_Target[10] = 16.9;       // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[11][0] = 17;     // Panjang Batang (12)
Training_Inputs[11][1] = 17;     // Jumlah Daun
Training_Inputs[11][2] = Bias;   // Bias
Output_Target[11] = 20.4;       // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[12][0] = 14.8;   // Panjang Batang (13)
Training_Inputs[12][1] = 14;     // Jumlah Daun
Training_Inputs[12][2] = Bias;   // Bias
Output_Target[12] = 18.5;       // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[13][0] = 13.9;   // Panjang Batang (14)
Training_Inputs[13][1] = 12;     // Jumlah Daun
Training_Inputs[13][2] = Bias;   // Bias

```

```

Output_Target[13] = 17.6;

Training_Inputs[14][0] = 16.7; // Panjang Batang (15)
Training_Inputs[14][1] = 17;   // Jumlah Daun
Training_Inputs[14][2] = Bias; // Bias
Output_Target[14] = 20.8;     // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[15][0] = 18.5; // Panjang Batang (16)
Training_Inputs[15][1] = 14;   // Jumlah Daun
Training_Inputs[15][2] = Bias; // Bias
Output_Target[15] = 20.4;     // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[16][0] = 17.1; // Panjang Batang (17)
Training_Inputs[16][1] = 14;   // Jumlah Daun
Training_Inputs[16][2] = Bias; // Bias
Output_Target[16] = 20.3;     // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[17][0] = 15;   // Panjang Batang (18)
Training_Inputs[17][1] = 17;   // Jumlah Daun
Training_Inputs[17][2] = Bias; // Bias
Output_Target[17] = 17.4;     // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[18][0] = 17.1; // Panjang Batang (19)
Training_Inputs[18][1] = 15;   // Jumlah Daun
Training_Inputs[18][2] = Bias; // Bias
Output_Target[18] = 19.9;     // Tinggi Tanaman

Training_Inputs[19][0] = 17.3; // Panjang Batang (20)
Training_Inputs[19][1] = 13;   // Jumlah Daun
Training_Inputs[19][2] = Bias; // Bias
Output_Target[19] = 19.7;     // Tinggi Tanaman
}

```

b) Source Code inisialisasi bobot

```

//Inisialisasi Bobot
public static void Inisialisasi_Bobot() {
    for (int j = 0; j < Jumlah_Hidden; j++) {
        Bobot_Hidden_Output[j] = (Math.random() - 0.5) / 2; //
        bilangan acak random - 0.5 hingga 0.5
        for (int i = 0; i < Jumlah_Input; i++) {
            Bobot_Input_Hidden[i][j] = (Math.random() -
0.5) / 5;
        }
    }
}

```

c) Source Code normalisasi

```

//Prosedur Normalisasi
public static void Normalisasi(){
    for (int i = 0; i < Jumlah_Pola; i++) {
        double x1 = Training_Inputs[i][0];
        double x2 = Training_Inputs[i][1];
        double y = Output_Target[i];
    }
}

```

```

        double m = 2;

        Training_Inputs_Normalisasi[i][0] = x1 / (Math.pow(10,2));

        Training_Inputs_Normalisasi[i][1] = x2 / (Math.pow(10,2));

        Output_Target_Normalisasi[i] = y / (Math.pow(10,2));

    }
    Training_Inputs = Training_Inputs_Normalisasi;
    Output_Target = Output_Target_Normalisasi;
}

```

d) Source Code proses perhitungan jaringan (*Feedforward*)

```

//Feedforward
public static void feedforward(){
    //calculate the outputs of the hidden neurons
    //the hidden neurons are tanh

    for (int j = 0; j < Jumlah_Hidden; j++){
        Hidden_Value[j] = 0.0;
        for (int i = 0; i < Jumlah_Input; i++){
            Hidden_Value[j] = Hidden_Value[j] +
            (Training_Inputs[Jumlah_Pola_Tanaman][i] * Bobot_Input_Hidden[i][j]);
        }
        Hidden_Value[j] = tanh(Hidden_Value[j]); //fungsi aktivasi
        tanh
    }

    //calculate the output of the network
    //the output neuron is linear
    Target = 0.0;
    for (int j = 0; j < Jumlah_Hidden; j++){
        Target = Target + Hidden_Value[j] * Bobot_Hidden_Output[j];
    }
    //fungsi aktivasi linier

    //menghitung kesalahan
    Error_Pola_Ini = (Target - Output_Target[Jumlah_Pola_Tanaman]); //
    Error
}

```

e) Source Code perubahan bobot *Input* ke *Hidden layer* (*Backpropagation*)

```

//Backpropagation
public static void backpropagation(){

    //adjust the weights input-hidden
    // return 1 - Math.pow(Math.tanh(Hidden_Value[i]), 2);
    for (int j = 0; j < Jumlah_Hidden; j++) {
        for (int i = 0; i < Jumlah_Input; i++) {
            double x = derivative_tanh(Hidden_Value[i]);
            x = x * Bobot_Hidden_Output[j] * Error_Pola_Ini *
            Laju_Pembelajaran;
            x = x * Training_Inputs[Jumlah_Pola_Tanaman][i];
            double weightChange = x;
            Bobot_Input_Hidden[i][j] = Bobot_Input_Hidden[i][j] -
            weightChange;
        }
    }
}

```

}

f) Source Code perubahan bobot *Hidden* ke *Output* layer
(*Backpropagation*)

```
for (int j = 0; j < Jumlah_Hidden; j++){
    double weightChange = Laju_Pembelajaran * Error_Pola_Ini *
Hidden_Value[j];
    Bobot_Hidden_Output[j] = Bobot_Hidden_Output[j] -
weightChange;
    //Aturan pada bobot keluaran
    if (Bobot_Hidden_Output[j] < -5) {
        Bobot_Hidden_Output[j] = -5;
    }
    else if (Bobot_Hidden_Output[j] > 5) {
        Bobot_Hidden_Output[j] = 5;
    }
}
}
```

g) Source Code fungsi aktivasi *Hyperbolic Tangent*

```
//Fungsi Hyperbolic Tangen
public static double tanh(double x){
    if (x > 20){
        return 1;
    }
    else if (x < -20){
        return -1;
    }
    else{
        double a = (1 - (Math.exp(-2 * x)));
        double b = (1 + (Math.exp(-2 * x)));
        return a / b;
    }
}
```

h) Source Code perhitungan seluruh jumlah *error*

```
//Hitung semua error
public static void Hitung_Semua_Error(){

    Sum_Square_Error = 0.0;
    Mean_Square_Error = 0.0;

    for (int i = 0; i < Jumlah_Pola; i++){
        Jumlah_Pola_Tanaman = i;
        feedforward();
        Sum_Square_Error = Sum_Square_Error + (Error_Pola_Ini *
Error_Pola_Ini);
    }
    Mean_Square_Error = Sum_Square_Error / Jumlah_Pola;
}
```

i) Source Code deNormalisasi

```

public static double denormalisasi(double y){
//Fungsi DeNormalisasi Output
public static double deNormalisasi(double y){

    double m = 2;

    double x = y * (Math.pow(10,2));
    return x;
}

```

j) Source Code proses *Neural Network* dengan model *Multilayer Perceptron*

```

protected void MLP(){

    //initiate the weights //Inisiasi Bobot
    Inisialisasi_Bobot();

    //load in the data //Memuat Data
    Inisialisasi_Data();

    // Normalisasi
    Normalisasi();

    //training network //pelatihan jaringan
    for (int j = 0; j <= Jumlah_Iterasi; j++){

        for (int i = 0; i < Jumlah_Pola; i++){

            //select a polatern at random
            Jumlah_Pola_Tanaman = (int) ((Math.random() *
            Jumlah_Pola) - 0.001);

            //calculate the current network output
            //and error for this polatern
            feedforward();

            //change network weights
            backpropagation();

        }

        Hitung_Semua_Error();
        DecimalFormat de = new
        DecimalFormat("#####");
        println(" epoch= "+ j
            +"\t Mean_Square_Error= "+
            (Double.valueOf(de.format(Mean_Square_Error)))
            +"\t Sum_Square_Error= "+
            (Sum_Square_Error)
            );

        if ( (Mean_Square_Error) < (Target_Error)){
            break;
        }
        //Untuk Data Grafik Epoh
        epochz[j]=j;

        mse[j]=(Double.valueOf(de.format(Mean_Square_Error)));
    }

    Tampilkan_Hasil();
}

```

```
}

```

k) Source Code proses menampilkan hasil dari perhitungan *Neural network* beserta grafik pertumbuhan tanaman

```
//Tampilkan hasil
public static void Tampilkan_Hasil(){
    double[] arr = new double[Jumlah_Pola];
    double[] tinggiAktual = new double[Jumlah_Pola];
    double[] tinggiSimulasi = new double[Jumlah_Pola];
    println(" -----")
    ",0xff0000);
    println(" Pola Tanaman\t Aktual\t Neural\t Error\t Squared
    Error\t", 0xff0000);
    for (int i = 0; i < Jumlah_Pola; i++){
        Jumlah_Pola_Tanaman = i;
        feedforward();
        DecimalFormat df = new DecimalFormat("###");
        DecimalFormat de = new DecimalFormat("###");
        DecimalFormat di = new DecimalFormat("#####");
        println( " Pola ke-" + (Jumlah_Pola_Tanaman + 1)
            +" \t " +
            Double.valueOf(df.format((Output_Target[Jumlah_Pola_Tanaman])))
            +" \t " + Double.valueOf(df.format((Target)))
            +" \t " +
            Double.valueOf(de.format((Math.abs(Error_Pola_Ini))))
            +" \t " + (Math.abs(Error_Pola_Ini *
            Error_Pola_Ini))
            );
    }
    println(" -----Tabel Hasil DeNormalisasi-----")
    ",0xff0000);
    println(" Pola Tanaman\t Aktual\t Neural\t Selisih",
    0xff0000);
    for (int i = 0; i < Jumlah_Pola; i++){
        Jumlah_Pola_Tanaman = i;
        feedforward();
        DecimalFormat df = new DecimalFormat("#####");
        DecimalFormat de = new DecimalFormat("#####");

        println( " Pola ke-" + (Jumlah_Pola_Tanaman + 1)
            +" \t " +
            (Double.valueOf(df.format(deNormalisasi(Output_Target[Jumlah_Pola_Tanaman]
            ))))
            +" cm\t " +
            (Double.valueOf(df.format(deNormalisasi(Target))))
            +" cm\t " +
            (Double.valueOf(de.format(deNormalisasi(Math.abs(Error_Pola_Ini)))))
            +" cm "
            );

        // Setiap value error dimasukkan ke array

        arr[i]=Double.valueOf(de.format(deNormalisasi(Math.abs((Error_Pola_Ini
            _Ini)))));
    }
}

```

```

        tinggiAktual[i]=Double.valueOf(de.format(deNormalisasi(Output_Target[Jumlah_Pola_Tanaman])));

        tinggiSimulasi[i]=Double.valueOf(df.format(deNormalisasi(Target)));
    };

    }

    // Mencari selisih terkecil dari keseluruhan pola
    int index = 0;
    double small = arr[0];
    for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
        if (arr[i] < small)
        {
            small = arr[i];
            index = i;
        }
    }
    index+=0;
    println(" -----")
    ",0xff0000);
    println(" Silisih terkecil: "+ small +", pada pola ke-"+ (index +
1)
        +",\n Tinggi Aktual: "+
(deNormalisasi(Output_Target[index])) + " cm"
        +", Jumlah Daun: "+ (int)
(deNormalisasi(Training_Inputs[index][1])) + " lembar");

        //deNormalisasi();
        double tinggiz = deNormalisasi(Output_Target[index]);
        int daunz = (int)deNormalisasi(Training_Inputs[index][1]);

        DecimalFormat df = new DecimalFormat("#");
        println("
=====",0xff0000);
        println(" Yang akan di simulasikan atau divisualisasikan :
\t",0x000000);
        println(" Data Aktual Tanaman Pola ke-"+ (index +
1),0x000000);
        println(" Tinggi Tanaman : "+ Double.valueOf(df.format(tinggiz))
+" cm",0x000000);
        println(" Jumlah Daun : "+ daunz + " lembar",0x000000);
        println(" Tekan tombol \"Run Tumbuh\" untuk mengamati
pemodelan!\n",0x000000);
        tinggi = tinggiz/daunz;
        daun = daunz;

        //Grafik Mean_Square_Error
        epoh.clear().setTitle("Grafik Mean Square Error").
        setColumnKey(0,"Epoch").
        setColumnKey(1,"Error Maks (" +Target_Error+"));
        chart(epoh,XY_PLOT);
        epoh.setColumnLabel("Mean Squared Error (MSE)");
        epoh.setRowLabel("Epochs");

        double [] nilaierror=mse;
        double [] jumlaherror=epochz;

        for (int a=0; a < jumlaherror.length ;a++ ){
            float y = nilaierror[a];
            float x = jumlaherror[a];

```

```

        Dataseries series = epoh.addRow().setX(0, x).setY(0,
y);

    }

    for (int c=0; c < jumlaherror.length ;c++ ){
        float b = Target_Error;
        float a = jumlaherror[c];
        Dataseries series = epoh.addRow().setX(1, a).setY(1,
b);

    }

    //Grafik Perbandingan
    grafik.clear().setTitle("Grafik Perbandingan Tinggi Tanaman
secara Aktual dan Neural Network ").
    setColumnKey(0,"Aktual").
    setColumnKey(1,"Neural Network");
    chart(grafik,XY_PLOT);
    grafik.setColumnLabel("Tinggi Tanaman (cm)");
    grafik.setRowLabel("Pola Tanaman (ke-)");

    double [] tinggiaktual=tinggiAktual;
    int []
    polaaktual={1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20};

    for (int a=0; a < tinggiaktual.length ;a++ ){
        float y = tinggiaktual[a];
        float x = polaaktual[a];
        Dataseries series = grafik.addRow().setX(0,
x).setY(0, y);

    }

    double [] tinggisimulasi=tinggiSimulasi;
    int []
    polasimulasi={1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20};

    for (int s=0; s < tinggisimulasi.length ;s++ ){
        float b = tinggisimulasi[s];
        float a = polasimulasi[s];
        Dataseries series = grafik.addRow().setX(1,
a).setY(1, b);

    }

}

```

Setelah melalui perhitungan *Neural Network* maka langkah selanjutnya adalah proses visualisasi dalam bentuk simulasi pertumbuhan tanaman krisan ini dimulai dengan memasukan nilai dari input proses *Neural Network*. Berikut adalah potongan *source code* untuk visualisasi tanaman :

1) Source Code untuk pembentukan Variabel dan Inisial Visualisasi

```
// ***** AWAL SOURCE CODE " PEMODELAN KRISAN " *****
    public const double v = 0.001; // Pertumbuhan tiap looping
    module batang(int panjang, int lnfb) extends F(v, 0.005){ //
Tinggi Tumbuhan, Diameter
        {
            setShader(barkMat);
        }
    };

// a meristem as seed for growth:
    module Meristem(int panjang, int lnfb) extends Sphere(0.0005){ //
Besarnya titik tumbuh
        {
            setShader(GRAY);
        }
    };

// Daun
    module Dedaun(int panjang, int lnfb) extends
Parallelogram(0.5,0.2); //wireframe model, untuk pertumbuhan daun

// Pola daun & batang (skinning)
    const Shader leafmat = shader("daun");
    const Shader barkMat = shader("batang");

    public static double daun;
    public static double tinggi;

    public int jam;           // jam
    public int hari;          // hari
    public int nDaun;         // total number of all leaves (Total
jumlah daun)

// number of jam units between the emergence of two leaves
    const int loopBtgSamping = 40; // interval tumbuh kesamping dan
looping tiap ruas batang
    const int loopBtgAtas = 60;    // pengaruh terhadap
tinggi batang, interval tumbuh keatas dan looping tiap ruas batang
    const int loopBtg = 96;        // pertumbuhan daun
bersamaan dengan pertumbuhan batang

// Disamakan dengan variable parameter F
    const float rTumBatang = v; // tinggi tumbuh per ruas batang
    const float rTumDiameter = 0.000004; // besarnya diameter
    const float rTumDaunSkala = 0.0016; // besarnya tumbuh daun

    const float[] maxTumBatang = {0.03, 0.05, tinggi};
```

Agar menyerupai bentuk asli tanaman krisan maka dilakukan proses *skinning* yaitu memasukan gambar *texture* daun dan batang pada komponen tanaman agar menyerupai dengan aslinya. *Source code* nya sebagai berikut :

m) Source Code untuk Pembentukan Skinning

```
// Pola daun & batang (skinning)
    const Shader leafmat = shader("daun");
```

```
const Shader barkMat = shader("batang");
```

Gambar texture batang dan daun ini diperoleh dengan mengambil gambar dari tanaman aslinya.



Gambar 4.6 Texture Tanaman (a) Batang dan (b) Daun

Setelah pembentukan variabel lalu pembentukan inisialisasi yang digambarkan pada potongan source code berikut :

n) Source Code Untuk Pembentukan Inisialisasi

```
protected void init() {
    MLP(); // memanggil method perhitungan MLP (MultiLayer
    Perceptron)
    hari=0;
    jam = 0;
    nDaun = 0;
    [Axiom ==>Meristem random(0, 0);]
}
```

Kemudian kita akan menambahkan method tambahMeristem, tambahBatang dan tambahDaun. Berikut adalah source nya :

o) Source Code Untuk Method Tambah Meristem

```
protected void tambahMeristem(){
    // first rule: the meristem ages
    [
        m:Meristem ::> m[panjang]++;
    // for a meristem: formation of the internode
        m:Meristem, (m[panjang] == loopBtgSamping || m[lfb]
    == 0) ==>
        batang(0, m[lfb]+1) [
            RH(5) RL(70)
            [
                Dedaun(0,
m[lfb]+1).(setShader(leafmat), setScale(0.001))
```

```

        { nDaun++;
          //println(" Jumlah Daun :
"+ (nDaun-1) + " lembar",0x000000);
        }
        // new leaf is counted!
      ]
    ] RH(140) RU(random(-5,5)) Meristem(0, m[lafb]+1);
  }
}

```

p) Source Code Untuk Method Tambah Batang

```

protected void tambahBatang(){
  // block for internode extension:
  [
    i:batang ::>
    {
      int maturityclass = 0;
      int lpi = nDaun - i[lafb] - 1; // leaf age
      if (lpi < 3) {
        maturityclass = 1;
      }
      else
      {
        if (i[lafb] > 5){
          maturityclass = 2;
        }
        else
        {
          maturityclass = 3;
        }
      }
      if (i[panjang] < loopBtgAtas && i[length] <=
maxTumBatang[maturityclass-1]) {
        i[length] += rTumBatang; } // length growth
        during firs days
        i[diameter] += rTumDiameter; // diameter
        growth always
        i[panjang]++; // age increment
      }
    ]
  }
}

```

q) Source Code Untuk Method Tambah Daun

```

protected void tambahDaun(){
  // pertumbuhan daun:
  [
    s:Dedaun, (s[panjang] < loopBtg) ::> {
      s.setScale(s[scale] + rTumDaunSkala);
      s[panjang]++;
    }
  ]
}

```

Kemudian, tahap akhir pembentukan program visualisasi ini adalah pembentukan method tumbuh. Berikut adalah source nya :

r) Source Code Untuk Method Tumbuh

```

public void Tumbuh(){
    if(nDaun<=daun){
        tambahMeristem();
        tambahBatang();
        tambahDaun();
        jam++;
        //println("Jam ke-" + jam);

        // menampilkan jumlah hari
        if(jam%24==0){
            hari++;

            println(" Hari ke-" +hari,0xff0000);
            DecimalFormat df = new DecimalFormat("#.");
            println(" Tinggi Tanaman : "+
Double.valueOf(df.format(tinggi * (nDaun))) + " cm");
            println(" Jumlah Daun : "+ (nDaun) + "
lembar\n",0x069d14);

            // Untuk Data Grafik Pertumbuhan
            harike[hari]=hari;
            tinggitanaman[hari]=Double.valueOf(df.format(tinggi *
(nDaun)));
            dauntanaman[hari]=nDaun;

            //Grafik Pertumbuhan
            pertumbuhan.clear().setTitle("Grafik Pertumbuhan").
            setColumnKey(0,"Hari (ke-"+(hari)+")").
            setColumnKey(1,"Tinggi (" +
Double.valueOf(df.format(tinggi * (nDaun))) + " cm").
            setColumnKey(2,"Daun ("+ (nDaun) + " lembar");
            chart(pertumbuhan,XY_PLOT);
            pertumbuhan.setColumnLabel("Nilai Pertumbuhan");
            pertumbuhan.setRowLabel("Hari ke- ");

            double [] nilaitinggi=tinggitanaman;
            double [] nilaidaun=dauntanaman;
            int []
jumlahhari={0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23
,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,34,34,36,37,38,39,40};

            for (int a=0; a < (hari)+1 ;a++ ){
                float y = nilaitinggi[a];
                float x = jumlahhari[a];

                Dataseries series =
pertumbuhan.addRow().setX(1, x).setY(1, y);
            }

            for (int l=0; l < (hari)+1 ;l++ ){
                float b = nilaidaun[l];
                float a = jumlahhari[l];

                Dataseries series =
pertumbuhan.addRow().setX(2, a).setY(2, b);
            }

            for (int h=0; h < (hari)+1 ;h++ ){
                float d = hari;

```

```

float c = jumlahhari[h];

        Dataseries series =
pertumbuhan.addRow().setX(0, c).setY(0, d);
    }

}

else
{
    DecimalFormat df = new DecimalFormat("#.");
    println(" Simulasi Selesai");
    JOptionPane.showMessageDialog(null,"Simulasi
Selesai pada :\nHari ke-"+(hari)+ "\nTinggi Tanaman : "
+Double.valueOf(df.format(tinggi * (nDaun-1)))+ " cm\nJumlah Daun :
"+(nDaun-1)+" lembar ", "Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan", 1);
}

}

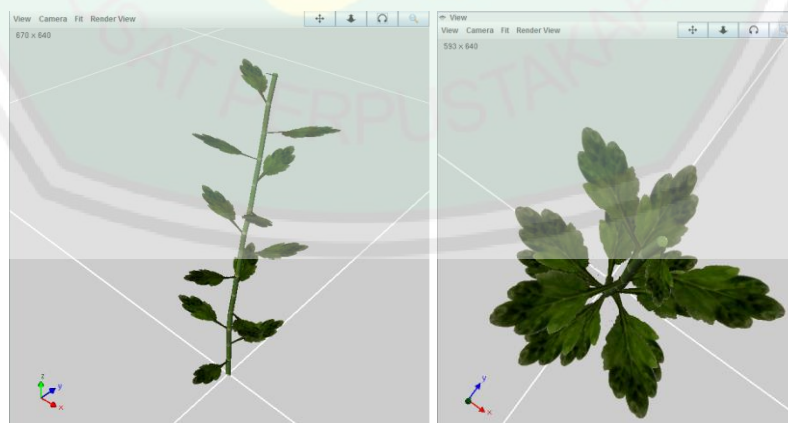
// ***** AKHIR SOURCE CODE " PEMODELAN KRISAN " *****

```

4.5 Hasil Program

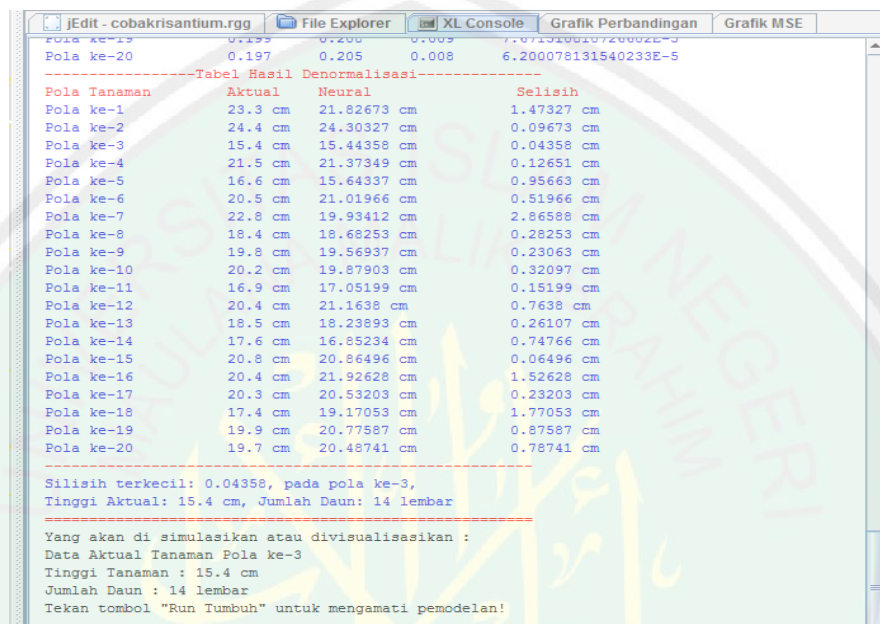
Pada proses akhir program simulasi pertumbuhan ini menampilkan simulasi bentuk 3D (tiga dimensi) tanaman krisan yang hampir mirip dengan dengan bentuk aslinya disertai atribut keterangan jumlah daun, tinggi tanaman, waktu pertumbuhan, serta grafik pertumbuhan.

Berikut adalah gambar hasil *Screenshot* dari program simulasi yang telah dibuat :



Gambar 4.7 Hasil Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan

Dari hasil program tersebut akan disimulasikan data ke-3 dengan tinggi tanaman 15.4 cm dan jumlah daun sebanyak 14 lembar dengan hari ke-23. Berikut hasil *Printscreen* output dari program :

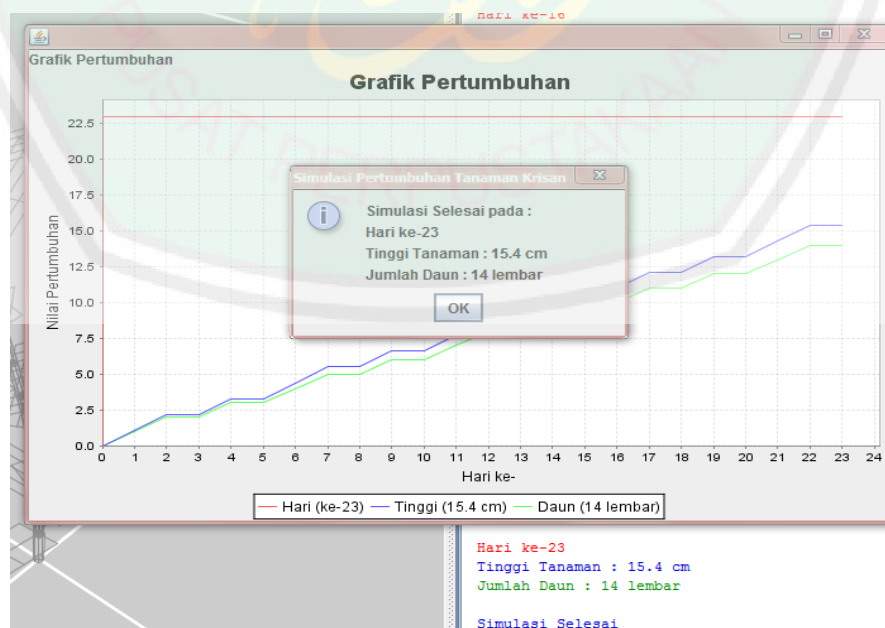


Pola	Aktual	Neural	Selisih
Pola ke-1	23.3 cm	21.82673 cm	1.47327 cm
Pola ke-2	24.4 cm	24.30327 cm	0.09673 cm
Pola ke-3	15.4 cm	15.44358 cm	0.04358 cm
Pola ke-4	21.5 cm	21.37349 cm	0.12651 cm
Pola ke-5	16.6 cm	15.64337 cm	0.95663 cm
Pola ke-6	20.5 cm	21.01966 cm	0.51966 cm
Pola ke-7	22.8 cm	19.93412 cm	2.86588 cm
Pola ke-8	18.4 cm	18.68253 cm	0.28253 cm
Pola ke-9	19.8 cm	19.56937 cm	0.23063 cm
Pola ke-10	20.2 cm	19.87903 cm	0.32097 cm
Pola ke-11	16.9 cm	17.05199 cm	0.15199 cm
Pola ke-12	20.4 cm	21.1638 cm	0.7638 cm
Pola ke-13	18.5 cm	18.23893 cm	0.26107 cm
Pola ke-14	17.6 cm	16.85234 cm	0.74766 cm
Pola ke-15	20.8 cm	20.86496 cm	0.06496 cm
Pola ke-16	20.4 cm	21.92628 cm	1.52628 cm
Pola ke-17	20.3 cm	20.53203 cm	0.23203 cm
Pola ke-18	17.4 cm	19.17053 cm	1.77053 cm
Pola ke-19	19.9 cm	20.77587 cm	0.87587 cm
Pola ke-20	19.7 cm	20.48741 cm	0.78741 cm

Selisih terkecil: 0.04358, pada pola ke-3,
Tinggi Aktual: 15.4 cm, Jumlah Daun: 14 lembar

Yang akan di simulasikan atau divisualisasikan :
Data Aktual Tanaman Pola ke-3
Tinggi Tanaman : 15.4 cm
Jumlah Daun : 14 lembar
Tekan tombol "Run Tumbuh" untuk mengamati pemodelan!

Gambar 4.8 Sebelum Program Disimulasikan



Gambar 4.9 Setelah Program Disimulasikan

4.6 Evaluasi Program

Untuk mengevaluasi program ini dilakukan perbandingan antara data aktual dengan hasil perhitungan atau pendekatan *Neural Network*. Program simulasi ini akan dianggap baik apabila hasil prosentase *error* semakin kecil.

Penelitian ini untuk satu kali pengambilan data terdapat 4 simulasi, sehingga dengan keseluruhan 4 kali pengambilan data maka keseluruhan simulasi adalah 16 kali. Untuk uji coba dilakukan 16 kali juga sehingga dapat terlihat keseluruhan perbandingan antara data uji coba dan hasil simulasi yang akan dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 4.9 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Simulasi Pada Perlakuan Pertama dan Pengambilan Data Terakhir.

No.	Tinggi tanaman (cm)		Banyak daun	
	Hasil Observasi	Hasil Simulasi	Hasil Observasi	Hasil Simulasi
1.	17,6	18.4	14	15
2.	21	18.4	16	15
3.	18,4	18.4	15	15
4.	14,3	18.4	11	15
5.	22	18.4	16	15
6.	18,6	18.4	13	15
7.	17,8	18.4	15	15
8.	15,8	18.4	15	15
9.	22,8	18.4	16	15
10.	14,2	18.4	12	15
11.	14,3	18.4	12	15
12.	13,1	18.4	13	15
13.	17,9	18.4	16	15
14.	15,9	18.4	14	15
15.	11,6	18.4	14	15
16.	18,9	18.4	16	15
17.	21,6	18.4	17	15
18.	19	18.4	13	15
19.	21,1	18.4	16	15
20.	24,5	18.4	14	15

Dari data pada tabel 4.7 akan dihitung nilai *error rate* dengan rumus *MAPE*

(*The Mean Absolute Percentage Error*) :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_t - Y'_t|}{Y_t} \quad (4.17)$$

Dengan

n : Jumlah data

Y_t : Data lapangan ke-i

Y'_t : Data hasil perhitungan *Neural Network* ke-i

Tabel 4.10 Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Pertama dan Pengambilan Data Terakhir.

No.	Tinggi Tanaman			No.	Banyak daun		
	Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$		Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$
1.	17,6	18,4	0.045	1.	14	15	0.071
2.	21	18,4	0.124	2.	16	15	0.063
3.	18,4	18,4	0.000	3.	15	15	0.000
4.	14,3	18,4	0.287	4.	11	15	0.364
5.	22	18,4	0.164	5.	16	15	0.063
6.	18,6	18,4	0.011	6.	13	15	0.154
7.	17,8	18,4	0.034	7.	15	15	0.000
8.	15,8	18,4	0.165	8.	15	15	0.000
9.	22,8	18,4	0.193	9.	16	15	0.063
10.	14,2	18,4	0.296	10.	12	15	0.250
11.	14,3	18,4	0.287	11.	12	15	0.250
12.	13,1	18,4	0.405	12.	13	15	0.154
13.	17,9	18,4	0.028	13.	16	15	0.063
14.	15,9	18,4	0.157	14.	14	15	0.071
15.	11,6	18,4	0.586	15.	14	15	0.071
16.	18,9	18,4	0.026	16.	16	15	0.063
17.	21,6	18,4	0.148	17.	17	15	0.118
18.	19	18,4	0.032	18.	13	15	0.154
19.	21,1	18,4	0.128	19.	16	15	0.063
20.	24,5	18,4	0.249	20.	14	15	0.071
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0.168	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0.105
Persentase			16.8%	Persentase			10.5%
Rata-rata Persentase				13.7%			

Hasil akhir dari perhitungan persentase error rate pada pengambilan data terakhir dan perlakuan pertama adalah 13,7 %. Serta untuk data yang lain menggunakan cara yang sama dengan perhitungan pada tabel 4.10.

Tabel 4.11 Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Kedua dan Pengambilan Data Terakhir

No.	Tinggi Tanaman			No.	Banyak daun		
	Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$		Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$
1.	19	18,4	0.032	1.	13	14	0.077
2.	23,5	18,4	0.217	2.	16	14	0.125
3.	26,9	18,4	0.316	3.	17	14	0.176
4.	21,3	18,4	0.136	4.	15	14	0.067
5.	19,1	18,4	0.037	5.	15	14	0.067
6.	22,4	18,4	0.179	6.	13	14	0.077
7.	24,3	18,4	0.243	7.	14	14	0.000
8.	14,8	18,4	0.243	8.	14	14	0.000
9.	24,8	18,4	0.258	9.	15	14	0.067
10.	26	18,4	0.292	10.	15	14	0.067
11.	22,8	18,4	0.193	11.	16	14	0.125
12.	18,4	18,4	0.000	12.	14	14	0.000
13.	24,8	18,4	0.258	13.	20	14	0.300
14.	26	18,4	0.292	14.	15	14	0.067
15.	21,5	18,4	0.144	15.	18	14	0.222
16.	20,5	18,4	0.102	16.	15	14	0.067
17.	19,4	18,4	0.052	17.	15	14	0.067
18.	14,1	18,4	0.305	18.	10	14	0.400
19.	26,5	18,4	0.306	19.	16	14	0.125
20.	19,6	18,4	0.061	20.	14	14	0.000
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,182	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0.105
Persentase			18,2 %	Persentase			10.5%
Rata-rata Persentase				14.4%			

Hasil akhir dari perhitungan persentase error rate pada pengambilan data terakhir dan perlakuan kedua adalah 14,4 %.

Tabel 4.12 Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Ketiga dan Pengambilan Data Terakhir.

No.	Tinggi Tanaman			No.	Banyak daun		
	Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$		Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$
1.	17,1	22,7	0.327	1.	12	16	0.333
2.	13,9	22,7	0.633	2.	11	16	0.455
3.	24,1	22,7	0.058	3.	15	16	0.067
4.	18,6	22,7	0.220	4.	14	16	0.143
5.	26	22,7	0.127	5.	15	16	0.067
6.	23,6	22,7	0.038	6.	17	16	0.059
7.	18,9	22,7	0.201	7.	12	16	0.333
8.	20,3	22,7	0.118	8.	15	16	0.067
9.	17,1	22,7	0.327	9.	12	16	0.333
10.	16,4	22,7	0.384	10.	13	16	0.231
11.	19,9	22,7	0.141	11.	15	16	0.067
12.	22,7	22,7	0.000	12.	16	16	0.000
13.	16,5	22,7	0.376	13.	13	16	0.231
14.	17,9	22,7	0.268	14.	15	16	0.067
15.	17,9	22,7	0.268	15.	15	16	0.067
16.	19,1	22,7	0.188	16.	15	16	0.067
17.	22,8	22,7	0.004	17.	14	16	0.143
18.	20,2	22,7	0.124	18.	15	16	0.067
19.	17,2	22,7	0.320	19.	13	16	0.231
20.	18,8	22,7	0.207	20.	14	16	0.143
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0.2166	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0.1584
Persentase			21.7%	Persentase			15.8%
Rata-rata Persentase				18.7%			

Hasil akhir dari perhitungan persentase error rate pada pengambilan data terakhir dan perlakuan ketiga adalah 18,7 %.

Tabel 4.13 Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Ke empat dan Pengambilan Data Terakhir

No.	Tinggi Tanaman			No.	Banyak daun		
	Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$		Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$
1.	23,3	15,4	0.339	1.	14	14	0.000
2.	24,4	15,4	0.369	2.	16	14	0.125
3.	15,4	15,4	0.000	3.	14	14	0.000
4.	21,5	15,4	0.284	4.	15	14	0.067
5.	16,6	15,4	0.072	5.	14	14	0.000
6.	20,5	15,4	0.249	6.	16	14	0.125

No.	Tinggi Tanaman			No.	Banyak daun		
	Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$		Y_t	Y'_t	$ (Y_t - Y'_t) /Y_t$
7.	22,8	15,4	0.325	7.	14	14	0.000
8.	18,4	15,4	0.163	8.	15	14	0.067
9.	19,8	15,4	0.222	9.	17	14	0.176
10.	20,2	15,4	0.238	10.	15	14	0.067
11.	16,9	15,4	0.089	11.	12	14	0.167
12.	20,4	15,4	0.245	12.	17	14	0.176
13.	18,5	15,4	0.168	13.	14	14	0.000
14.	17,6	15,4	0.125	14.	12	14	0.167
15.	20,8	15,4	0.260	15.	17	14	0.176
16.	20,4	15,4	0.245	16.	14	14	0.000
17.	20,3	15,4	0.241	17.	14	14	0.000
18.	17,4	15,4	0.115	18.	17	14	0.176
19.	19,9	15,4	0.226	19.	15	14	0.067
20.	19,7	15,4	0.218	20.	13	14	0.077
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0.2096	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0.0816
Persentase			21.0%	Persentase			8.2%
Rata-rata Persentase				14.6%			

Hasil akhir dari perhitungan persentase error rate pada pengambilan data terakhir dan perlakuan ke empat adalah 14,6 %.

Selanjutnya setelah keseluruhan data yang terdiri dari 16 data ini diolah. Didapatkan keseluruhan hasil dari MAPE (*The Mean Absolute Percentage Error*) pada tabel 4.14 berikut :

Tabel 4.14 Hasil Akhir Perbandingan MAPE

Pengambilan Data	Perlakuan			
	Penyiraman Sore		Penyiraman Pagi	
	Urea 2gr/ltr (perlakuan 1)	Urea 1gr/ltr (perlakuan 2)	Urea 2gr/ltr (perlakuan 3)	Urea 1gr/ltr (perlakuan 4)
Pertama	19.3%	19.1%	29.9%	11.4%
Kedua	17.8%	34.2%	26.8%	11.5%

Pengambilan Data	Perlakuan			
	Penyiraman Sore		Penyiraman Pagi	
	Urea 2gr/ltr (perlakuan 1)	Urea 1gr/ltr (perlakuan 2)	Urea 2gr/ltr (perlakuan 3)	Urea 1gr/ltr (perlakuan 4)
Ketiga	17.5%	15.3%	14.6%	11.7%
Keempat	13.7%	14.4%	18.7%	14.6%
Rata-rata	17.05%	20.75%	22.49%	12.31%

4.7 Kajian Program Dalam Perspektif Islam

Perspektif keislaman pada sebuah penelitian sangat penting bagi peneliti muslim, karena kata dasar penelitian yaitu “teliti” juga di ulang sebanyak tiga kali di dalam Al-Quran diantaranya pada surat Maryam ayat 84, ayat 94 serta surat AL Hujuraat ayat 6. Maka pembuatan program simulasi ini dimaksudkan terdapat banyak poin penting yang perlu dikaji dalam hal integrasi dan perspektif keislaman.

Pertama, pembuatan program simulasi pertumbuhan tanaman krisan ini memberikan kemudahan kepada masyarakat yang ingin belajar menanam krisan. Dan bahwasanya jika seseorang memberikan kemudahan kepada orang lain, maka Allah SWT akan memberikan kemudahan kepada hambaNya tersebut. Dalam shohih Muslim pada Bab “Keutamaan berkumpul untuk membaca Al Qur’an dan dzikir”, dari Abu Hurairah radhiyallahu ‘anhu, Rasulullah shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda :

مَنْ نَفَسَ عَنْ مُؤْمِنٍ كُرْبَةً مِنْ كُرْبِ الدُّنْيَا نَفَسَ اللَّهُ عَنْهُ كُرْبَةً مِنْ كُرْبِ
يَوْمِ الْقِيَامَةِ وَمَنْ يَسَّرَ عَلَى مُعْسِرٍ يَسَّرَ اللَّهُ عَلَيْهِ فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ وَمَنْ
سَتَرَ مُسْلِمًا سَتَرَهُ اللَّهُ فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ وَاللَّهُ فِي عَوْنِ الْعَبْدِ مَا كَانَ
الْعَبْدُ فِي عَوْنِ أَخِيهِ

Artinya :

“Barangsiapa meringankan sebuah kesusahan (kesedihan) seorang mukmin di dunia, Allah akan meringankan kesusahannya pada hari kiamat.

Dan Barangsiapa memudahkan urusan seseorang yang dalam keadaan sulit, Allah akan memberinya kemudahan di dunia dan akhirat.

Barangsiapa menutup ‘aib seseorang, Allah pun akan menutupi ‘aibnya di dunia dan akhirat. Allah akan senantiasa menolong hamba-Nya, selama hamba tersebut menolong saudaranya.” (HR. Muslim no. 2699)

Dalam menyajikan program simulasi pertumbuhan tanaman krisan ini juga membutuhkan proses yang tidak mudah, namun dalam mewujudkan sebuah karya untuk memudahkan dari hal yang sulit harus dibutuhkan perjuangan dengan dilandasi keikhlasan dan tawakal kepada Allah SWT. Pada Al-Quran surat Alam Nasyrah ayat 4 dan 5 Allah SWT berfirman :

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٤﴾

Artinya : “ (5) karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, (6) Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. ”

Pada Tafsir Ibnu Katsir jilid 8 halaman 498 dijelaskan bahwa Allah SWT memberitahukan bahwa bersama kesulitan itu terdapat kemudahan. Kemudian Dia mempertegas berita tersebut. Ibnu Jarir meriwayatkan dari al-Hasan, dia berkata Nabi Muhammad SAW pernah keluar rumah pada suatu hari dalam keadaan senang dan gembira, dan beliau juga dalam keadaan tertawa seraya bersabda :

((لَنْ يَغْلِبَ عُسْرٌ يُسْرَيْنِ، لَنْ يَغْلِبَ عُسْرٌ يُسْرَيْنِ، فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا
إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا.))

Artinya : “Satu kesulitan itu tidak akan pernah mengalahkan dua kemudahan, satu kesulitan itu tidak akan pernah mengalahkan dua kemudahan, karena bersama kesulitan itu pasti terdapat kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan itu terdapat kemudahan.”

Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kesulitan itu dapat diketahui pada dua keadaan, dimana kalimatnya dalam bentuk *mufrad* (tunggal). Sedangkan kemudahan (*al-yusr*) dalam bentuk nakirah (tidak ada ketentuannya) sehingga bilangannya bertambah banyak. Oleh karena itu, beliau bersabda, “Satu kesulitan itu tidak akan pernah mengalahkan dua kemudahan.”

Kedua, dalam proses pembuatan program simulasi pertumbuhan tanaman krisan ini peneliti juga melakukan pengamatan dan mengumpulkan data di lokasi penelitian. Dengan mengamati dan mempelajari pertumbuhan tanaman dapat memperkuat keimanan manusia terhadap Allah SWT, hal ini sesuai dengan Al-Qur'an surat Al An'aam ayat 99 yang berbunyi :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ
خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ
أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ انْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ
إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya : “dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (QS. Al-An’aam ayat 99)

Pada Tafsir Ibnu Katsir jilid 3 halaman 363 dijelaskan bahwa tanda-tanda kekuasaan Allah SWT bagi orang-orang yang beriman, dapat dilihat dari awal mulanya turunnya air hujan dari langit hingga jatuh ke bumi sehingga menyebabkan tumbuhnya berbagai macam tumbuhan dan tanaman yang menghijau hingga mereka ada yang berbunga dan berbuah.

Fungsi pada pembuatan program ini untuk menentukan dosis pupuk dan penyiraman yang tepat akan membuat tanah mejadi subur sehingga berpengaruh kepada pertumbuhan tanaman yang maksimal, dan hal ini dapat dikaitkan dengan tanda kebesaran Allah SWT bagi orang-orang yang bersyukur pada Al-Qur’an surat Al-A’raaf ayat 58 yang berbunyi :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ تَخْرِجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۖ وَالَّذِي خَبُثَ لَا تَخْرِجُهُ إِلَّا نَكِدًا كَذَٰلِكَ

نُصَرِّفُ الْأَيَّاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya : “dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.” (QS. Al-A’raaf ayat 58).

Penjelasan pada tafsir Ibnu Katsir jilid 3 halaman 387 bahwa Ali bin Abi Thalhhah mengatakan dari Ibnu Abbas mengenai ayat itu “Bahwa hal ini merupakan perumpamaan yang disebutkan Allah bagi orang mukmin dan orang kafir.”

Al-Bukhari meriwayatkan dari Abu Musa Al-Asy’ari, ia berkata, bahwa Rasulullah SAW bersabda :

(مَثَلُ مَا بَعَثَنِي اللَّهُ بِهِ مِنَ الْعِلْمِ وَالْهُدَى، كَمَثَلِ الْغَيْثِ الْكَثِيرِ أَصَابَ أَرْضًا، فَكَانَتْ مِنْهَا نَقِيَّةٌ قَبْلَتْ الْمَاءَ، فَأَنْبَتَتِ الْكَلَّا وَالْعُشْبَ الْكَثِيرَ، وَكَانَتْ مِنْهَا أَجَادِبُ أَمْسَكَتِ الْمَاءَ فَفَنَعَ اللَّهُ بِهَا النَّاسَ، فَشَرَبُوا وَسَقَوْا وَزَرَعُوا، وَأَصَابَ مِنْهَا طَائِفَةٌ أُخْرَى إِنَّمَا هِيَ قِيعَانٌ لَا تُمْسِكُ مَاءً وَلَا تُنْبِتُ كَلًّا، فَذَلِكَ مَثَلُ مَنْ فَقِهَ فِي دِينِ اللَّهِ وَنَفَعَهُ مَا بَعَثَنِي اللَّهُ بِهِ فَعِلِمَ وَعِلْمَ، وَمَثَلُ مَنْ لَمْ يَرْفَعْ بِذَلِكَ رَأْسًا وَلَمْ يَقْبَلْ هُدَى اللَّهِ الَّذِي أُرْسِلْتُ بِهِ.)

Artinya : “Perumpamaan terhadap apa yang diwahyukan Allah kepadaku dalam ilmu dan petunjuk, yaitu bagaikan hujan lebat yang turun ke bumi. Maka ada tanah yang subur yang dapat menerima air dan menumbuhkan tumbuh-tumbuhan dan rerumputan yang banyak. Ada juga tanah gundul yang dapat menahan air sehingga orang-orang dapat mengambil manfaat dari air tersebut, dan mengairi sawah. Dan ada juga tanah yang berupa tanah datar, tidak dapat menahan air dan tidak pula menumbuhkan tumbuh-tumbuhan. Demikian itulah perumpamaan orang yang mengerti tentang agama Allah dan berguna baginya

apa yang diwahyukan kepadaku, lalu (setelah) ia mengetahui, maka ia mengajarkan(nya). Dan (juga) perumpamaan bagi orang yang tidak mengangkat kepalanya (memberikan perhatian) dan tidak mau menerima petunjuk Allah yang diturunkan kepadaku.” (HR. Imam Muslim dan an-Nasa’i).

Ketiga, mensimulasikan berarti mempunyai tujuan untuk memahami tingkah laku sistem dari sebuah proses kehidupan untuk dapat dijadikan pengetahuan, sehingga memberikan sebuah alternatif tindakan dalam mengambil sebuah keputusan (Djati, Bonett Satya Lelono, 2007, Hal. 10). Hal ini dapat dikaitkan pemahaman siklus kehidupan manusia sehingga Allah SWT berfirman pada surat Al Mu’min ayat 67 yang berbunyi :

هُوَ الَّذِي خَلَقَكُمْ مِنْ تُرَابٍ ثُمَّ مِنْ نُطْفَةٍ ثُمَّ مِنْ عَلَقَةٍ ثُمَّ يُخْرِجُكُمْ طِفْلًا ثُمَّ لِتَبْلُغُوا أَشَدَّكُمْ ثُمَّ لِتَكُونُوا شُيُوخًا وَمِنْكُمْ مَنْ يُوَفِّي مِنْ قَبْلٍ وَلِتَبْلُغُوا أَجَلًا مُّسَمًّى وَلَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٦٧﴾

Artinya : “Dia-lah yang menciptakan kamu dari tanah kemudian dari setetes mani, sesudah itu dari segumpal darah, kemudian dilahirkannya kamu sebagai seorang anak, kemudian (kamu dibiarkan hidup) supaya kamu sampai kepada masa (dewasa), kemudian (dibiarkan kamu hidup lagi) sampai tua, di antara kamu ada yang diwafatkan sebelum itu. (kami perbuat demikian) supaya kamu sampai kepada ajal yang ditentukan dan supaya kamu memahami(nya).” (QS. Al Mu’min ayat 67).

Pada tafsir Ibnu Katsir jilid 7 halaman 184 dijelaskan tentang arti dari ayat diatas yang berbunyi “Dia-lah yang menciptakan kamu dari tanah kemudian dari

setetes mani, sesudah itu dari segumpal darah, kemudian dilahirkannya kamu sebagai seorang anak, kemudian (kamu dibiarkan hidup) supaya kamu sampai kepada masa (dewasa), kemudian (dibiarkan kamu hidup lagi) sampai tua” yaitu Dia-lah yang membolak-balikkan kalian dalam semua perputaran tersebut, Maha Esa yang tidak ada sekutu bagi-Nya berdasarkan perintah, aturan dan ketentuan-Nya. Sedangkan maksud arti dari *“Di antara kamu ada yang diwafatkan sebelum itu.”* Yaitu sebelum ada dan keluar ke alam dunia ini, bahkan ibunya telah menggugurkannya. Ada pula diantara mereka yang diwafatkan diwaktu kecil, di waktu muda dan di waktu tua.

Sedangkan maksud dari firman Allah yang artinya *“supaya kamu sampai kepada ajal yang ditentukan dan supaya kamu memahami(nya)”* yakni Ibnu Juraij berkata: “Supaya kalian mengingat hari kebangkitan.”. Dan pada di akhir kata yang berbunyi *“memahami(nya)”* yang dimaksud adalah bahwa sebagai manusia kita harus paham sebenarnya Allah SWT Maha Berkehendak dan Maha Berkuasa atas segala sesuatu-Nya yang ada di seluruh alam semesta tanpa terkecuali.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan pembuatan program simulasi pertumbuhan tanaman dengan perhitungan *Neural Network* telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa perhitungan *Neural Network* memberikan pemilihan data tanaman dengan rata-rata prosentase *rate error* pada tinggi tanaman dan jumlah daun pada perlakuan pertama sebesar 17.05 %, perlakuan kedua 20.75 %, perlakuan ketiga 22.49 % dan perlakuan keempat 12.31 %.

5.2 Saran

Simulasi dalam bentuk tiga dimensi (3D) belum dapat mensimulasikan sampai detail seperti waktu dan hari pada tanaman sebenarnya. Komponen seperti bunga, bentuk dasar batang, dan akar belum dapat dimunculkan. Untuk mencapai hal itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan teori tambahan pada pembuatan model visualisasinya. Untuk pengembangan ke depan, program simulasi ini sebaiknya perlu dilengkapi dengan data output yang lebih kompleks, tidak hanya tinggi tanaman, banyak daun dan jumlah hari. Sehingga hasil pendekatan dapat menggambarkan proses pertumbuhan seperti tanaman krisan sebenarnya. Untuk penelitian berikutnya harapan peneliti, pengamatan pertumbuhan tanaman dapat dilakukan dari biji tanaman krisan (generatif) hingga berbunga, dengan memerlukan waktu pengamatan yang cukup lama.

Untuk penggunaan algoritma *Neural Network* pada penelitian berikutnya dapat diharapkan menggunakan fungsi aktivasi selain *hyperbolic tangent*. Dan masih banyak pula algoritma jaringan saraf tiruan yang dapat diaplikasikan sehingga hasil pada penelitian berikutnya akan lebih maksimal memperoleh hasil nilai pendekatannya.



DAFTAR PUSTAKA

- Albab, Moh. Ulil. 2012. *Simulasi pertumbuhan chrysanthemum reagent pink terhadap pemberian komposisi pupuk urea dan kcl berbasis xl system menggunakan fuzzy mamdani*. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Chuldi, Moh. Prasetya. 2012. *Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan Terhadap Pemberian Dosis Pupuk Urea dan Penyiraman Menggunakan ANFIS Berbasis XL System*. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Djati, Bonett Satya lelono. 2007. *Simulasi – Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Andi.
- Du, K.L., dan M.N.S. Swamy. 2006. *Neural Networks in a Softcomputing Framework*. Canada: Springer.
- Fausett, R.G. 1994. *Fundamentals of Neural Network*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.
- Ghoffar, M Abdul E.M, Abdurrahim Mu'thi, Abu Ihsan Al Atsari. 2004. *Terjemahan Tafsir Ibnu Katsir*. Bogor: Pustaka Imam Syafi'i.
- Haykin, S. 1999. *Neural Networks A Comprehensive Foundation*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.
- Karlik, Bekir dan A. Vehbi Olgac. 2010. *Performance Analysis of Various Activation Functions in Generalized MLP Architectures of Neural Network*. Kuala Lumpur, Malaysia: International Journal of Artificial Intelligence And Expert Systems (IJAE), Volume (1): Issue (4).

Kurniawati Y S.Pd, Ika. 2007. *Budi Daya Tanaman Krisan*. Jakarta: CV. SINAR CEMERLANG ABADI.

Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kusumadewi, Sri dan Hartati, Sri. 2006. *Neuro-Fuzzy, Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Lindenmayer Aristid and Prusinkiewicz Prezemyslaw. 2004. *The Algorithmic Beauty Of Plants*.

Martiana, Entin. 2013. *Data Processing. Soft Computation Research Group, EEPIS-ITS*.

Nur Azizah, Umi. 2009. *Pengaruh media tanam dan jenis pupuk Terhadap pertumbuhan dan perkembangan Tanaman tomat (lycopersicum esculentum mill.) Dengan teknik budidaya hidroponik*.

Rabunal, J.R., dan J. Dorodo. 2006. *Artificial Neural Network in Real-Life Applications*. London: Idea Group Publishing.

Rahmat Rukmana & Asep Eka Mulyana. 1997. *Krisan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Martini, Tri & Kristamtini, Siti Rahayu, Febriyanti, Setyorini W, Supriyanto, Bambang Setyadi, Ambarwati, Hesti Rahsitomurni, Erlin Kurniaati, Sri Purwaningsih, Jayadi, Siswiyanto, Triyono, Umaryati, Tri Mulyani, Tukinah, Puji Hastuti. 2009. *Standar Operasional Prosedur Produksi Benih Krisan*. Yogyakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta.

- Siang, Jong Jek, M.Sc, Drs. 2009. Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Sastrosupadi, Adji, MS, Dr, Ir. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Yogyakarta: Kanisius.
- Suyanto. 2007. *Artificial Intelligence (Searching, Reasoning and Learning)*. Bandung: Informatika.
- Suyantohadi, Atris dan Mochamad Hariadi Mauridhi Hery Purnomo. *Artificial Life Model Pertumbuhan Tanaman Kedelai Menggunakan Metoda Neural Network dan Lindenmayer System*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Suhartono, Mochammad Hariadi, Mauridhi Hery Purnomo. 2011. INTEGRATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS INTO GENETIC L-SYSTEM PROGRAMMING BASED PLANT MODELING ENVIRONMENT WITH MATHEMATICA. State Islamic University of Malang Department of Information Engineering, Faculty of Industrial Technology Departement Electrical Engineering ITS Surabaya.
- Sjamsudin, Wahid.2010. *Function Structure Plant Models Pertumbuhan Tanaman Chrysantemum Puma Putih Terhadap Pemberian Pupuk Urea Dengan Menggunakan Metode Xl-Sytem*. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang
- Zulqifli, Fahrizal. 2011. *Function Structure Plant Model Pertumbuhan Tanaman Bunga Chrysanthemum Indicum Pink Terhadap Pengaruh Pemberian*

Pupuk Mkp Berbasis XI-System. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.

<http://www.petrokimia-gresik.com/urea.asp/> diakses tanggal 26 Nopember 2011, pukul 07.44 WIB.

<http://binaukm.com/2010/06/teknis-budidaya-krisan-potong/> diakses tanggal 26 Nopember 2011, pukul 08.44 WIB.

http://jatim.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=360&Itemid=5/ diakses tanggal 26 Nopember 2011, pukul 05.54 WIB.

http://ditlin.hortikultura.go.id/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=591/ diakses tanggal 26 Nopember 2011, pukul 09.04 WIB.

http://id.wikipedia.org/wiki/Pertumbuhan_tanaman diakses tanggal 22 September 2014, pukul 14.01 WIB.

<http://lecturer.eepis-its.edu/~entin/Data%20Mining/Minggu%20%20Data%20Preprocessing.pdf> diakses tanggal 23 September 2014, pukul 17.44 WIB.

https://en.wikipedia.org/wiki/Koch_snowflake diakses tanggal 1 Juli 2015

http://www.uni-forst.gwdg.de/~wkurth/sumsc10_t01.ppt diakses tanggal 1 Juli 2015, pukul 09.04 WIB.

<http://algorithmicbotany.org/papers/abop/abop-ch1.pdf> diakses tanggal 1 Juli 2015, pukul 14.01 WIB.

<http://yogya.litbang.pertanian.go.id/ind/phocadownload/Standar%20Operasional%20Prosedur%20%20Produksi%20Benih%20Krisan%20Daerah%20Istimewa%20Yogyakarta.pdf> diakses tanggal 1 Juli 2015, pukul 14.01 WIB.

LAMPIRAN

1. Data Observasi

1.1 Pengambilan Data Pertama

1. PENYIRAMAN SETIAP SORE HARI

18-Jun-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 2 GRAM / LITER

PERLAKUAN 1

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	9:10	0.3	5	2.3	4.2	7.2	6
2	9:15	0.3	4.2	2.8	4.5	5.4	9
3	9:17	0.3	2.6	3.7	6.1	4.8	5
4	9:20	0.3	3.3	2.6	5	4.8	6
5	9:22	0.3	5.7	3.4	5	7.6	9
6	9:24	0.2	4.3	2.7	4.6	6.4	7
7	9:27	0.2	4.3	2.3	5.1	7	7
8	9:29	0.3	5.7	3.3	5.5	6.8	6
9	9:32	0.3	6.2	3.5	6.4	8.7	7
10	9:34	0.2	5.6	3.5	5.6	7.1	5
11	9:37	0.3	3.1	3.1	5.8	5.9	7
12	9:39	0.2	1.8	2.3	4	3.8	6
13	9:42	0.3	6.3	3.5	6.1	7.6	8
14	9:44	0.2	5.3	2.7	4.6	7.7	7
15	9:46	0.3	5.2	3.8	6.4	7.1	3
16	9:48	0.3	4.3	2.9	6.1	6.2	8
17	9:50	0.3	5.2	3.5	6.6	8.2	8
18	9:52	0.3	3.6	3	5	5.7	6
19	9:54	0.3	4.4	3.5	5.9	7.1	7
20	9:56	0.3	6.4	3.7	6.6	9.8	7
21	9:58	0.3	4.4	2.6	5.6	6.7	8
22	10:00	0.3	6.8	3	5.7	10.8	9
23	10:02	0.2	6.5	2.8	5.3	9.8	9
24	10:04	0.3	5.7	3.8	7	10.1	8
25	10:06	0.2	5.4	2.5	3.9	7.1	6

1. PENYIRAMAN SETIAP SORE HARI

18-Jun-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 1 GRAM / LITER

PERLAKUAN 2

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	10:06	0.2	6	2.9	5.6	8.6	7
2	10:08	0.3	6.2	3.7	6.6	9.1	8
3	10:09	0.3	7.2	3.4	5.4	9.4	9
4	10:12	0.3	6.1	3.1	6	9.6	8
5	10:14	0.2	3.1	2.4	4.1	6.2	8
6	10:16	0.2	5.1	3.2	5.4	7.3	6
7	10:18	0.3	6.1	2.7	5.5	8.3	7
8	10:20	0.3	6.6	3	5.5	7.9	7
9	10:22	0.3	5.3	3.1	6.1	9.7	7
10	10:24	0.3	5.6	4.3	7	9.1	7
11	10:26	0.3	3.6	3	5.3	5.4	8
12	10:28	0.2	3.9	3.1	5.3	6.4	6
13	10:30	0.3	6.1	2.7	5.9	8.3	11
14	10:33	0.3	6.2	2.2	4.1	7.9	8
15	10:35	0.3	5.4	3.4	5.4	8	8
16	10:37	0.3	4.3	2.6	5.6	5.6	7
17	10:40	0.3	5.1	3	5.2	7.2	6
18	10:42	0.2	2.1	2.4	5	3.8	4
19	10:44	0.3	3.5	2.6	4.6	5.5	9
20	10:47	0.3	4.2	2.3	4.6	7.9	7
21	10:50	0.3	6.5	3.6	6.6	9	7
22	10:53	0.3	5.4	3	5.3	7.8	7
23	10:55	0.3	3.6	2.3	4.4	4.9	7
24	10:57	0.3	3.4	2.4	3.6	7.4	8
25							

1. PENYIRAMAN SETIAP PAGI HARI

18-Jun-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 2 GRAM / LITER

PERLAKUAN 3

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	11:00	0.3	4.4	2.9	6.4	6.9	6
2	11:01	0.2	3.9	2.3	4.4	3.9	4
3	11:02	0.3	6.2	3.4	5.6	6.9	7
4	11:04	0.3	6.2	2	4.3	7.3	7
5	11:05	0.3	6.2	2.8	5.2	7.8	8
6	11:06	0.3	7.7	2.6	5.2	8.4	8
7	11:07	0.3	5.7	2.4	5.1	6.4	5
8	11:09	0.3	5.7	3.1	4.7	6.4	9
9	11:11	0.3	6.4	3.1	5.2	7	6
10	11:14	0.2	5.7	2.6	4.6	7.5	5
11	11:15	0.3	6.5	2.7	5.4	7.8	7
12	11:17	0.3	6.5	3	5.6	7.5	7
13	11:18	0.2	4.7	2.9	5.4	5.4	6
14	11:20	0.2	5.4	2.3	4.7	5.9	6
15	11:21	0.3	5.4	2.8	6.1	6.8	7
16	11:23	0.3	6.4	2.5	5.1	7	7
17	11:24	0.3	5.9	2.8	5.2	7.8	9
18	11:26	0.3	6.7	2.4	5.1	7.5	6
19	11:28	0.2	4.8	2.8	5	6.4	6
20	11:30	0.3	5.9	3.1	5.4	7.9	5
21	11:31	0.3	8.6	3.5	6.2	10.2	8
22							
23							
24							
25							

1. PENYIRAMAN SETIAP PAGI HARI

18-Jun-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 1 GRAM / LITER

PERLAKUAN 4

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	11:35	0.3	6.3	3.6	6.2	9.6	6
2	11:36	0.3	6.1	2.9	5	8.1	8
3	11:37	0.2	4.5	2.4	4.5	6.4	6
4	11:38	0.3	4.3	3	5.8	7.9	7
5	11:39	0.3	3.5	1.4	3.7	4.6	6
6	11:40	0.2	4.2	2.4	4.9	7.3	7
7	11:41	0.3	5.6	3	5.6	7.5	6
8	11:42	0.3	3.2	2.3	3.6	5.6	6
9	11:43	0.3	3.3	2.9	5.3	5.2	7
10	11:44	0.2	5.2	2.5	5.4	6	6
11	11:45	0.2	5.1	2.3	4.2	7.4	5
12	11:46	0.3	6.1	3.8	5.3	7.6	7
13	11:47	0.3	5.6	2.6	4.7	7.4	7
14	11:48	0.2	6.5	2.4	4.1	7.6	5
15	11:49	0.3	5	2.7	5.3	6.6	6
16	11:50	0.3	4.1	3	5.4	7.8	6
17	11:51	0.3	5.2	3.1	5	6	7
18	11:52	0.3	4.4	2	4.2	6.6	6
19	11:53	0.2	5	2.3	7.4	7	7
20	11:54	0.2	4.6	3	5.3	8.7	6
21	11:55	0.3	6.4	2.1	4	8.8	9
22							
23							
24							
25							

1.2 Pengambilan Data Kedua

1. PENYIRAMAN SETIAP SORE HARI

25-Jun-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 2 GRAM / LITER

PERLAKUAN 1

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	8:23	0.3	6.5	2.8	6.1	7.4	8
2	8:25	0.3	6.2	2.8	5.5	8.8	12
3	8:28	0.3	3.4	3.7	7	5.5	10
4	8:30	0.3	4.3	2.8	6	6.6	8
5	8:31	0.4	7.7	3.8	5.7	11.5	12
6	8:32	0.3	5.8	3	5.5	9	10
7	8:34	0.3	6.3	2.8	5.8	8.6	10
8	8:35	0.3	5.6	4.1	7.1	7.2	7
9	8:37	0.4	8.3	4	7.2	11.4	10
10	8:39	0.3	5.8	4.2	6.8	7.3	7
11	8:41	0.3	4.5	3.5	6.6	6.1	7
12	8:43	0.2	2.7	2.9	4.8	4.2	8
13	8:45	0.4	8.3	3.8	6.5	10.5	12
14	8:47	0.3	6.6	2.2	4.6	8.4	10
15	8:49	0.4	5.5	5	7.3	8.6	11
16	8:51	0.3	6.3	3.5	6.9	8.5	10
17	8:53	0.4	6.7	3.7	7.3	8.6	12
18	8:55	0.3	5.2	3.4	5.6	8.1	9
19	8:57	0.3	6	3.9	6.7	9.7	11
20	8:59	0.3	8.9	4.2	8	11.6	11
21	9:01	0.3	5.5	2.9	5.8	8.6	13
22	9:02	0.4	8.7	3.4	6.2	12.1	13
23	9:04	0.3	7.8	2.6	5	10.9	12
24	9:06	0.3	7.5	4.2	8	12	12
25	9:08	0.3	6.3	2.8	4.1	9	10

1. PENYIRAMAN SETIAP SORE HARI

25-Jun-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 1 GRAM / LITER

PERLAKUAN 2

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	10:00	0.3	7.6	3.2	6.1	10.8	10
2	10:02	0.4	8	3.8	6.9	11.4	12
3	10:04	0.3	9.1	3.5	5.6	11.9	12
4	10:06	0.3	7.7	3.2	6.2	11.3	11
5	10:07	0.3	5.2	2.6	4.5	7.9	11
6	10:08	0.3	6.4	3.3	6.1	9.7	9
7	10:10	0.3	8.8	3.1	5.8	11.9	11
8	10:11	0.3	6.4	2.8	5	9.7	9
9	10:12	0.3	7.6	3.4	5.6	11.1	11
10	10:13	0.3	7.6	4.7	7.6	10.9	10
11	10:14	0.3	6.2	3.3	6.1	9.4	12
12	10:16	0.3	5.7	3.3	6.1	8.4	9
13	10:17	0.4	8.7	3.7	6.6	12.7	14
14	10:18	0.3	8.4	3	5.8	10.3	11
15	10:20	0.3	7.9	2.8	6.1	10.2	12
16	10:21	0.3	6.5	3	6.4	8.1	9
17	10:23	0.3	7.2	3.3	6.1	9.3	11
18	10:24	0.2	2.9	3	5.5	5.8	7
19	10:25	0.3	7.2	3.5	5.7	11.5	10
20	10:26	0.3	5.3	2.3	5.2	7.2	9
21	10:28	0.3	8.8	3.9	7.3	11.9	10
22	10:29	0.3	6.4	3.4	6	9	11
23	10:30	0.3	6.1	3	5.2	8.5	11
24	10:31	0.3	5.8	2.8	4.2	8.6	10
25							

1. PENYIRAMAN SETIAP PAGI HARI

25-Jun-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 2 GRAM / LITER

PERLAKUAN 3

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	10:32	0.3	6.6	3.8	6.9	8.8	10
2	10:33	0.2	4.1	2.7	5	6.3	6
3	10:34	0.3	7.4	3.9	6.5	11.1	10
4	10:36	0.3	6.6	2.4	5.1	9.4	9
5	10:38	0.3	7.9	3.1	5.8	10.9	12
6	10:39	0.3	9	3.2	6	12.3	11
7	10:40	0.3	5.9	3.2	6.2	8.3	8
8	10:42	0.3	7.8	4	6.1	11.3	10
9	10:43	0.3	6.9	3.5	6.1	8.8	8
10	10:44	0.2	6.4	3	5.1	8	8
11	10:45	0.3	7.5	3.1	5.9	10.3	9
12	10:46	0.3	7.8	3.6	6.9	11	10
13	10:47	0.3	5.2	3.5	6.3	7.1	9
14	10:48	0.3	6	3	5.6	7.5	10
15	10:50	0.3	6.4	2.6	6.2	8.6	11
16	10:52	0.3	6.6	2.6	5.6	8.6	10
17	10:53	0.3	7.7	3.4	6.5	10.1	11
18	10:54	0.3	7.2	2.8	6	10.2	9
19	10:56	0.2	5.8	3.2	5.5	7.8	8
20	10:58	0.3	6.6	3.8	6.4	8.9	9
21	10:59	0.4	9.3	3.8	6.6	11.9	10
22							
23							
24							
25							

1. PENYIRAMAN SETIAP PAGI HARI

25-Jun-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 1 GRAM / LITER

PERLAKUAN 4

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	11:00	0.3	8.3	4.3	7.2	8.8	8
2	11:02	0.3	8.7	3.3	5.7	9.9	10
3	11:03	0.2	5.1	2.8	5	8.1	9
4	11:04	0.3	6.6	3.8	6.8	8.9	10
5	11:06	0.3	4.2	2.3	4.5	6.7	8
6	11:08	0.3	6.2	3	5.6	8.8	10
7	11:10	0.3	7.3	4	6.4	10.6	9
8	11:11	0.3	5.3	3	4.9	7.5	9
9	11:12	0.3	5.4	3.6	6.6	7	11
10	11:14	0.3	6.2	2.9	6	8.5	9
11	11:16	0.3	5.7	3	5.3	6.6	7
12	11:17	0.3	7.4	4.3	6.5	10.8	11
13	11:18	0.3	6.8	3.3	5.5	10	10
14	11:19	0.2	7.1	2.6	5	9.4	7
15	11:20	0.3	7.2	3.6	6.5	9.5	11
16	11:22	0.3	6.5	3.5	6.2	9.3	9
17	11:23	0.3	6.4	3.3	5.5	10.1	9
18	11:24	0.3	5.7	2.6	5.4	8	10
19	11:25	0.3	7.1	2.9	5.4	10.6	9
20	11:26	0.3	6.9	3.4	6.1	8.6	9
21	11:27	0.3	7.8	2.7	4.6	10.1	11
22							
23							
24							
25							

1.3 Pengambilan Data Ketiga

1. PENYIRAMAN SETIAP SORE HARI

02-Jul-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 2 GRAM / LITER

PERLAKUAN 1

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	8:03	0.3	9.5	2.9	6.2	12.3	13
2	8:04	0.4	10.4	2.9	5.5	14.4	15
3	8:05	0.3	8.2	3.8	7.3	11.2	13
4	8:06	0.3	6.6	2.9	5.8	10.8	10
5	8:07	0.4	12.2	3.8	5.9	16.9	14
6	8:08	0.3	9.4	3.1	5.4	12.7	12
7	8:09	0.3	9.2	2.7	5.9	12.8	12
8	8:10	0.3	7.2	4.3	7.3	11.6	11
9	8:11	0.4	13.3	4	7.4	15.1	12
10	8:12	0.3	8.6	4.5	7.1	11.6	9
11	8:13	0.3	7.1	3.8	6.8	9.8	10
12	8:14	0.3	5.3	2.9	4.9	8.1	10
13	8:15	0.4	10.6	4.1	6.6	12.2	13
14	8:16	0.3	9.2	2.3	4.6	12.7	12
15	8:17	0.3	6.6	5	7.5	9.5	11
16	8:18	0.3	9.7	3.6	7.1	13.5	13
17	8:19	0.3	10.4	3.8	7.5	15.5	13
18	8:20	0.3	9.2	3.6	5.7	12.3	11
19	8:21	0.3	11.1	3.8	6.9	14.6	13
20	8:22	0.3	13.7	4.1	7.9	18.8	13
21	8:23	0.3	8.3	2.9	5.9	11.6	12
22	8:24	0.4	12.7	3.5	6.3	17.6	14
23	8:25	0.3	10.6	2.7	5.1	14.1	12
24	8:26	0.4	12.5	4.2	8	16.4	12
25	8:27	0.3	9.2	2.7	4.1	13.5	10

1. PENYIRAMAN SETIAP SORE HARI

02-Jul-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 1 GRAM / LITER

PERLAKUAN 2

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	8:33	0.3	10.3	3.3	6.2	14	12
2	8:34	0.4	12.1	3.2	6.9	15.9	13
3	8:35	0.4	13.3	3.5	5.7	16.5	14
4	8:36	0.3	10.3	3.5	5.7	13.4	12
5	8:37	0.3	8.7	2.6	4.5	13.1	12
6	8:38	0.3	10.7	4.4	6.5	15.7	11
7	8:39	0.3	13.1	3.1	5.7	17.2	11
8	8:40	0.3	8.3	3.3	5.9	10.2	11
9	8:41	0.3	12.8	3.6	5.9	18.1	12
10	8:42	0.3	13.4	4.7	8	15.7	12
11	8:43	0.3	10.6	3.3	6.3	14.1	13
12	8:44	0.3	9.2	3.5	6.3	12.8	12
13	8:45	0.4	13.5	3.7	6.8	17.6	16
14	8:46	0.3	12.2	3.1	6.1	16.4	13
15	8:47	0.3	12.5	2.9	6.1	16.4	14
16	8:48	0.3	11.3	3.2	6.6	14.3	12
17	8:49	0.3	10.9	3.3	6.3	12.7	12
18	8:50	0.3	5.9	3.3	5.6	8.4	8
19	8:51	0.4	14.2	3.5	6	16.5	11
20	8:52	0.3	9.2	3	5.4	12.1	11
21	8:53	0.4	13.4	4.3	7.6	17.7	12
22	8:54	0.3	10.2	3.7	6.5	12.5	12
23	8:55	0.3	10.5	3.3	5.5	12.9	13
24	8:56	0.3	9.7	2.7	4.1	12.4	12
25	8:57						

1. PENYIRAMAN SETIAP PAGI HARI
2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 2 GRAM / LITER

02-Jul-12

PERLAKUAN 3

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	9:22	0.4	9.6	3.8	6.6	11.3	11
2	9:23	0.3	6.2	2.9	5.2	9.6	8
3	9:24	0.3	11.5	4	6.5	16.1	12
4	9:25	0.3	8.6	2.6	5.1	13	11
5	9:26	0.3	14.3	3.2	5.9	18.5	14
6	9:27	0.3	13.8	3.2	6.2	16.9	13
7	9:28	0.3	9.2	3.4	6.5	12.6	10
8	9:29	0.3	11.4	4.2	6.2	14.1	12
9	9:30	0.3	9.5	3.6	6.2	12.5	9
10	9:31	0.3	8.7	3.2	5.3	12.9	9
11	9:32	0.3	10.7	3.4	6.3	13.7	12
12	9:33	0.4	13	3.9	7.3	15.5	12
13	9:34	0.3	8.3	4	6.6	11.5	10
14	9:35	0.3	9.3	3.3	6	12.3	12
15	9:36	0.3	10	2.9	6.5	12.6	13
16	9:37	0.3	10.1	2.7	6	12.7	12
17	9:38	0.3	12.5	3.8	6.6	16.2	13
18	9:39	0.3	10.5	3.3	6.5	12.5	12
19	9:40	0.3	8.4	3.3	5.6	11.5	10
20	9:41	0.3	10.3	3.9	6.8	13.1	11
21	9:42	0.4	13.6	4	6.9	16.2	12
22							
23							
24							
25							

1. PENYIRAMAN SETIAP PAGI HARI
2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 1 GRAM / LITER

02-Jul-12

PERLAKUAN 4

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	9:45	0.4	12.7	4.3	7.3	17.3	11
2	9:46	0.3	13.3	3.5	6	17.3	13
3	9:47	0.3	7.5	3	5.2	10.6	11
4	9:48	0.3	10.3	4	7.5	13.9	13
5	9:49	0.4	6.8	2.8	5.1	9.9	10
6	9:50	0.3	10.2	3.3	5.9	14.1	12
7	9:51	0.3	11.7	4	6.6	14.5	11
8	9:52	0.3	9.2	3	5.4	12.9	11
9	9:53	0.3	8.8	3.9	6.9	12.9	13
10	9:54	0.3	9.8	3	6.2	11.6	11
11	9:55	0.3	8.3	3.4	5.5	11.8	10
12	9:56	0.3	11.4	4.5	7.3	14.5	12
13	9:57	0.3	9.9	3.5	5.8	12.4	11
14	9:58	0.3	9.4	2.9	5.1	12.1	9
15	9:59	0.3	10.8	3.9	7	14.8	13
16	10:00	0.3	11.3	3.8	6.3	14.5	11
17	10:01	0.3	10.3	2.8	5.6	12.9	11
18	10:02	0.3	9.2	2.9	5.8	13.4	12
19	10:03	0.3	11.7	3	5.5	16.1	11
20	10:04	0.3	11.6	3.5	6.1	14.8	10
21	10:05	0.3	10.6	2.9	4.9	14.6	13
22							
23							
24							
25							

1.4 Pengambilan Data Keempat

1. PENYIRAMAN SETIAP SORE HARI

09-Jul-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 2 GRAM / LITER

PERLAKUAN 1

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	10:00	0.3	13.2	2.9	6.3	17.6	14
2	10:04	0.4	16.7	3	5.6	21	16
3	10:06	0.3	14.5	3.9	7.4	18.4	15
4	10:08	0.3	10.2	2.8	6	14.3	11
5	10:10	0.4	18.3	3.6	5.5	22	16
6	10:12	0.3	15.2	3	5.4	18.6	13
7	10:14	0.3	14.5	2.9	6	17.8	15
8	10:15	0.3	12.4	4.3	7.5	15.8	15
9	10:16	0.4	19.3	4	7.5	22.8	16
10	10:18	0.3	12.2	4.5	7.2	14.2	12
11	10:20	0.3	11.9	4	6.8	14.3	12
12	10:21	0.3	10.3	3	4.9	13.1	13
13	10:23	0.4	15.5	4.1	6.5	17.9	16
14	10:25	0.3	13.7	2.5	4.7	15.9	14
15	10:27	0.3	9.3	5.1	7.5	11.6	14
16	10:30	0.3	15.9	3.8	7	18.9	16
17	10:31	0.3	16.6	3.7	7.6	21.6	17
18	10:32	0.3	16.3	3.5	6	19	13
19	10:35	0.3	18.9	4.1	7	21.1	16
20	10:37	0.3	21.9	4.3	8	24.5	14
21	10:39	0.3	13.6	2.9	6.2	16.9	16
22	10:40	0.4	19.7	3.4	6.3	23.1	17
23	10:43	0.3	16.4	2.7	5.1	20.1	17
24	10:45	0.4	20.2	4.3	8	21.4	17
25	10:47	0.3	15.5	2.8	4.3	18	13

1. PENYIRAMAN SETIAP SORE HARI

09-Jul-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 1 GRAM / LITER

PERLAKUAN 2

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	10:48	0.3	16.1	3.3	6.1	19	13
2	10:49	0.4	20.1	3.7	7	23.5	16
3	10:50	0.4	22.3	3.8	5.8	26.9	17
4	10:51	0.3	17.3	3.7	6.7	21.3	15
5	10:52	0.3	15.7	2.7	4.5	19.1	15
6	10:53	0.3	18.1	4.5	6.6	22.4	13
7	10:55	0.3	20.8	2.8	5.9	24.3	14
8	10:56	0.3	12	3.5	6.1	14.8	14
9	10:57	0.3	21.9	3.5	6	24.8	15
10	10:58	0.3	21.9	4.9	8	26	15
11	10:59	0.3	18.5	3.6	6.2	22.8	16
12	11:01	0.3	15.1	3.5	6.4	18.4	14
13	11:02	0.4	21	4	6.6	24.8	20
14	11:04	0.3	19.7	3.2	6.1	26	15
15	11:05	0.3	19	3	6.1	21.5	18
16	11:07	0.4	18.3	3.3	6.6	20.5	15
17	11:08	0.3	16.5	3.5	6.3	19.4	15
18	11:10	0.3	11.1	3.4	5.8	14.1	10
19	11:11	0.4	21.4	3.5	6	26.5	16
20	11:12	0.3	15.5	2.9	5.5	19.6	14
21	11:13	0.4	20.5	4.2	7.9	24.9	16
22	11:14	0.3	16.2	3.8	6.6	18.5	15
23	11:15	0.4	18	3.3	5.5	22.2	17
24	11:16	0.3	15.2	2.9	4.3	18.1	15
25							

1. PENYIRAMAN SETIAP PAGI HARI

09-Jul-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 2 GRAM / LITER

PERLAKUAN 3

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	11:18	0.4	13.5	3.9	7.4	17.1	12
2	11:19	0.3	10.3	3	5.4	13.9	11
3	11:20	0.4	19.6	4	6.7	24.1	15
4	11:21	0.3	15.4	2.8	5.1	18.6	14
5	11:22	0.3	21.2	3.1	5.8	26	15
6	11:23	0.3	21.5	3.3	6.2	23.6	17
7	11:24	0.3	14.4	3.5	6.5	18.9	12
8	11:25	0.3	18	4	6.3	20.3	15
9	11:26	0.3	14.6	3.6	6.2	17.1	12
10	11:27	0.3	14.2	3.3	5.5	16.4	13
11	11:28	0.3	15.7	3.5	6.4	19.9	15
12	11:29	0.4	19	3.9	7.2	22.7	16
13	11:30	0.3	14	4	6.9	16.5	13
14	11:31	0.3	15	3.3	6.1	17.9	15
15	11:33	0.3	14.8	3.1	6.4	17.9	15
16	11:34	0.3	15.5	2.8	5	19.1	15
17	11:36	0.3	19.4	3.8	6.9	22.8	14
18	11:37	0.3	17.5	3.2	6.6	20.2	15
19	11:38	0.3	13	3.2	5.6	17.2	13
20	11:39	0.3	16.6	4	6.7	18.8	14
21	11:40	0.4	19.6	3.8	7	22.3	15
22							
23							
24							
25							

1. PENYIRAMAN SETIAP PAGI HARI

09-Jul-12

2. PEMUPUKAN UREA 7 HARI SEKALI, DENGAN DOSIS 1 GRAM / LITER

PERLAKUAN 4

NO	WAKTU	DIAMETER (cm)	PANJANG BATANG (cm)	LEBAR DAUN (cm)	PANJANG DAUN (cm)	TINGGI TANAMAN (cm)	BANYAK DAUN
1	11:43	0.4	18.4	4.5	7.4	23.3	14
2	11:44	0.3	20.4	3.4	6.1	24.4	16
3	11:45	0.3	12	3.1	5.1	15.4	14
4	11:46	0.4	17.7	4.6	7.9	21.5	15
5	11:47	0.4	12.2	3	5.2	16.6	14
6	11:48	0.3	17.1	3.2	5.9	20.5	16
7	11:49	0.3	16.5	4.1	7	22.8	14
8	11:50	0.3	15	3	5.5	18.4	15
9	11:52	0.4	15.4	3.8	7.1	19.8	17
10	11:54	0.3	16.2	3.3	6.6	20.2	15
11	11:56	0.3	14.1	3.3	5.4	16.9	12
12	11:57	0.3	17	4.6	7.5	20.4	17
13	11:58	0.3	14.8	3.5	5.9	18.5	14
14	11:59	0.3	13.9	2.9	5.1	17.6	12
15	12:00	0.4	16.7	4	7.1	20.8	17
16	12:01	0.3	18.5	3.6	6.5	20.4	14
17	12:02	0.3	17.1	3	5.6	20.3	14
18	12:03	0.3	15	2.9	6	17.4	17
19	12:04	0.3	17.1	3	5.5	19.9	15
20	12:05	0.3	17.3	3.6	5.9	19.7	13
21	12:06	0.3	16.4	3	5.3	19.9	17
22							
23							
24							
25							

2. Data yang Dipakai

2.1 Data Pengambilan Pertama

perlakuan 1 (18 Juni 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	5	7.2	6
2	4.2	5.4	9
3	2.6	4.8	5
4	3.3	4.8	6
5	5.7	7.6	9
6	4.3	6.4	7
7	4.3	7	7
8	5.7	6.8	6
9	6.2	8.7	7
10	5.6	7.1	5
11	3.1	5.9	7
12	1.8	3.8	6
13	6.3	7.6	8
14	5.3	7.7	7
15	5.2	7.1	3
16	4.3	6.2	8
17	5.2	8.2	8
18	3.6	5.7	6
19	4.4	7.1	7
20	6.4	9.8	7

perlakuan 2 (18 Juni 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	6	8.6	7
2	6.2	9.1	8
3	7.2	9.4	9
4	6.1	9.6	8
5	3.1	6.2	8
6	5.1	7.3	6
7	6.1	8.3	7
8	6.6	7.9	7
9	5.3	9.7	7
10	5.6	9.1	7
11	3.6	5.4	8
12	3.9	6.4	6
13	6.1	8.3	11
14	6.2	7.9	8
15	5.4	8	8
16	4.3	5.6	7
17	5.1	7.2	6
18	2.1	3.8	4
19	3.5	5.5	9
20	4.2	7.9	7

perlakuan 3 (18 Juni 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	4.4	6.9	6
2	3.9	3.9	4
3	6.2	6.9	7
4	6.2	7.3	7
5	6.2	7.8	8
6	7.7	8.4	8
7	5.7	6.4	5
8	5.7	6.4	9
9	6.4	7	6
10	5.7	7.5	5
11	6.5	7.8	7
12	6.5	7.5	7
13	4.7	5.4	6
14	5.4	5.9	6
15	5.4	6.8	7
16	6.4	7	7
17	5.9	7.8	9
18	6.7	7.5	6
19	4.8	6.4	6
20	5.9	7.9	5

perlakuan 4 (18 Juni 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	6.3	9.6	6
2	6.1	8.1	8
3	4.5	6.4	6
4	4.3	7.9	7
5	3.5	4.6	6
6	4.2	7.3	7
7	5.6	7.5	6
8	3.2	5.6	6
9	3.3	5.2	7
10	5.2	6	6
11	5.1	7.4	5
12	6.1	7.6	7
13	5.6	7.4	7
14	6.5	7.6	5
15	5	6.6	6
16	4.1	7.8	6
17	5.2	6	7
18	4.4	6.6	6
19	5	7	7
20	4.6	8.7	6

2.2 Data Pengambilan Kedua

perlakuan 1 (25 Juni 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	6.5	7.4	8
2	6.2	8.8	12
3	3.4	5.5	10
4	4.3	6.6	8
5	7.7	11.5	12
6	5.8	9	10
7	6.3	8.6	10
8	5.6	7.2	7
9	8.3	11.4	10
10	5.8	7.3	7
11	4.5	6.1	7
12	2.7	4.2	8
13	8.3	10.5	12
14	6.6	8.4	10
15	5.5	8.6	11
16	6.3	8.5	10
17	6.7	8.6	12
18	5.2	8.1	9
19	6	9.7	11
20	8.9	11.6	11

perlakuan 2 (25 Juni 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	7.6	10.8	10
2	8	11.4	12
3	9.1	11.9	12
4	7.7	11.3	11
5	5.2	7.9	11
6	6.4	9.7	9
7	8.8	11.9	11
8	6.4	9.7	9
9	7.6	11.1	11
10	7.6	10.9	10
11	6.2	9.4	12
12	5.7	8.4	9
13	8.7	12.7	14
14	8.4	10.3	11
15	7.9	10.2	12
16	6.5	8.1	9
17	7.2	9.3	11
18	2.9	5.8	7
19	7.2	11.5	10
20	5.3	7.2	9

perlakuan 3 (25 Juni 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	6.6	8.8	10
2	4.1	6.3	6
3	7.4	11.1	10
4	6.6	9.4	9
5	7.9	10.9	12
6	9	12.3	11
7	5.9	8.3	8
8	7.8	11.3	10
9	6.9	8.8	8
10	6.4	8	8
11	7.5	10.3	9
12	7.8	11	10
13	5.2	7.1	9
14	6	7.5	10
15	6.4	8.6	11
16	6.6	8.6	10
17	7.7	10.1	11
18	7.2	10.2	9
19	5.8	7.8	8
20	6.6	8.9	9

perlakuan 4 (25 Juni 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	8.3	8.8	8
2	8.7	9.9	10
3	5.1	8.1	9
4	6.6	8.9	10
5	4.2	6.7	8
6	6.2	8.8	10
7	7.3	10.6	9
8	5.3	7.5	9
9	5.4	7	11
10	6.2	8.5	9
11	5.7	6.6	7
12	7.4	10.8	11
13	6.8	10	10
14	7.1	9.4	7
15	7.2	9.5	11
16	6.5	9.3	9
17	6.4	10.1	9
18	5.7	8	10
19	7.1	10.6	9
20	6.9	8.6	9

2.3 Data Pengambilan Ketiga

perlakuan 1 (2 Juli 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	9.5	12.3	13
2	10.4	14.4	15
3	8.2	11.2	13
4	6.6	10.8	10
5	12.2	16.9	14
6	9.4	12.7	12
7	9.2	12.8	12
8	7.2	11.6	11
9	13.3	15.1	12
10	8.6	11.6	9
11	7.1	9.8	10
12	5.3	8.1	10
13	10.6	12.2	13
14	9.2	12.7	12
15	6.6	9.5	11
16	9.7	13.5	13
17	10.4	15.5	13
18	9.2	12.3	11
19	11.1	14.6	13
20	13.7	18.8	13

perlakuan 2 (2 Juli 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	10.3	14	12
2	12.1	15.9	13
3	13.3	16.5	14
4	10.3	13.4	12
5	8.7	13.1	12
6	10.7	15.7	11
7	13.1	17.2	11
8	8.3	10.2	11
9	12.8	18.1	12
10	13.4	15.7	12
11	10.6	14.1	13
12	9.2	12.8	12
13	13.5	17.6	16
14	12.2	16.4	13
15	12.5	16.4	14
16	11.3	14.3	12
17	10.9	12.7	12
18	5.9	8.4	8
19	14.2	16.5	11
20	9.2	12.1	11

perlakuan 3 (2 Juli 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	9.6	11.3	11
2	6.2	9.6	8
3	11.5	16.1	12
4	8.6	13	11
5	14.3	18.5	14
6	13.8	16.9	13
7	9.2	12.6	10
8	11.4	14.1	12
9	9.5	12.5	9
10	8.7	12.9	9
11	10.7	13.7	12
12	13	15.5	12
13	8.3	11.5	10
14	9.3	12.3	12
15	10	12.6	13
16	10.1	12.7	12
17	12.5	16.2	13
18	10.5	12.5	12
19	8.4	11.5	10
20	10.3	13.1	11

perlakuan 4 (2 Juli 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	12.7	17.3	11
2	13.3	17.3	13
3	7.5	10.6	11
4	10.3	13.9	13
5	6.8	9.9	10
6	10.2	14.1	12
7	11.7	14.5	11
8	9.2	12.9	11
9	8.8	12.9	13
10	9.8	11.6	11
11	8.3	11.8	10
12	11.4	14.5	12
13	9.9	12.4	11
14	9.4	12.1	9
15	10.8	14.8	13
16	11.3	14.5	11
17	10.3	12.9	11
18	9.2	13.4	12
19	11.7	16.1	11
20	11.6	14.8	10

2.4 Data Pengambilan Keempat

perlakuan 1 (9 Juli 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	13.2	17.6	14
2	16.7	21	16
3	14.5	18.4	15
4	10.2	14.3	11
5	18.3	22	16
6	15.2	18.6	13
7	14.5	17.8	15
8	12.4	15.8	15
9	19.3	22.8	16
10	12.2	14.2	12
11	11.9	14.3	12
12	10.3	13.1	13
13	15.5	17.9	16
14	13.7	15.9	14
15	9.3	11.6	14
16	15.9	18.9	16
17	16.6	21.6	17
18	16.3	19	13
19	18.9	21.1	16
20	21.9	24.5	14

perlakuan 2 (9 Juli 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	16.1	19	13
2	20.1	23.5	16
3	22.3	26.9	17
4	17.3	21.3	15
5	15.7	19.1	15
6	18.1	22.4	13
7	20.8	24.3	14
8	12	14.8	14
9	21.9	24.8	15
10	21.9	26	15
11	18.5	22.8	16
12	15.1	18.4	14
13	21	24.8	20
14	19.7	26	15
15	19	21.5	18
16	18.3	20.5	15
17	16.5	19.4	15
18	11.1	14.1	10
19	21.4	26.5	16
20	15.5	19.6	14

perlakuan 3 (9 Juli 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	13.5	17.1	12
2	10.3	13.9	11
3	19.6	24.1	15
4	15.4	18.6	14
5	21.2	26	15
6	21.5	23.6	17
7	14.4	18.9	12
8	18	20.3	15
9	14.6	17.1	12
10	14.2	16.4	13
11	15.7	19.9	15
12	19	22.7	16
13	14	16.5	13
14	15	17.9	15
15	14.8	17.9	15
16	15.5	19.1	15
17	19.4	22.8	14
18	17.5	20.2	15
19	13	17.2	13
20	16.6	18.8	14

perlakuan 4 (9 Juli 2012)

No.	Panjang Batang (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Banyak Daun
1	18.4	23.3	14
2	20.4	24.4	16
3	12	15.4	14
4	17.7	21.5	15
5	12.2	16.6	14
6	17.1	20.5	16
7	16.5	22.8	14
8	15	18.4	15
9	15.4	19.8	17
10	16.2	20.2	15
11	14.1	16.9	12
12	17	20.4	17
13	14.8	18.5	14
14	13.9	17.6	12
15	16.7	20.8	17
16	18.5	20.4	14
17	17.1	20.3	14
18	15	17.4	17
19	17.1	19.9	15
20	17.3	19.7	13

3. Data Uji Coba

3.1. Pengujian Data Minggu Pertama

PERLAKUAN 1 (18 Juni 2012)						PERLAKUAN 2 (18 Juni 2012)					
No	Tinggi Tanaman		Hitung	No	Banyak Daun		Hitung	No	Tinggi Tanaman		Hitung
	Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi	
1	7.2	5.9	0.181	1	6	7	0.167	1	8.6	8	0.070
2	5.4	5.9	0.093	2	9	7	0.222	2	9.1	8	0.121
3	4.8	5.9	0.229	3	5	7	0.400	3	9.4	8	0.149
4	4.8	5.9	0.229	4	6	7	0.167	4	9.6	8	0.167
5	7.6	5.9	0.224	5	9	7	0.222	5	6.2	8	0.290
6	6.4	5.9	0.078	6	7	7	0.000	6	7.3	8	0.096
7	7	5.9	0.157	7	7	7	0.000	7	8.3	8	0.036
8	6.8	5.9	0.132	8	6	7	0.167	8	7.9	8	0.013
9	8.7	5.9	0.322	9	7	7	0.000	9	9.7	8	0.175
10	7.1	5.9	0.169	10	5	7	0.400	10	9.1	8	0.121
11	5.9	5.9	0.000	11	7	7	0.000	11	5.4	8	0.481
12	3.8	5.9	0.553	12	6	7	0.167	12	6.4	8	0.250
13	7.6	5.9	0.224	13	8	7	0.125	13	8.3	8	0.036
14	7.7	5.9	0.234	14	7	7	0.000	14	7.9	8	0.013
15	7.1	5.9	0.169	15	3	7	1.333	15	8	8	0.000
16	6.2	5.9	0.048	16	8	7	0.125	16	5.6	8	0.429
17	8.2	5.9	0.280	17	8	7	0.125	17	7.2	8	0.111
18	5.7	5.9	0.035	18	6	7	0.167	18	3.8	8	1.105
19	7.1	5.9	0.169	19	7	7	0.000	19	5.5	8	0.455
20	9.8	5.9	0.398	20	7	7	0.000	20	7.9	8	0.013
Jumlah			0.196	Jumlah			0.189	Jumlah			0.206
Persentase			19.6%	Persentase			18.9%	Persentase			20.6%
Rata-rata Persentase				Rata-rata Persentase			19.3%	Rata-rata Persentase			19.1%

PERLAKUAN 3 (18 Juni 2012)						PERLAKUAN 4 (18 Juni 2012)					
No	Tinggi Tanaman		Hitung	No	Banyak Daun		Hitung	No	Tinggi Tanaman		Hitung
	Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi	
1	6.9	7.8	0.130	1	6	9	0.500	1	9.6	6.6	0.313
2	3.9	7.8	1.000	2	4	9	1.250	2	8.1	6.6	0.185
3	6.9	7.8	0.130	3	7	9	0.286	3	6.4	6.6	0.031
4	7.3	7.8	0.068	4	7	9	0.286	4	7.9	6.6	0.165
5	7.8	7.8	0.000	5	8	9	0.125	5	4.6	6.6	0.435
6	8.4	7.8	0.071	6	8	9	0.125	6	7.3	6.6	0.096
7	6.4	7.8	0.219	7	5	9	0.800	7	7.5	6.6	0.120
8	6.4	7.8	0.219	8	9	9	0.000	8	5.6	6.6	0.179
9	7	7.8	0.114	9	6	9	0.500	9	5.2	6.6	0.269
10	7.5	7.8	0.040	10	5	9	0.800	10	6	6.6	0.100
11	7.8	7.8	0.000	11	7	9	0.286	11	7.4	6.6	0.108
12	7.5	7.8	0.040	12	7	9	0.286	12	7.6	6.6	0.132
13	5.4	7.8	0.444	13	6	9	0.500	13	7.4	6.6	0.108
14	5.9	7.8	0.322	14	6	9	0.500	14	7.6	6.6	0.132
15	6.8	7.8	0.147	15	7	9	0.286	15	6.6	6.6	0.000
16	7	7.8	0.114	16	7	9	0.286	16	7.8	6.6	0.154
17	7.8	7.8	0.000	17	9	9	0.000	17	6	6.6	0.100
18	7.5	7.8	0.040	18	6	9	0.500	18	6.6	6.6	0.000
19	6.4	7.8	0.219	19	6	9	0.500	19	7	6.6	0.057
20	7.9	7.8	0.013	20	5	9	0.800	20	8.7	6.6	0.241
Jumlah			0.167	Jumlah			0.431	Jumlah			0.146
Persentase			16.7%	Persentase			43.1%	Persentase			14.6%
Rata-rata Persentase				Rata-rata Persentase			29.9%	Rata-rata Persentase			11.4%

3.2. Pengujian Data Minggu Kedua

PERLAKUAN 1 (25 Juni 2012)						PERLAKUAN 2 (25 Juni 2012)					
No	Tinggi Tanaman		Hitung	No	Banyak Daun		Hitung	No	Tinggi Tanaman		Hitung
	Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi	
1	7.4	8.5	0.149	1	8	10	0.250	1	10.8	12.7	0.176
2	8.8	8.5	0.034	2	12	10	0.167	2	11.4	12.7	0.114
3	5.5	8.5	0.545	3	10	10	0.000	3	11.9	12.7	0.067
4	6.6	8.5	0.288	4	8	10	0.250	4	11.3	12.7	0.124
5	11.5	8.5	0.261	5	12	10	0.167	5	7.9	12.7	0.608
6	9	8.5	0.056	6	10	10	0.000	6	9.7	12.7	0.309
7	8.6	8.5	0.012	7	10	10	0.000	7	11.9	12.7	0.067
8	7.2	8.5	0.181	8	7	10	0.429	8	9.7	12.7	0.309
9	11.4	8.5	0.254	9	10	10	0.000	9	11.1	12.7	0.144
10	7.3	8.5	0.164	10	7	10	0.429	10	10.9	12.7	0.165
11	6.1	8.5	0.393	11	7	10	0.429	11	9.4	12.7	0.351
12	4.2	8.5	1.024	12	8	10	0.250	12	8.4	12.7	0.512
13	10.5	8.5	0.190	13	12	10	0.167	13	12.7	12.7	0.000
14	8.4	8.5	0.012	14	10	10	0.000	14	10.3	12.7	0.233
15	8.6	8.5	0.012	15	11	10	0.091	15	10.2	12.7	0.245
16	8.5	8.5	0.000	16	10	10	0.000	16	8.1	12.7	0.568
17	8.6	8.5	0.012	17	12	10	0.167	17	9.3	12.7	0.366
18	8.1	8.5	0.049	18	9	10	0.111	18	5.8	12.7	1.190
19	9.7	8.5	0.124	19	11	10	0.091	19	11.5	12.7	0.104
20	11.6	8.5	0.267	20	11	10	0.091	20	7.2	12.7	0.764
Jumlah			0.201	Jumlah			0.154	Jumlah			0.321
Persentase			20.1%	Persentase			15.4%	Persentase			32.1%
Rata-rata Persentase				Rata-rata Persentase			17.8%	Rata-rata Persentase			34.2%

PERLAKUAN 3 (25 Juni 2012)						PERLAKUAN 4 (25 Juni 2012)					
No	Tinggi Tanaman		Hitung	No	Banyak Daun		Hitung	No	Tinggi Tanaman		Hitung
	Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi	
1	8.8	10.9	0.239	1	10	12	0.200	1	8.8	8.1	0.080
2	6.3	10.9	0.730	2	6	12	1.000	2	9.9	8.1	0.182
3	11.1	10.9	0.018	3	10	12	0.200	3	8.1	8.1	0.000
4	9.4	10.9	0.160	4	9	12	0.333	4	8.9	8.1	0.090
5	10.9	10.9	0.000	5	12	12	0.000	5	6.7	8.1	0.209
6	12.3	10.9	0.114	6	11	12	0.091	6	8.8	8.1	0.080
7	8.3	10.9	0.313	7	8	12	0.500	7	10.6	8.1	0.236
8	11.3	10.9	0.035	8	10	12	0.200	8	7.5	8.1	0.080
9	8.8	10.9	0.239	9	8	12	0.500	9	7	8.1	0.157
10	8	10.9	0.363	10	8	12	0.500	10	8.5	8.1	0.047
11	10.3	10.9	0.058	11	9	12	0.333	11	6.6	8.1	0.227
12	11	10.9	0.009	12	10	12	0.200	12	10.8	8.1	0.250
13	7.1	10.9	0.535	13	9	12	0.333	13	10	8.1	0.190
14	7.5	10.9	0.453	14	10	12	0.200	14	9.4	8.1	0.138
15	8.6	10.9	0.267	15	11	12	0.091	15	9.5	8.1	0.147
16	8.6	10.9	0.267	16	10	12	0.200	16	9.3	8.1	0.129
17	10.1	10.9	0.079	17	11	12	0.091	17	10.1	8.1	0.198
18	10.2	10.9	0.069	18	9	12	0.333	18	8	8.1	0.013
19	7.8	10.9	0.397	19	8	12	0.500	19	10.6	8.1	0.236
20	8.9	10.9	0.225	20	9	12	0.333	20	8.6	8.1	0.058
Jumlah			0.229	Jumlah			0.307	Jumlah			0.137
Persentase			22.9%	Persentase			30.7%	Persentase			13.7%
Rata-rata Persentase				Rata-rata Persentase			26.8%	Rata-rata Persentase			11.5%

3.3. Pengujian Data Minggu Ketiga

PERLAKUAN 1 (2 Juli 2012)						PERLAKUAN 2 (2 Juli 2012)					
No	Tinggi Tanaman		Hitung	No	Banyak Daun		Hitung	No	Tinggi Tanaman		Hitung
	Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi	
1	12.3	14.6	0.187	1	13	13	0.000	1	14	16.5	0.179
2	14.4	14.6	0.014	2	15	13	0.133	2	15.9	16.5	0.038
3	11.2	14.6	0.304	3	13	13	0.000	3	16.5	16.5	0.000
4	10.8	14.6	0.352	4	10	13	0.300	4	13.4	16.5	0.231
5	16.9	14.6	0.136	5	14	13	0.071	5	13.1	16.5	0.260
6	12.7	14.6	0.150	6	12	13	0.083	6	15.7	16.5	0.051
7	12.8	14.6	0.141	7	12	13	0.083	7	17.2	16.5	0.041
8	11.6	14.6	0.259	8	11	13	0.182	8	10.2	16.5	0.618
9	15.1	14.6	0.033	9	12	13	0.083	9	18.1	16.5	0.088
10	11.6	14.6	0.259	10	9	13	0.444	10	15.7	16.5	0.051
11	9.8	14.6	0.490	11	10	13	0.300	11	14.1	16.5	0.170
12	8.1	14.6	0.802	12	10	13	0.300	12	12.8	16.5	0.289
13	12.2	14.6	0.197	13	13	13	0.000	13	17.6	16.5	0.063
14	12.7	14.6	0.150	14	12	13	0.083	14	16.4	16.5	0.006
15	9.5	14.6	0.537	15	11	13	0.182	15	16.4	16.5	0.006
16	13.5	14.6	0.081	16	13	13	0.000	16	14.3	16.5	0.154
17	15.5	14.6	0.058	17	13	13	0.000	17	12.7	16.5	0.299
18	12.3	14.6	0.187	18	11	13	0.182	18	8.4	16.5	0.964
19	14.6	14.6	0.000	19	13	13	0.000	19	16.5	16.5	0.000
20	18.8	14.6	0.223	20	13	13	0.000	20	12.1	16.5	0.364
Jumlah			0.228	Jumlah			0.121	Jumlah			0.194
Persentase			22.8%	Persentase			12.1%	Persentase			19.4%
Rata-rata Persentase				Rata-rata Persentase			17.5%	Rata-rata Persentase			15.3%

PERLAKUAN 3 (2 Juli 2012)						PERLAKUAN 4 (2 Juli 2012)					
No	Tinggi Tanaman		Hitung	No	Banyak Daun		Hitung	No	Tinggi Tanaman		Hitung
	Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi	
1	11.3	11.5	0.018	1	11	10	0.091	1	17.3	14.4	0.168
2	9.6	11.5	0.198	2	8	10	0.250	2	17.3	14.4	0.168
3	16.1	11.5	0.286	3	12	10	0.167	3	10.6	14.4	0.358
4	13	11.5	0.115	4	11	10	0.091	4	13.9	14.4	0.036
5	18.5	11.5	0.378	5	14	10	0.286	5	9.9	14.4	0.455
6	16.9	11.5	0.320	6	13	10	0.231	6	14.1	14.4	0.021
7	12.6	11.5	0.087	7	10	10	0.000	7	14.5	14.4	0.007
8	14.1	11.5	0.184	8	12	10	0.167	8	12.9	14.4	0.116
9	12.5	11.5	0.080	9	9	10	0.111	9	12.9	14.4	0.116
10	12.9	11.5	0.109	10	9	10	0.111	10	11.6	14.4	0.241
11	13.7	11.5	0.161	11	12	10	0.167	11	11.8	14.4	0.220
12	15.5	11.5	0.258	12	12	10	0.167	12	14.5	14.4	0.007
13	11.5	11.5	0.000	13	10	10	0.000	13	12.4	14.4	0.161
14	12.3	11.5	0.065	14	12	10	0.167	14	12.1	14.4	0.190
15	12.6	11.5	0.087	15	13	10	0.231	15	14.8	14.4	0.027
16	12.7	11.5	0.094	16	12	10	0.167	16	14.5	14.4	0.007
17	16.2	11.5	0.290	17	13	10	0.231	17	12.9	14.4	0.116
18	12.5	11.5	0.080	18	12	10	0.167	18	13.4	14.4	0.075
19	11.5	11.5	0.000	19	10	10	0.000	19	16.1	14.4	0.106
20	13.1	11.5	0.122	20	11	10	0.091	20	14.8	14.4	0.027
Jumlah			0.147	Jumlah			0.144	Jumlah			0.131
Persentase			14.7%	Persentase			14.4%	Persentase			13.1%
Rata-rata Persentase				Rata-rata Persentase			14.6%	Rata-rata Persentase			11.7%

3.4. Pengujian Data Minggu Keempat

PERLAKUAN 1 (9 Juli 2012)						PERLAKUAN 2 (9 Juli 2012)					
No	Tinggi Tanaman		Hitung	No	Banyak Daun		Hitung	No	Tinggi Tanaman		Hitung
	Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi	
1	17.6	18.4	0.045	1	14	15	0.071	1	19	18.4	0.032
2	21	18.4	0.124	2	16	15	0.063	2	23.5	18.4	0.217
3	18.4	18.4	0.000	3	15	15	0.000	3	26.9	18.4	0.316
4	14.3	18.4	0.287	4	11	15	0.364	4	21.3	18.4	0.136
5	22	18.4	0.164	5	16	15	0.063	5	19.1	18.4	0.037
6	18.6	18.4	0.011	6	13	15	0.154	6	22.4	18.4	0.179
7	17.8	18.4	0.034	7	15	15	0.000	7	24.3	18.4	0.243
8	15.8	18.4	0.165	8	15	15	0.000	8	14.8	18.4	0.243
9	22.8	18.4	0.193	9	16	15	0.063	9	24.8	18.4	0.258
10	14.2	18.4	0.296	10	12	15	0.250	10	26	18.4	0.292
11	14.3	18.4	0.287	11	12	15	0.250	11	22.8	18.4	0.193
12	13.1	18.4	0.405	12	13	15	0.154	12	18.4	18.4	0.000
13	17.9	18.4	0.028	13	16	15	0.063	13	24.8	18.4	0.258
14	15.9	18.4	0.157	14	14	15	0.071	14	26	18.4	0.292
15	11.6	18.4	0.586	15	14	15	0.071	15	21.5	18.4	0.144
16	18.9	18.4	0.026	16	16	15	0.063	16	20.5	18.4	0.102
17	21.6	18.4	0.148	17	17	15	0.118	17	19.4	18.4	0.052
18	19	18.4	0.032	18	13	15	0.154	18	14.1	18.4	0.305
19	21.1	18.4	0.128	19	16	15	0.063	19	26.5	18.4	0.306
20	24.5	18.4	0.249	20	14	15	0.071	20	19.6	18.4	0.061
Jumlah			0.168	Jumlah			0.105	Jumlah			0.183
Persentase			16.8%	Persentase			10.5%	Persentase			18.3%
Rata-rata Persentase				Rata-rata Persentase			13.7%	Rata-rata Persentase			14.4%

PERLAKUAN 3 (9 Juli 2012)						PERLAKUAN 4 (9 Juli 2012)					
No	Tinggi Tanaman		Hitung	No	Banyak Daun		Hitung	No	Tinggi Tanaman		Hitung
	Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi			Observasi	Simulasi	
1	17.1	22.7	0.327	1	12	16	0.333	1	23.3	15.4	0.339
2	13.9	22.7	0.633	2	11	16	0.455	2	24.4	15.4	0.369
3	24.1	22.7	0.058	3	15	16	0.067	3	15.4	15.4	0.000
4	18.6	22.7	0.220	4	14	16	0.143	4	21.5	15.4	0.284
5	26	22.7	0.127	5	15	16	0.067	5	16.6	15.4	0.072
6	23.6	22.7	0.038	6	17	16	0.059	6	20.5	15.4	0.249
7	18.9	22.7	0.201	7	12	16	0.333	7	22.8	15.4	0.325
8	20.3	22.7	0.118	8	15	16	0.067	8	18.4	15.4	0.163
9	17.1	22.7	0.327	9	12	16	0.333	9	19.8	15.4	0.222
10	16.4	22.7	0.384	10	13	16	0.231	10	20.2	15.4	0.238
11	19.9	22.7	0.141	11	15	16	0.067	11	16.9	15.4	0.089
12	22.7	22.7	0.000	12	16	16	0.000	12	20.4	15.4	0.245
13	16.5	22.7	0.376	13	13	16	0.231	13	18.5	15.4	0.168
14	17.9	22.7	0.268	14	15	16	0.067	14	17.6	15.4	0.125
15	17.9	22.7	0.268	15	15	16	0.067	15	20.8	15.4	0.260
16	19.1	22.7	0.188	16	15	16	0.067	16	20.4	15.4	0.245
17	22.8	22.7	0.004	17	14	16	0.143	17	20.3	15.4	0.241
18	20.2	22.7	0.124	18	15	16	0.067	18	17.4	15.4	0.115
19	17.2	22.7	0.320	19	13	16	0.231	19	19.9	15.4	0.226
20	18.8	22.7	0.207	20	14	16	0.143	20	19.7	15.4	0.218
Jumlah			0.217	Jumlah			0.158	Jumlah			0.21
Persentase			21.7%	Persentase			15.8%	Persentase			21.0%
Rata-rata Persentase				Rata-rata Persentase			18.7%	Rata-rata Persentase			14.6%

4. Revisi Simulasi Pertumbuhan Tanaman Berdasarkan Pemberian Dosis Urea dan Penyiraman pada Jumlah Daun, Panjang Batang dan Tinggi Tanaman

Revisi dari dosen penguji utama **Irwan Budi Santoso M.Kom** agar mensimulasikan pertumbuhan tanaman krisan terhadap pemberian dosis pupuk urea dan penyiraman, dengan ketentuan :

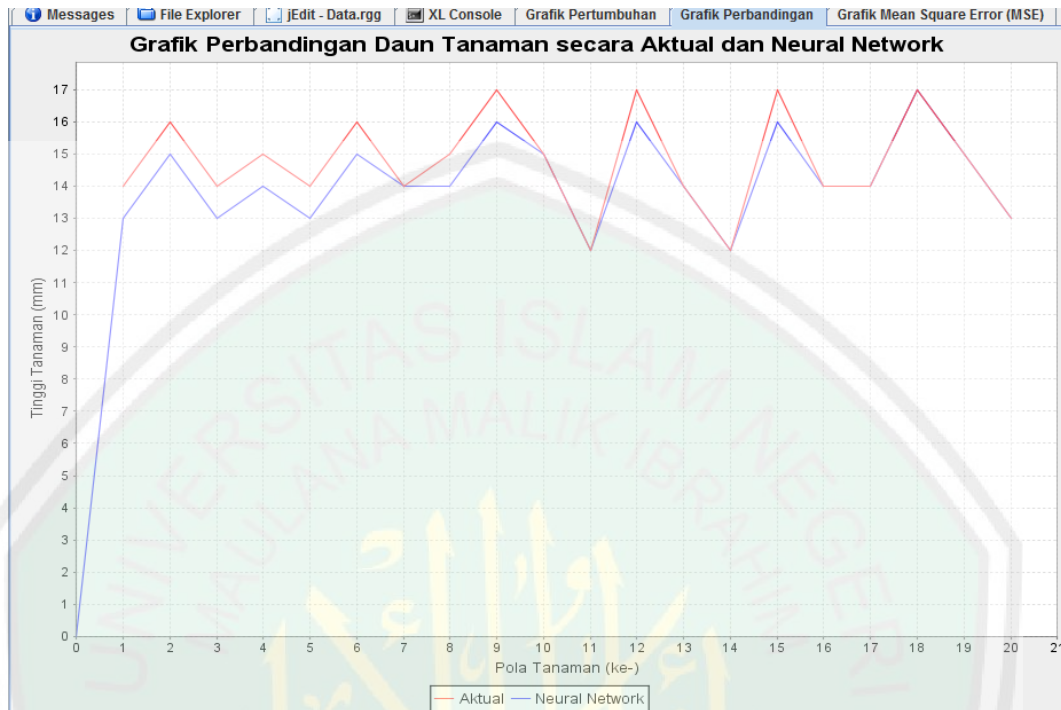
Input : Empat Perlakuan Berbeda (Dosis Urea dan Penyiraman)

Output : (a) Jumlah Daun, (b) Panjang Batang, (c) Tinggi Tanaman

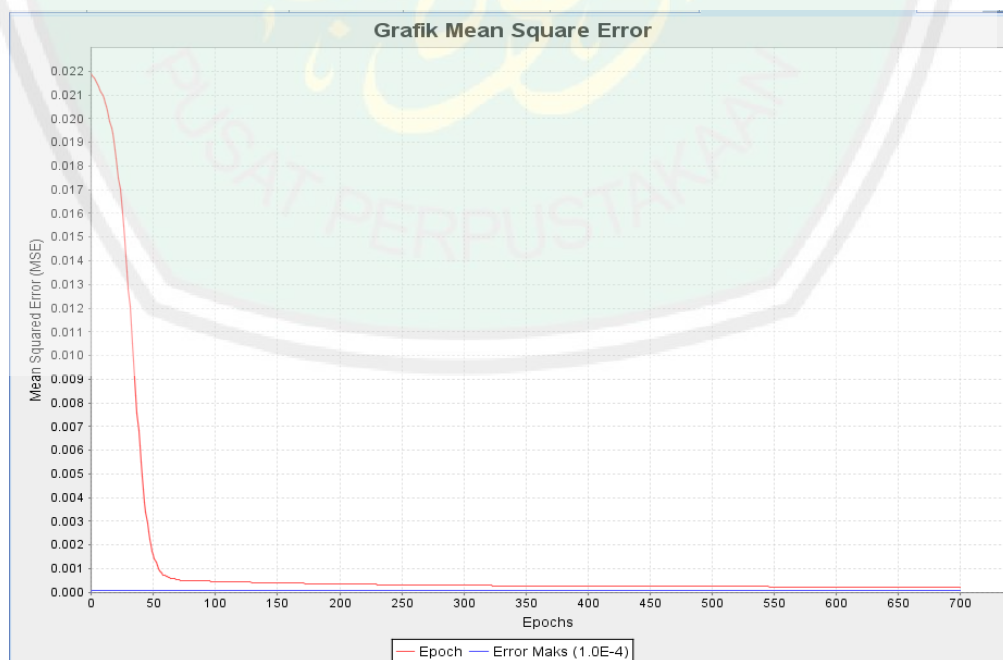
Ralat Simulasi Ulang atas perlakuan pemberian dosis urea dan penyiraman terhadap pertumbuhan jumlah daun, panjang batang dan tinggi tanaman.

Tabel 1. Simulasi Pertumbuhan Daun Terhadap Pemberian Dosis Pupuk Dan Penyiraman. Data Sampel Perlakuan Keempat Pada Pengambilan Data Minggu Keempat

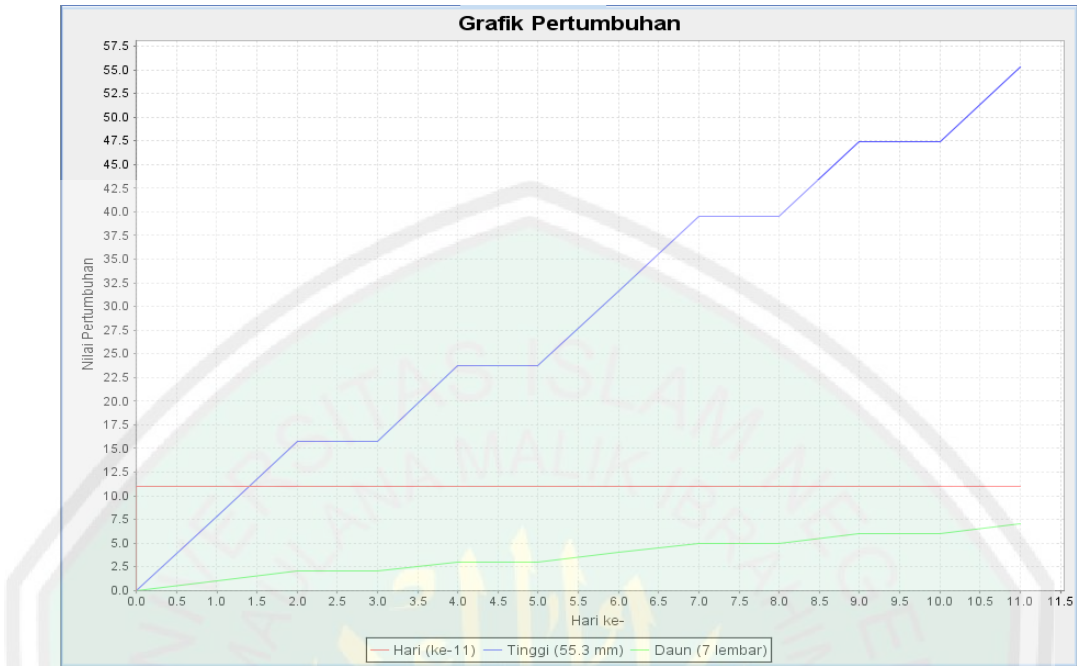
No.	Dosis Pupuk	Jumlah Daun (Aktual)	Jumlah Daun (Neural Network)	Selisih Error	Yang divisualisasikan
1	0.1	14	13.0	0.66039	x
2	0.2	16	15.0	1.32246	x
3	0.3	14	13.0	0.69468	x
4	0.4	15	14	0.28818	x
5	0.5	14	14	0.72897	x
6	0.6	16	14	1.25389	x
7	0.7	14	16	0.76326	x
8	0.8	15	15	0.2196	x
9	0.9	17	14	2.20246	x
10	1	15	12	0.18531	x
11	1.1	12	14	2.15103	x
12	1.2	17	16	2.15103	x
13	1.3	14	13	0.86612	x
14	1.4	12	12	0.34356	x
15	1.5	17	16	2.09959	x
16	1.6	14	15	0.91755	x
17	1.7	14	12	0.93469	x
18	1.8	17	15	2.04816	x
19	1.9	15	15	0.03102	√
20	2	13	13	0.24781	x



Gambar 1. Grafik Perbandingan Pertumbuhan Daun Aktual dengan Neural Network



Gambar 2. Grafik Mean Square Error Simulasi Pertumbuhan Daun



Gambar 3. Grafik Laju Pertumbuhan Daun Tanaman Krisan

-----Tabel Hasil DeNormalisasi-----

Pola Tanaman	Aktual	Neural	Selisih
Pola ke-1	14.0 helai	15.0 helai	0.52282
Pola ke-2	16.0 helai	15.0 helai	1.45557
Pola ke-3	14.0 helai	15.0 helai	0.56604
Pola ke-4	15.0 helai	15.0 helai	0.41235
Pola ke-5	14.0 helai	15.0 helai	0.60927
Pola ke-6	16.0 helai	15.0 helai	1.36912
Pola ke-7	14.0 helai	15.0 helai	0.65249
Pola ke-8	15.0 helai	15.0 helai	0.3259
Pola ke-9	17.0 helai	15.0 helai	2.30429
Pola ke-10	15.0 helai	15.0 helai	0.28268
Pola ke-11	12.0 helai	15.0 helai	2.73893
Pola ke-12	17.0 helai	15.0 helai	2.23946
Pola ke-13	14.0 helai	15.0 helai	0.78215
Pola ke-14	12.0 helai	15.0 helai	2.80376
Pola ke-15	17.0 helai	15.0 helai	2.17463
Pola ke-16	14.0 helai	15.0 helai	0.84698
Pola ke-17	14.0 helai	15.0 helai	0.86859
Pola ke-18	17.0 helai	15.0 helai	2.1098
Pola ke-19	15.0 helai	15.0 helai	0.08819
Pola ke-20	13.0 helai	15.0 helai	1.93342

Selisih terkecil: 0.08819, pada pola ke-19,
Jumlah Daun: 15.0 helai, Dosis Pupuk: 1.9 gram

=====

Yang akan di simulasikan atau divisualisasikan :
Data Aktual Tanaman Pola ke-19
Jumlah Daun : 15.0 helai
Dosis Pupuk : 1.9 gram
Tekan tombol "Run Tumbuh" untuk mengamati pemodelan!

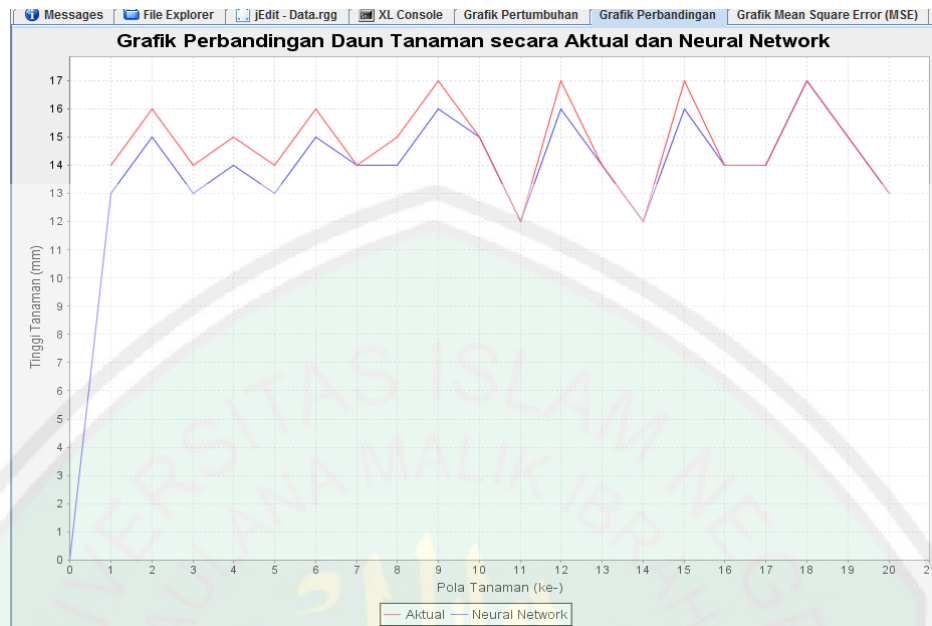
Gambar 4. Hasil Perhitungan Simulasi Neural Network Pada Pertumbuhan Daun Pada Tanaman Krisan



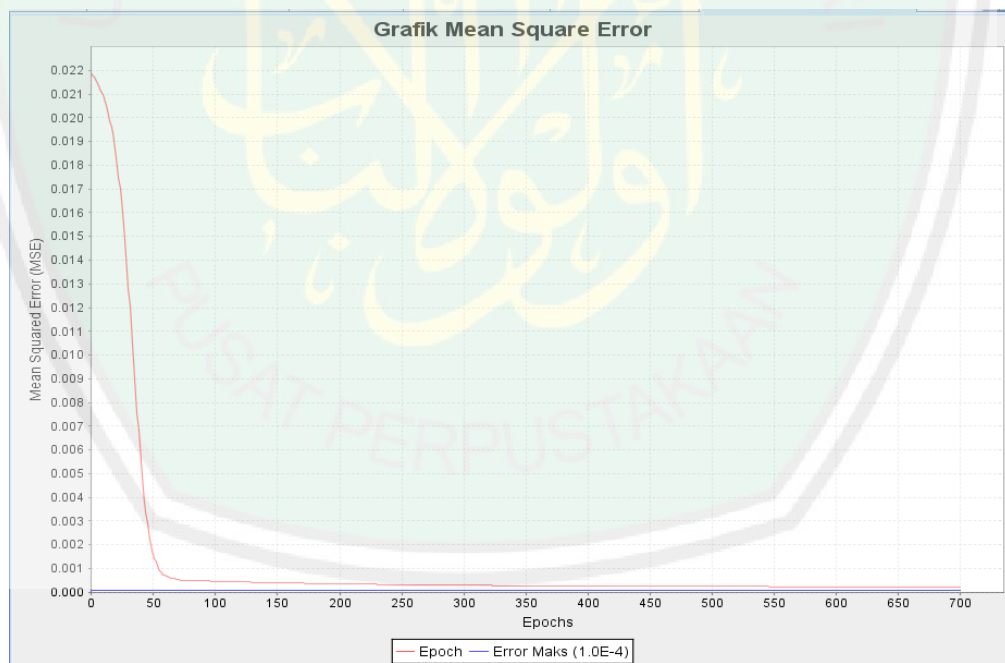
Gambar 5. Hasil Visualisasi Pertumbuhan 3D

Tabel 2. Simulasi Pertumbuhan Batang Terhadap Pemberian Dosis Pupuk Dan Penyiraman. Data Sampel Perlakuan Keempat Pada Pengambilan Data Minggu Keempat

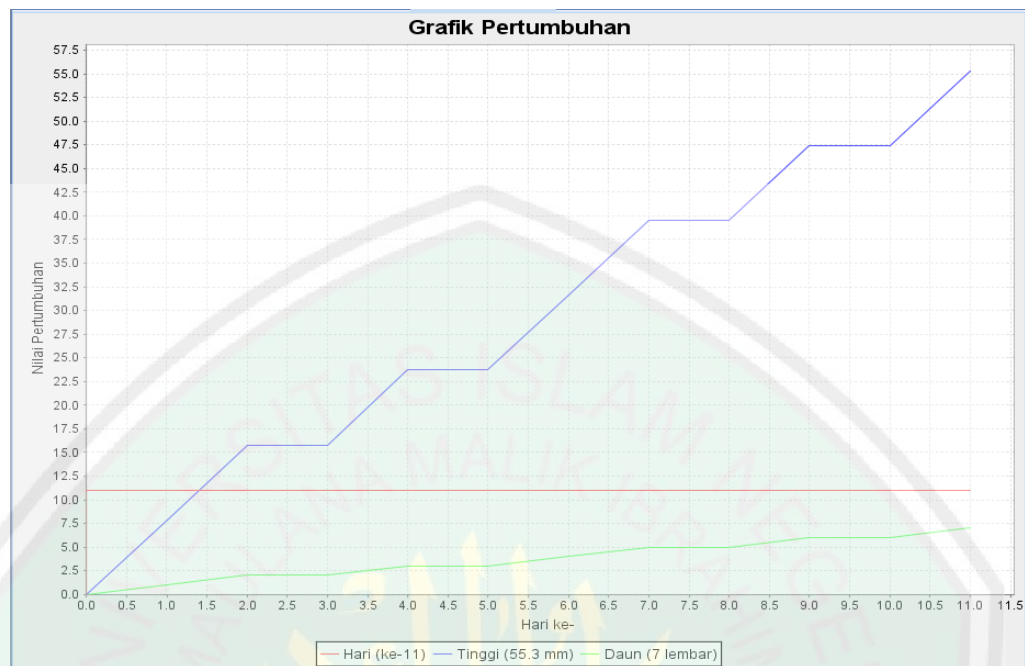
No.	Dosis Pupuk	Panjang Batang (Aktual)	Panjang Batang (Neural Network)	Selisih Error	Yang divisualisasikan
1	0.1	14	13.0	0.66039	x
2	0.2	16	15.0	1.32246	x
3	0.3	14	13.0	0.69468	x
4	0.4	15	14	0.28818	x
5	0.5	14	14	0.72897	x
6	0.6	16	14	1.25389	x
7	0.7	14	16	0.76326	x
8	0.8	15	15	0.2196	x
9	0.9	17	14	2.20246	x
10	1	15	12	0.18531	x
11	1.1	12	14	2.15103	x
12	1.2	17	16	2.15103	x
13	1.3	14	13	0.86612	x
14	1.4	12	12	0.34356	x
15	1.5	17	16	2.09959	x
16	1.6	14	15	0.91755	x
17	1.7	14	12	0.93469	x
18	1.8	17	15	2.04816	x
19	1.9	15	15	0.03102	√
20	2	13	13	0.24781	x



Gambar 1. Grafik Perbandingan Pertumbuhan Panjang Batang Aktual dengan Neural Network



Gambar 2. Grafik Mean Square Error Simulasi Pertumbuhan Panjang Batang



Gambar 3. Grafik Laju Pertumbuhan Panjang Batang Tanaman Krisan

-----Tabel Hasil DeNormalisasi-----

Pola Tanaman	Aktual	Neural	Selisih
Pola ke-1	14.0 helai	15.0 helai	0.52282
Pola ke-2	16.0 helai	15.0 helai	1.45557
Pola ke-3	14.0 helai	15.0 helai	0.56604
Pola ke-4	15.0 helai	15.0 helai	0.41235
Pola ke-5	14.0 helai	15.0 helai	0.60927
Pola ke-6	16.0 helai	15.0 helai	1.36912
Pola ke-7	14.0 helai	15.0 helai	0.65249
Pola ke-8	15.0 helai	15.0 helai	0.3259
Pola ke-9	17.0 helai	15.0 helai	2.30429
Pola ke-10	15.0 helai	15.0 helai	0.28268
Pola ke-11	12.0 helai	15.0 helai	2.73893
Pola ke-12	17.0 helai	15.0 helai	2.23946
Pola ke-13	14.0 helai	15.0 helai	0.78215
Pola ke-14	12.0 helai	15.0 helai	2.80376
Pola ke-15	17.0 helai	15.0 helai	2.17463
Pola ke-16	14.0 helai	15.0 helai	0.84698
Pola ke-17	14.0 helai	15.0 helai	0.86859
Pola ke-18	17.0 helai	15.0 helai	2.1098
Pola ke-19	15.0 helai	15.0 helai	0.08819
Pola ke-20	13.0 helai	15.0 helai	1.93342

Selisih terkecil: 0.08819, pada pola ke-19,
Jumlah Daun: 15.0 helai, Dosis Pupuk: 1.9 gram

Yang akan di simulasikan atau divisualisasikan :

Data Aktual Tanaman Pola ke-19

Jumlah Daun : 15.0 helai

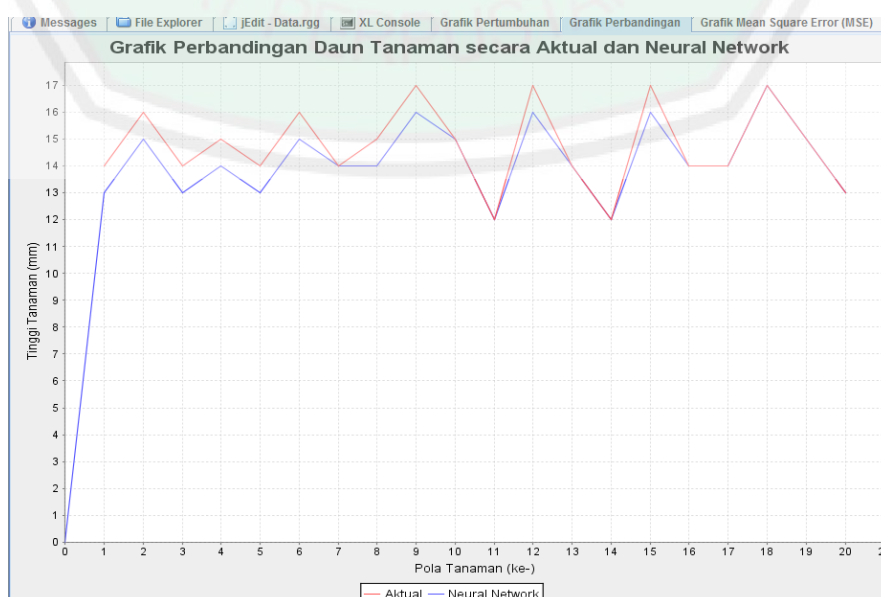
Dosis Pupuk : 1.9 gram

Tekan tombol "Run Tumbuh" untuk mengamati pemodelan!

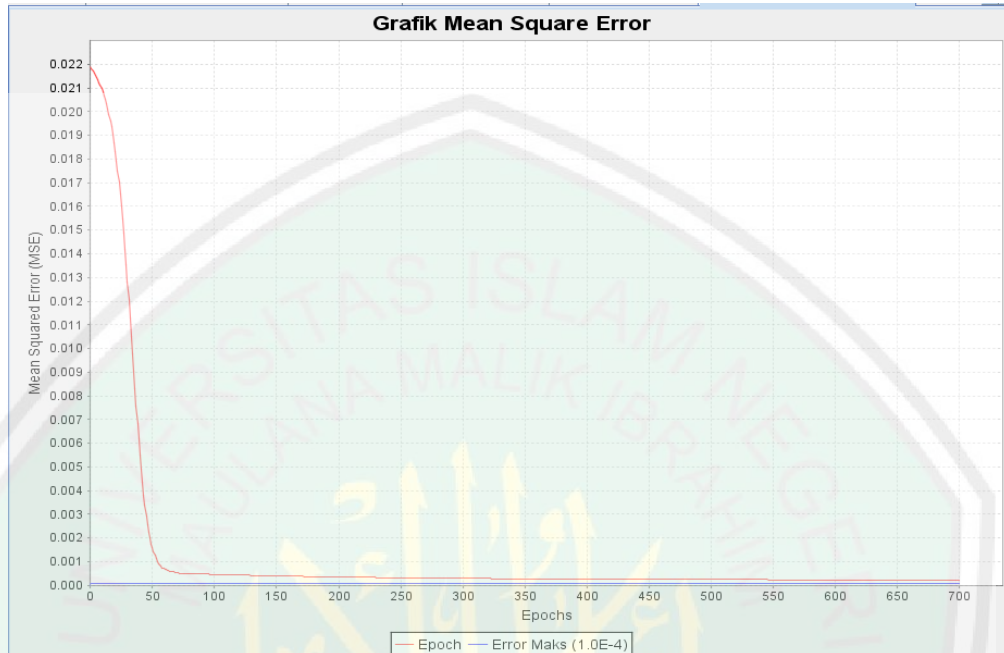
Gambar 4. Hasil Perhitungan Simulasi Neural Network Pada Pertumbuhan Panjang Batang Pada Tanaman Krisan

Tabel 2. Simulasi Pertumbuhan Tinggi Tanaman Terhadap Pemberian Dosis Pupuk Dan Penyiraman. Data Sampel Perlakuan Keempat Pada Pengambilan Data Minggu Keempat

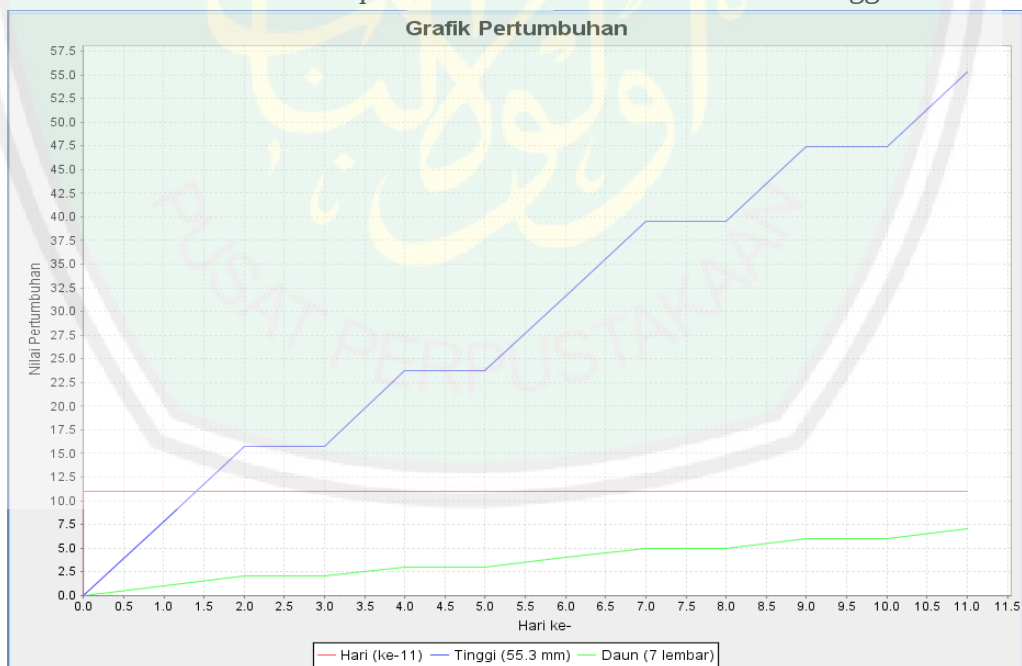
No.	Dosis Pupuk	Tinggi Tanaman (Aktual)	Tinggi Tanaman (Neural Network)	Selisih Error	Yang divisualisasikan
1	0.1	14	13.0	0.66039	x
2	0.2	16	15.0	1.32246	x
3	0.3	14	13.0	0.69468	x
4	0.4	15	14	0.28818	x
5	0.5	14	14	0.72897	x
6	0.6	16	14	1.25389	x
7	0.7	14	16	0.76326	x
8	0.8	15	15	0.2196	x
9	0.9	17	14	2.20246	x
10	1	15	12	0.18531	x
11	1.1	12	14	2.15103	x
12	1.2	17	16	2.15103	x
13	1.3	14	13	0.86612	x
14	1.4	12	12	0.34356	x
15	1.5	17	16	2.09959	x
16	1.6	14	15	0.91755	x
17	1.7	14	12	0.93469	x
18	1.8	17	15	2.04816	x
19	1.9	15	15	0.03102	√
20	2	13	13	0.24781	x



Gambar 1. Grafik Perbandingan Pertumbuhan Tinggi Tanaman Aktual dengan Neural Network



Gambar 2. Grafik Mean Square Error Simulasi Pertumbuhan Tinggi Tanaman



Gambar 3. Grafik Laju Pertumbuhan Tinggi Tanaman Krisan

-----Tabel Hasil DeNormalisasi-----

Pola Tanaman	Aktual	Neural	Selisih
Pola ke-1	14.0 helai	15.0 helai	0.52282
Pola ke-2	16.0 helai	15.0 helai	1.45557
Pola ke-3	14.0 helai	15.0 helai	0.56604
Pola ke-4	15.0 helai	15.0 helai	0.41235
Pola ke-5	14.0 helai	15.0 helai	0.60927
Pola ke-6	16.0 helai	15.0 helai	1.36912
Pola ke-7	14.0 helai	15.0 helai	0.65249
Pola ke-8	15.0 helai	15.0 helai	0.3259
Pola ke-9	17.0 helai	15.0 helai	2.30429
Pola ke-10	15.0 helai	15.0 helai	0.28268
Pola ke-11	12.0 helai	15.0 helai	2.73893
Pola ke-12	17.0 helai	15.0 helai	2.23946
Pola ke-13	14.0 helai	15.0 helai	0.78215
Pola ke-14	12.0 helai	15.0 helai	2.80376
Pola ke-15	17.0 helai	15.0 helai	2.17463
Pola ke-16	14.0 helai	15.0 helai	0.84698
Pola ke-17	14.0 helai	15.0 helai	0.86859
Pola ke-18	17.0 helai	15.0 helai	2.1098
Pola ke-19	15.0 helai	15.0 helai	0.08819
Pola ke-20	13.0 helai	15.0 helai	1.93342

Selisih terkecil: 0.08819, pada pola ke-19,
Jumlah Daun: 15.0 helai, Dosis Pupuk: 1.9 gram

Yang akan di simulasikan atau divisualisasikan :
Data Aktual Tanaman Pola ke-19
Jumlah Daun : 15.0 helai
Dosis Pupuk : 1.9 gram
Tekan tombol "Run Tumbuh" untuk mengamati pemodelan!

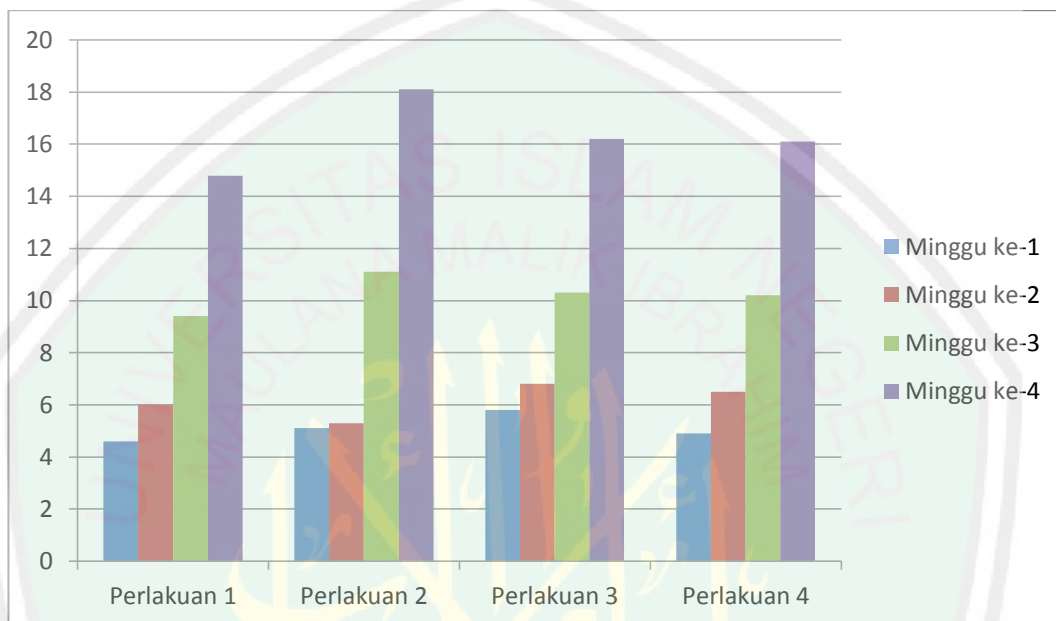
Gambar 4. Hasil Perhitungan Simulasi Neural Network Pada Pertumbuhan Tinggi Tanaman Pada Tanaman Krisan



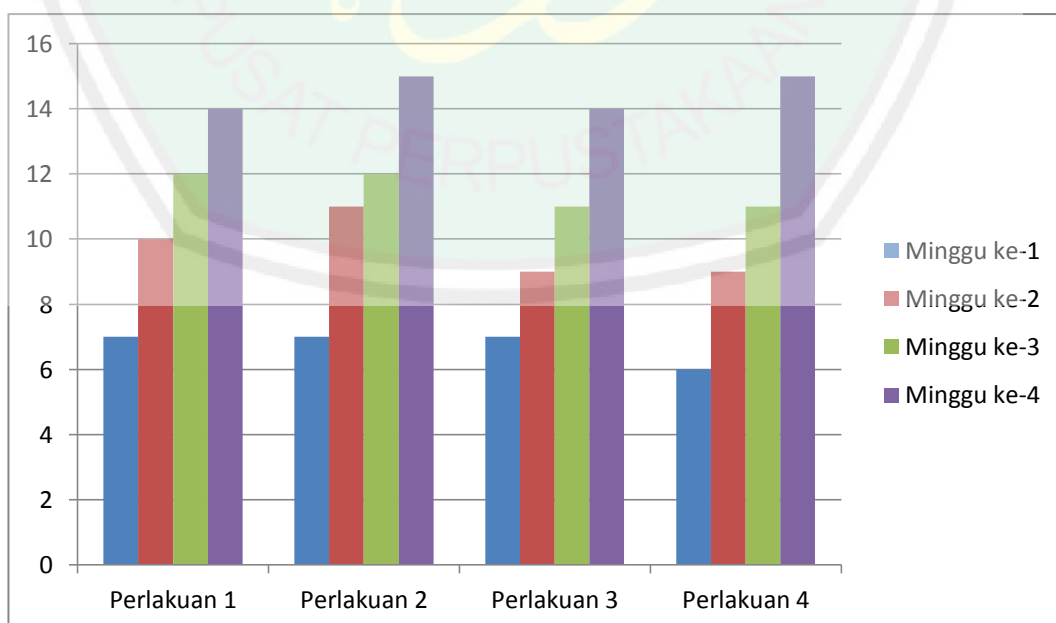
Gambar 5. Hasil Visualisasi Pertumbuhan 3D

5. Grafik Perbandingan Panjang Batang, Jumlah Daun, Tinggi Tanaman & Rata-rata Per-Perlakuan.

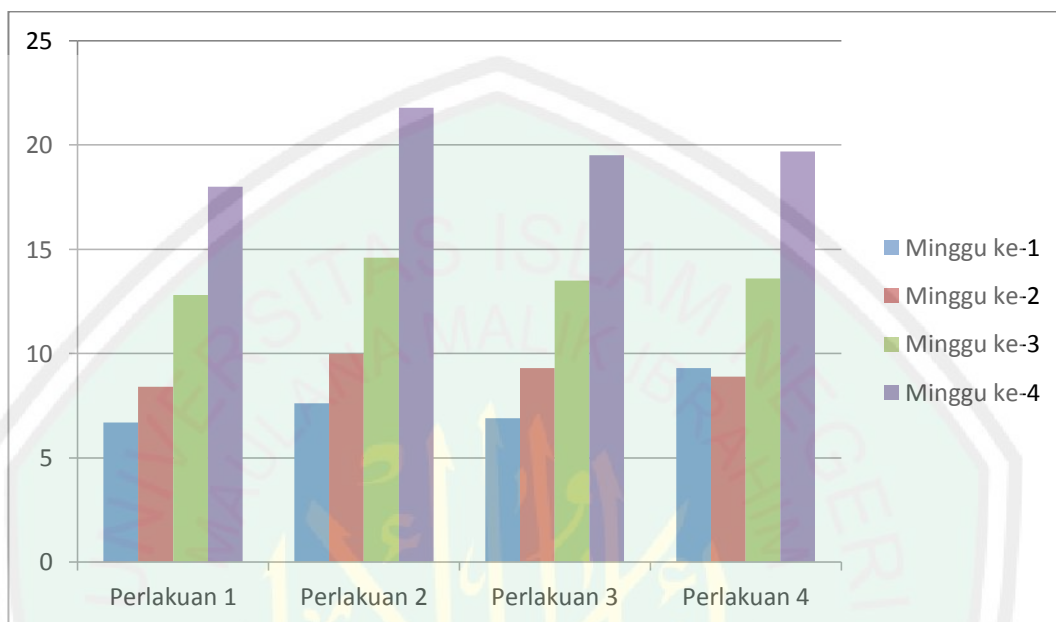
Grafik Perbandingan Panjang Batang



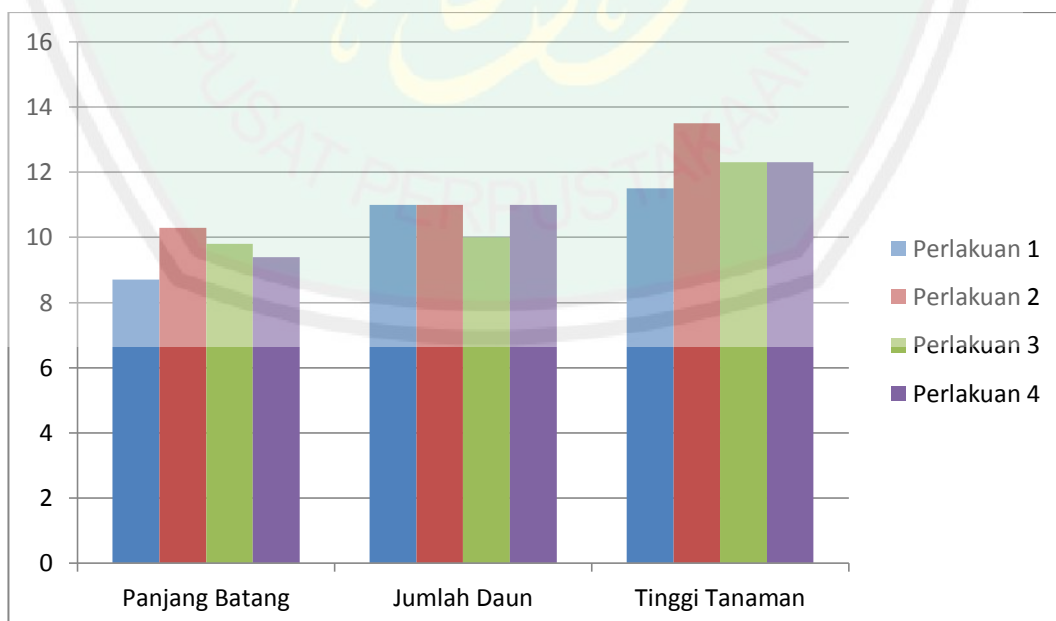
Grafik Perbandingan Jumlah Daun



Grafik Perbandingan Tinggi Tanaman



Grafik Perbandingan antara Panjang Batang, Jumlah Daun & Tinggi Tanaman pada Rata-rata Per-Perlakuan



6. Foto Kegiatan Penelitian di Lapangan.

6.1. Persiapan Alat dan Bahan



Bibit Tanaman Kisan Puma Putih



Bibit Tanaman Kisan dan Zat Perangsang Akar (rootone)

6.2. Persiapan Media Tanam



Tanah disiram air dulu agar gembur sehingga mudah
untuk proses penanaman

6.3. Proses Penanaman



Dalam melakukan penanaman harus hati-hati, jangan sampai akar dari tanaman tersebut lepas saat menancapkan ke dalam tanah.



6.4. Proses Penyiraman Tanaman



Penyiraman dilakukan setiap hari dengan perlakuan pagi atau sore hari, air yang digunakan dalam penyiraman menggunakan air tanah.

6.5. Usia Tanaman Pada Minggu Pertama



Kondisi tanaman setelah mengalami pemupukan dan penyiraman

6.6. Usia Tanaman Pada Minggu Kedua



6.7. Proses Pemupukan Tanaman Dengan Urea Yang Dilarutkan dengan 1 Liter Air



6.8. Usia Tanaman Pada Minggu Ketiga



6.9. Usia Tanaman Pada Minggu Keempat



6.10. Suasana Di Dalam Green House



6.11. Tanaman Krisan Puma Putih Yang Sudah Berumur kurang lebih 4 Bulan.



6.12. Bunga Krisan Yang Siap di Jual



Satu rangkaian bunga krisan dapat dijual
harga Rp 9000,- hingga Rp 15.000,-

6.13. Kantor PT Inggü Laut Abadi



6.14. Lokasi Penelitian PT Inggulaut Abadi



6.15. GreenHouse Lokasi Penelitian





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jalan Gajayana 50 Malang 65144 Telp/ Faksimile (0341) 558933

Nomor : Un.3.6 / TL.00 / 747 / 2012
 Hal : Izin Penelitian

14 Juni 2012

Kepada
 Yth. Pimpinan PT Inggau Laut Abadi
 Desa Cangar, Batu-Malang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, sehubungan dengan penelitian mahasiswa kami :

Nama : Eko Suhartono
 N I M : 08650012
 Jurusan : Teknik Informatika
 Judul : Simulasi Pertumbuhan Tanaman Krisan Terhadap
 Pemberian Dosis Pupuk Urea dan Penyiraman
 Menggunakan Neural Network Berbasis XL System
 Dosen Pembimbing : Suhartono, M.Kom
 Waktu Penelitian : Bulan Juni- Juli 2012

Maka kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan izin pada mahasiswa tersebut untuk melakukan penelitian di PT Inggau Laut Abadi.

Demikian permohonan ini, atas perhatiannya disampaikan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan
 Pembantu Dekan Bidang Akademik

 Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes
 NIP. 19750808 199903 1 003