

**SIMULASI PERTUMBUHAN KEDELAI YANG TERCEKAM
NAUNGAN PADA PEMBERIAN DOSIS UREA DAN
FORMULA PUPUK ORGANIK CAIR MENGGUNAKAN
ANFIS BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

Oleh:

ANGGA DEBBY FRAYUDHA
NIM. 09650075



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2013**

**SIMULASI PERTUMBUHAN KEDELAI YANG TERCEKAM
NAUNGAN PADA PEMBERIAN DOSIS UREA DAN
FORMULA PUPUK ORGANIK CAIR MENGGUNAKAN
ANFIS BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim (UIN Maliki) Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

Oleh:

**ANGGA DEBBY FRAYUDHA
NIM. 09650075**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2013**

**LEMBAR PERSETUJUAN
SIMULASI PERTUMBUHAN KEDELAI YANG TERCEKAM
NAUNGAN PADA PEMBERIAN DOSIS UREA DAN
FORMULA PUPUK ORGANIK CAIR MENGGUNAKAN
ANFIS BERBASIS XL SYSTEM**

SKRIPSI

Oleh:

ANGGA DEBBY FRAYUDHA

NIM. 09650075

Telah disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Suhartono, M. Kom

NIP. 196805192003121001

Suyono, M. P

NIP. 197106222003121002

15 April 2013

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Ririen Kusumawati, M. Kom

NIP. 197203092005012002

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Angga Debby Frayudha
NIM : 09650075
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Penelitian : Simulasi Pertumbuhan Kedelai Yang Tercekam Naungan
Pada Pemberian Dosis Urea Dan Formula Pupuk Organik
Cair Menggunakan *ANFIS* Berbasis *XL System*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa 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.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 20 April 2013

Penulis

Angga Debby Frayudha

NIM. 09650075

MOTTO

مَنْ دَلَّ عَلَى خَيْرٍ فَلَهُ مِثْلُ أَجْرِ
فَاعِلِهِ

“Barangsiapa yang menunjukkan kepada kebaikan, maka orang yang menunjukkannya akan mendapat pahala seperti orang yang melakukannya”

PERSEMBAHAN

Yang Utama Dari Segalanya

Alhamdulillahirabbil'alamin, tiada kata terindah selain ucap syukur atas segala kelimpahan nikmat dari Allah SWT yang memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi saya dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya ini kepada mereka yang istimewa dan luar biasa.

Bapak dan Ibu

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih kepada Bapak dan Ibu yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Bapak dan Ibu bahagia. Untuk Bapak dan Ibu yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik.

Semua Sahabat Terbaikku

Untuk semua sahabat-sahabatku, teman-temanku Informatics '09 dan semua teman dan sahabatku di UIN Malang turut membantu selama ini, "Mas Velly, Akhmad Syarifudin, Dzuizzin, Faris, Al Habsyi, Umar, Taufiq dan semua teman-teman yang lain" terima kasih atas bantuan kalian, semoga keakraban di antara kita selalu terjaga. Buat teman-teman alumni Informatics '09, IOC serta teman yang lain yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas doa dan bantuan kalian, semangat kalian dan candaan kalian.

Untuk seseorang yang ada di masa lalu dan masa depan, terkadang orang yang membuat kita bangkit adalah orang yang sama membuat kita jatuh

Serta semua pihak yg sudah membantu selama penyelesaian Skripsi ini.

"Jalan yang dilewati orang sukses tidak akan pernah mudah, semua akan indah pada waktunya"

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji bagi Allah SWT karena dengan pertolongannya-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan judul “Simulasi Pertumbuhan kedelai Pada Pemberian Variasi Dosis Urea Dan Formula Pupuk Hayati Rhizobium Menggunakan *Anfis* Berbasis *XL System*”.

Sholawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW karena bimbingan beliau Islam telah disampaikan dan membawa umat dari kegelapan menuju zaman yang terang benderang.

Penyelesaian skripsi ini akan sulit terwujud tanpa bantuan dan sumbangsih berbagai pihak karena penulis memiliki keterbatasan kemampuan dan pengetahuan. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati maka penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Suhartono, M. kom selaku pembimbing I yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan mengarahkan dalam penyelesaian skripsi.
2. Suyono, M. P selaku pembimbing II yang membantu penulis dalam bidang pertanian dan keilmuan, serta banyak memberikan petunjuk dan nasehat dalam penyelesaian skripsi.
3. Segenap Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
4. Keluarga besar Perpustakaan Pusat Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan dukungan pustaka kepada penulis untuk menyelesaikan penyusunan skripsi.

5. Bapak, ibu, adik, dan segenap keluarga besar penulis yang banyak berkontribusi dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi.
6. Mas Velly, Mas Chuldi, Mas Ulil, Akhmad Syarifudin dan seluruh teman-teman yang membantu berbagi pengalaman dan ilmu untuk menyelesaikan skripsi.
7. Teman-teman jurusan Teknik Informatika dan untuk seluruh civitas akademika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah banyak membantu perjuangan dan berbagi pengalaman dalam kehidupan sehari-hari.
8. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu, atas segala yang telah diberikan kepada penulis dan dapat menjadi pelajaran.

Sebagai penutup, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya. Harapan penulis selanjutnya adalah semoga karya ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Malang, 15 April 2013

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGANTAR.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	
DAFTAR GAMBAR	
ABSTRAK.....	
 BAB I: PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Ruang Lingkup	7
1.5 Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan.....	8
 BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	 10
2.1 Tanaman Kedelai.....	10
2.1.1 Penjelasan Singkat Tanaman Kedelai(<i>Glycine max</i>).....	11
2.1.2 Daun	12
2.1.3 Akar	12
2.1.4 Bunga.....	12
2.1.5 Buah dan Biji.....	12
2.1.6 Klasifikasi.....	13
2.1.7 Iklim	14
2.1.8 Ketinggian	14
2.1.9 Keadaan Tanah	14
2.1.10 Tercekam Naungan.....	15
2.2 Pupuk Urea ($NH_2 CONH_2$).....	15
2.2.1 Peranan Urea Dalam Pertumbuhan tanaman	16
2.3 Pupuk Organik.....	16
2.3.1 Pupuk Organik Rhizobium	18
2.3.2 Pupuk Organik Cair.....	19
2.4 XL-System	20
2.4.1 L-System.....	20
2.4.2 Bahasa Pemrograman XL.....	22
2.4.3 Penulisan Berulang (<i>Rewriting System</i>)	22
2.4.4 Deterministic dan Context Free L-system(<i>DOL</i>)	24
2.4.5 Context Sensitive L-System	25

2.5 Gambaran Umum ANFIS.....	26
2.5.1 Fungsi Keanggotaan	28
2.5.1.a Representasi Linier	29
2.5.1.b Representasi Kurva Segitiga.....	30
2.5.1.c Representasi Kurva Trapesium	31
2.5.1.d Representasi Kurva -S	32
2.5.1.e Fungsi Keanggotaan Generalized Bell.....	33
2.5.1.f Fungsi Keanggotaan Gaussian (Gauss)	33
2.5.1.g Fungsi Keanggotaan Sigmoid.....	33
2.5.2 Arsitektur ANFIS	34
2.5.3 Algoritma Belajar Hybrida	36
2.5.4 Least Square Estimator (<i>LSE</i>)	37
2.5.5 Model Propagasi Error (<i>Alur Mundur</i>).....	38
2.5.5.a Error Pada Lapisan ke-5.....	39
2.5.5.b Error Pada Lapisan ke-4	39
2.5.5.c Error Pada Lapisan ke-3.....	40
2.5.5.d Error Pada Lapisan ke-2	40
2.5.5.e Error Pada Lapisan ke-1.....	42
2.6 GroIMP	46
2.7 Integrasi Islam	46
BAB III: METODE PENELITIAN.....	50
3.1 Metode Penelitian	50
a Observasi	50
b Persiapan Alat, Lahan dan Bibit.....	51
c Analisa Data.....	51
d Perancangan Program	51
e Pembuatan Program	51
f Evaluasi Program	51
g Pembuatan Laporan Skripsi.....	52
3.1.1 Objek Penelitian	52
3.1.2 Variabel Penelitian	52
3.1.3 Tempat dan Waktu	53
3.1.4 Alat dan Bahan	53
3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	54
3.2.1 Persiapan Lahan.....	54
3.2.2 Persiapan Bibit Tanaman.....	55
3.2.3 Penanaman dan Pemeliharaan	55
3.2.3.a Pemupukan.....	56
3.2.3.b Penyiangan tanaman	57
3.3 Pengamatan.....	58
3.4 Desain Sistem	60
3.4.1 Rancangan Desain Alur Sistem.....	61
3.4.1.a Rancangan pengolahan data ANFIS	63
3.4.1.b Rancangan ANFIS dengan GroIMP	65
3.4.2 Use Case Diagram	66

3.4.3 Class Diagram	66
3.4.4 Logical View	66
3.5 Tahap Implementasi	66
BAB IV: ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	70
4.1 Analisa data	70
4.2 Pengolahan Data	72
4.2.1 Perhitungan ANFIS	74
4.2.1.1 Lapisan 1.....	76
4.2.1.2 Lapisan 2.....	77
4.2.1.3 Lapisan 3.....	78
4.2.1.4 Lapisan 4.....	79
4.2.1.5 Lapisan 5.....	81
4.2.2 Algoritma pembelajaran	83
4.2.2.1 Error Lapisan 5	83
4.2.2.2 Error Lapisan 4	85
4.2.2.3 Error Lapisan 3	85
4.2.2.4 Error Lapisan 2	86
4.2.2.5 Error Lapisan 1	87
4.3 Implementasi Program.....	91
4.3.1 Instalasi Program	91
4.3.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras	91
4.3.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	91
4.3.2 pembuatan Program.....	92
4.4 Hasil Program	115
4.5 Evaluasi Program	117
4.6 Tinjauan Agama	122
BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN.....	123
5.1 Kesimpulan.....	123
5.2 Saran	124

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Proses belajar ANFIS.....	37
Tabel 3.1	Rancang Perlakuan.....	56
Tabel 3.2	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	59
Tabel 4.1	Data Tanaman Perlakuan Keenam	72
Tabel 4.2	Hasil Pengolahan Data Awal	74
Tabel 4.3	Tabel parameter premis.....	75
Tabel 4.4	Hasil Lapisan 1.....	78
Tabel 4.5	Hasil Lapisan 2.....	79
Tabel 4.6	Hasil Lapisan 3.....	80
Tabel 4.7	Hasil Lapisan 4.....	82
Tabel 4.8	Hasil Lapisan 5.....	83
Tabel 4.9	Hasil Error Pada Lapisan Ke-5	85
Tabel 4.10	Hasil Error Pada Lapisan Ke-3	87
Tabel 4.11	Hasil Error Pada Lapisan Ke-2	88
Tabel 4.12	Hasil Error Pada Lapisan Ke-1	89
Tabel 4.13	Selisih Error Jaringan.....	91
Tabel 4.14	Perbandingan Data Hasil Simulasi dan Observasi Pada Data Terakhir Tanaman Organik 3 gr/Liter Penyiraman Sore	118
Tabel 4.15	Perbandingan Data Hasil Simulasi dan Observasi Pada Data Terakhir Tanaman Anorganik 2 gr/Liter Penyiraman Sore	119
Tabel 4.16	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Data Terakhir Tanaman Organik 3 cc/Liter Penyiraman Sore.....	120
Tabel 4.17	Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Data Terakhir Tanaman Anorganik 2 gr/Liter Penyiraman Sore	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Kedelai (Glycine max)	11
Gambar 2.2	Biji Kedelai (Glycine max)	13
Gambar 2.3	Skema Sederhana XL-System	20
Gambar 2.4	Konstruksi dari Snowflake Curve	23
Gambar 2.5	Konstruksi Awal Tanaman	24
Gambar 2.6	Contoh aturan Produksi DOL System	25
Gambar 2.7	Representasi Linier Naik	29
Gambar 2.8	Representasi Kurva Segitiga	30
Gambar 2.9	Representasi Kurva Trapesium	31
Gambar 2.9	Representasi Kurva -S	32
Gambar 2.10	Struktur ANFIS	34
Gambar 3.1	Rancangan Penanaman	54
Gambar 3.2	Desain Alur Sistem Keseluruhan Proses Program Simulasi	61
Gambar 3.3	Desain Alur Sistem Program Grafik	62
Gambar 3.4	Flowchart ANFIS	63
Gambar 3.5	Skema ANFIS dan Groim	65
Gambar 3.6	Use Case Diagram Simulasi Tanaman	68
Gambar 3.7	Class Diagram Simulasi Tanaman	68
Gambar 3.8	Logical View Simulasi Tanaman	69
Gambar 3.9	Desain Simulasi	69
Gambar 3.10	Desain Grafik 1 Tanaman	70
Gambar 3.11	Desain Grafik Organik dan Anorganik	70
Gambar 4.1	Struktur ANFIS (Alvala, 2008)	76
Gambar 4.2	Blok Diagram Alur Mundur Anfis	84
Gambar 4.3	Morfologi Tanaman Kedelai (a)Batang dan (b)Daun	95
Gambar 4.4	Inputan Simulasi	116
Gambar 4.5	Inputan Grafik	116
Gambar 4.6	Hasil Simulasi Tanaman	117
Gambar 4.7	Hasil Inputan Grafik Pertumbuhan	117

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Observasi.....	131
Lampiran 2 Data Yang Digunakan	151
Lampiran 3 Hasil Program	153
Lampiran 4 Data Uji Coba	157
Lampiran 5 Foto Objek Penelitian	159
Lampiran 6 Foto Lock pengukuran Kedelai Di lapangan.....	164
Lampiran 7 Surat Keterangan Penelitian	165

ABSTRAK

Frayudha, Angga D. 2013. 09650075. **Simulasi Pertumbuhan Kedelai Yang Tercekam Naungan Pada Pemberian Dosis Urea Dan Formula Pupuk Organik Cair Menggunakan Anfis Berbasis XL System.** Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Suhartono, M. Kom (II) Suyono, M. P.

Kata Kunci: Groimp, XL System, 3D, ANFIS, Lux Meter.

Kedelai merupakan salah satu tanaman pangan dan sudah menjadi kebutuhan pokok di Indonesia. Dengan berkembangnya teknologi sekarang ini tanaman kedelai mulai disimulasikan dengan bentuk 3D menggunakan aplikasi GroIMP yang berbasis XL System dan untuk membuktikan simulasi pertumbuhan dilakukan penelitian yang menggunakan pupuk organik dan pupuk urea pada waktu perlakuan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemupukan dengan pupuk organik cair terhadap produktivitas tanaman kedelai, mengetahui waktu pemupukan yang memberikan hasil terbaik serta mengetahui interaksi antara jenis pupuk dan waktu pemupukan. Penelitian dilakukan dengan Rancangan terstruktur. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, panjang batang, jumlah cabang, jumlah daun.

Untuk membantu dalam menentukan tanaman mana yang akan dijadikan simulasi digunakan ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System), data tinggi tanaman, panjang batang dan jumlah cabang dimasukan dan dihitung menggunakan ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System), setelah proses training didapat error terkecil dan dari situlah pemilihan tanaman akan disimulasikan dalam bentuk 3D. Hasil Perhitungan ANFIS didapat rata-rata presentase akurasi tinggi tanaman dan jumlah daun dan jumlah cabang pada percobaan pertama sebesar 7,3284 % dan pada percobaan ke 2 sebesar 7,329354651 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan dengan pupuk urea dapat meningkatkan produktivitas tanaman kedelai dibandingkan dengan menggunakan pupuk Organik Cair. Waktu pemupukan pada sore hari juga menyebabkan produktivitas tanaman kedelai lebih tinggi dibandingkan pada pagi hari. Antara waktu dan jenis pemupukan terdapat interaksi terhadap peningkatan tinggi tanaman, banyak cabang dan banyak daun kedelai. Musim dan lingkungan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. dan pada penelitian dilakukan percobaan dengan Lux Meter didapat intensitas cahaya matahari rata-rata pada bulan Januari sebesar 230.61 cal/cm²/hari dan terendah 217.82 cal/cm²/hari. Keadaan iklim tersebut menyebabkan tumbuhan mengalami etiolasi dan setelah pemindahan tempat setelah hari ke 28 ke tempat yang lebih lapang ternyata tetap tidak memberi pengaruh terhadap tanaman yang semestinya umur kedelai yang sudah berbunga pada umur ke 35-40 hari ternyata belum berbunga, sehingga diharapkan tanaman musim memang harus ditanam pada musimnya agar hasilnya pun maksimal

ABSTRACT

Frayudha, Angga D. 2013. 09650075. **The Simulation Growth Soybean From Which The Seize Shade On Granting a Dose Of Urea And Formula Liquid Organic Fertilizer Use Anfis Based XL System.** Departement of Informatics Engineering, Faculty of Science And Technology State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. **Advisors:** (I) Suhartono, M. Kom (II) Suyono, M. P.

Keywords: 3D, GroIMP, XL System, ANFIS, Lux Meters.

Soybean is one of food crops and has become of basic needs in indonesia. With the rise of today ' s technology the soybean plant is started simulated to form 3D using application GroIMP based XL System and to prove the simulation the growth of the studies that uses organic fertilizers and manure urea in the different treatment. This research was meant to find out the influence of manuring with liquid organic fertilizer against productivity the soybean plant is, to know the time of fertilization that provides the best result and knowing the interaction between the types of fertilizer and time of fertilization. Research is done to a draft structure. In parameter that observed that is high in plant, long stalks, how many branches, number of leaves.

To help in determining a plant which will be simulated used ANFIS (adaptive neuro-fuzzy inference system), tall plant, data long stalks and the number of branches included and the calculated use of ANFIS (adaptive neuro-fuzzy inference system), after the process of training obtained error smallest will be select and that plant will be simulated in the form of 3D. The result of reckoning anfis acquired a percentage of accuracy high in plant and average number of leaves and the number of branches the first experiment of 7,3284 % and on second experiment of 7,329354651 %. The result showed that manuring with fertilizer urea can increase productivity of the soybean plant is compared to using organic fertilizer liquid. The time of fertilization in the afternoon also causes productivity the soybean plant is higher than in the morning. Between the time and a kind of fertilizing there are the interaction of higher plants, to increasing many branches and many leaves soy. Of the season and the environment affect the growth of crops. And to research conducted research by Lux Meters obtained the intensity of light an average in January of 230.61 cal/cm²/day and lowest 217.82 cal/cm²/day. The state of climate has caused herbs having etiolasi and after the transfer of the place after day to 28 to a place that is roomy in fact still not give an influence upon a plant which is supposed to the age of soybean already flowering at the age of to 35-40 day is not blossom, it is expected that plants season should indeed be planted in the season to the result is a maximum of

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai makhluk ciptaan Allah SWT yang paling sempurna dari penciptaan makhluk lainnya, maka Allah SWT memberikan keutamaan kepada manusia untuk menggunakan akal yang telah dimiliki oleh manusia untuk berfikir bahwa dalam penciptaan langit, bumi dan segala isinya tidak sia-sia. Seperti yang telah difirmankan dalam Al-Qur'an :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ

السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya : “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka”.(Ali Imran:190-191).

Berkaitan dengan ayat diatas bahwa Allah tidak menciptakan segala sesuatu dengan sia-sia, seperti halnya tanaman, tanaman adalah salah satu makhluk hidup yang diciptakan oleh Allah SWT selain manusia dan hewan. Tanaman terdiri dari berbagai macam struktur serta memiliki berbagai macam jenis yang beranekaragam. Dalam dunia pertanian, tanaman adalah semua subjek usaha tani yang dibudidayakan pada suatu ruang atau media untuk dimanfaatkan nilai ekonominya. Tanaman "sengaja" ditanam, sedangkan tumbuhan adalah sesuatu yang muncul atau tumbuh dari permukaan bumi. sangat tidak mungkin ketika kerumitan tanaman ini semua muncul dengan sendirinya atau karena faktor kebetulan. Tanaman itu sendiri adalah salah satu bukti bahwa Allah SWT itu ada dan memiliki kekuasaan atas segala hal yang ada di semesta alam. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Al-An'am ayat 99 yang menerangkan tentang tumbuhan. Ayat itu berbunyi :

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 ۚ انْظُرُوا 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)

Sedangkan kita manusia yang diberi Allah SWT akal hanya mampu mempelajari sebagian kecil dari proses pertumbuhan tanaman dan membuat simulasi yang hampir menyerupai proses pertumbuhan tanaman seperti aslinya, ayat lain yang berkenaan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah tanah. Sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur’an :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۚ وَالَّذِي خَبثَ لَا تَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۚ

كَذَٰلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ 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’raf: 58).

Dari ayat diatas dijelaskan bahwa pada tanah yang baik (subur) akan tumbuh tanaman yang subur, sebaliknya tanaman tidak akan tumbuh secara optimal (tumbuh merana) apabila ditanam pada tanah yang tidak subur.

Kebutuhan masyarakat terhadap kedelai terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Sebagai sumber protein nabati, kedelai berperan penting dalam meningkatkan gizi masyarakat. Kebutuhan kedelai terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri pangan. Namun peningkatan produksi

kedelai belum dapat dipenuhi oleh produk dalam negeri sehingga masih mengimpor dari luar negeri (Sebayang, 2000). Ditjen Tanaman Pangan (2008) melaporkan pada tahun 2007 kebutuhan kedelai di Indonesia mencapai 2.000.000 ton, tetapi produksinya hanya mencapai 600.000 ton. Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produksi kedelai banyak menemui kendala, salah satunya adalah makin berkurangnya luas lahan produktif yang dapat ditanaman kedelai sehingga simulasi pemberian kadar pupuk yang sesuai akan berguna atau bermanfaat bagi peningkatan produksi.

Menurut (Eric M.Scuct dan SK. Semwal, 2007: Micikevicius, P,C.E.Hughes,J.M.Moshell, 2007). 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 di sintesis dalam bentuk pemodelan kehidupan buatan yang meyerupai lingkungan alamiahnya dengan pendekatan XL-System.

XL-Systems sendiri memungkinkan kompleksitas alam dapat didefinisikan dengan beberapa parameter dan aturan. Hal ini disebabkan XL-Systems memanfaatkan tingkat kemiripan terhadap dirinya sendiri (self-similarity) yang sangat besar. Tujuan penelitian ini untuk memodelkan bentuk, ukuran dan jumlah struktur tanaman dengan menggunakan metode ANFIS, dan mendapatkan pola dari aturan-aturan yang membentuk jenis tanaman seperti aslinya.

Untuk menghasilkan suatu bentuk dengan metode ini harus dilakukan dua langkah, yaitu aplikasi dari grammar untuk menghasilkan string berisi struktur topologi dari pohon dan interpretasi dari string tersebut. Untuk langkah pertama, dilakukan dengan metode rekursif, dan untuk langkah kedua, dilakukan dengan metode iteratif. Implementasi dari aplikasi ini menggunakan software GroImp untuk memvisualisasikan bentuk tanaman.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti menganggap penelitian pengaruh pemberian variasi dosis pupuk urea dan beberapa macam formula pupuk hayati Rhizobium mampu meningkatkan pertumbuhan kedelai yang tercekam naungan. Tanaman kedelai memerlukan intensitas cahaya yang tinggi untuk pertumbuhannya. Tanaman kedelai yang kurang mendapatkan cahaya matahari akan mengalami etiolasi, yaitu sangat panajng namun mudah rebah. Tanaman etiolasi akan mengalami hambatan menuju pembungaan. Tanaman yang ideal akan berbunga pada umur 35-40 hari setelah tanam. Pada tanamn yang terkena etiolasi biasanya bisa berbunga pda umur diatas 60 hari setelah tanam

1.2 Rumusan Masalah

Dari pemaparan latar belakang, maka dicari suatu pemecahan masalah mengenai bagaimana melakukan simulasi pertumbuhan kedelai pada pemberian variasi dosis urea dan beberapa formula pupuk hayati Rhizobium menggunakan Anfis (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) berbasis XL System?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari akar permasalahan serta mengingat waktu yang tersedia terbatas, demikian pula biaya dan tenaga, maka perlu adanya pembatasan masalah. Pembatasan masalah yang dimaksudkan untuk membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas, bukan untuk mengurangi sifat ilmiah suatu pembahasan. Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Objek yang digunakan adalah tanaman kedelai (*Glycine max*) jenis Wilis.
- b. Variabel yang diamati yaitu Tinggi tanaman dari pangkal tanaman sampai pucuk batang utama, panjang tanaman, banyak cabang dan banyak daun.
- c. Variabel Terikat dalam penelitian ini adalah pertumbuhan kedelai. Sedangkan variabel bebasnya yaitu pupuk urea dan pupuk organik cair.
- d. Variabel Inputan Anfis adalah Tinggi tanaman, Panjang tanaman dan Jumlah cabang, inputan pada groIMP yaitu Tinggi tanaman, Panjang tanaman, Jumlah cabang dan jumlah daun.
- e. Dosis pupuk urea dan pupuk organik yang dibuat bervariasi.
- f. Waktu penelitian bulan Januari sampai Awal bulan Maret yang memang bukan pada musimnya.
- g. Tanaman ditanam dengan media Polybag ukuran 1 kg Tanah yang mungkin akan berbeda hasilnya dengan yang ditanam di daerah persawahan.
- h. Dilakukan penyiraman dengan intensitas penyiraman pagi hari dan sore hari.

- i. Komputer yang digunakan adalah komputer dengan Operating System Windows dengan processor dual core keatas.
- j. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah bahasa XL-System
- k. Aplikasi yang digunakan adalah groIMP.

1.4 Tujuan

Untuk membuat simulasi pertumbuhan kedelai pada pemberian variasi pupuk urea dan beberapa macam pupuk hayati Rhizobium menggunakan ANFIS(Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) berbasis XL system.

1.5 Manfaat

- a) Dapat mengetahui pertumbuhan tanaman kedelai secara simulasi terhadap pengaruh pemberian pupuk urea dan pupuk hayati Rhizobium.
- b) Dapat dijadikan bahan evaluasi Untuk menentukan dosis yang tepat dalam pemupukan untuk memperoleh hasil pertumbuhan kedelai secara simulasi.
- c) Dapat mengetahui penggunaan logika ANFIS untuk proses simulasi pertumbuhan tanaman.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan mengenai Simulasi Pertumbuhan tanaman kedelai, maka laporan ini disusun berdasarkan sistematika 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 tanaman Kedelai, Pupuk Organik, Pupuk Anorganik, XL System dan ANFIS.

BAB III METODE PENELITIAN

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

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang implementasi dari aplikasi yang dibuat secara keseluruhan. Serta melakukan pengujian terhadap aplikasi tersebut untuk mengetahui bahwa aplikasi berjalan sesuai dengan tujuan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kedelai

Kedelai atau biasa dipanggil kacang kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan dari Asia Timur seperti kecap, tahu, dan tempe. Berdasarkan peninggalan arkeologi, tanaman ini telah dibudidayakan sejak 3500 tahun yang lalu di Asia Timur. Kedelai putih diperkenalkan ke Nusantara oleh pendatang dari Cina sejak maraknya perdagangan dengan Tiongkok. Kedelai merupakan sumber utama protein nabati dan minyak nabati dunia. (Iswara, Padjar. 2010). Dengan besarnya manfaat dan kelebihan dari tanaman ini Allah SWT berfirman dalam surah Al-An'am : 99

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 ۚ انْظُرُوا 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)

2.1.1 Penjelasan Singkat Tanaman Kedelai (*Glycine max*)

Tanaman kedelai berbatang pendek (30-100 cm), memiliki 3-6 percabangan, berbentuk tanaman perdu, dan berkayu. Batang tanaman kedelai biasanya kaku dan tahan rebah, kecuali yang dibudidayakan di musim hujan atau tanaman yang hidup di tempat yang ternaungi (Adisarwanto, 2005; Pitojo 2003). Adisarwanto (2005), menambahkan bahwa pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe yaitu tipe determinate dan indeterminate, keduanya dibedakan berdasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sedangkan pertumbuhan indeterminate dicirikan dengan pucuk batang tetap tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga.



Gambar 2.1 Tanaman Kedelai (*Glycine max*)

2.1.2 Daun

Daun kedelai mempunyai ciri-ciri antara lain helai daun (lamina) oval dan tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk berdaun tiga (Trifoliolatus) (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua yaitu bulat (oval) dan lancip (lanceolate). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik (Adisarwanto, 2005).

2.1.3 Akar

Perakaran kedelai terdiri akar tunggang dan sejumlah akar cabang yang tumbuh dari akar sekunder atau serabut. Selain berfungsi sebagai tempat bertumpuhnya tanaman dan alat pengangkut air maupun unsur hara, perakaran kedelai juga mempunyai kemampuan untuk membentuk nodul yang berfungsi untuk menambah nitrogen bebas (N_2) dari udara (Adisarwanto, 2005, Hidajat, 1993; Titojo, 2003).

2.1.4 Bunga

Tanaman kedelai mulai berbunga pada umur antara 30-50 hari setelah tanam, tumbuh berkelompok pada ruas batang, berwarna putih atau ungu, dan memiliki kelamin jantan dan betina. Penyerbukan terjadi pada saat bunga masih tertutup sehingga kemungkinan penyerbukan silang amat kecil (Hidajat, 1993; Pitojo, 2003).

2.1.5 Buah dan Biji

Menurut Pitojo (2003); Rukmana dan Yuniarsih (1996), buah kedelai berbentuk polong, pada umumnya polong ini berbulu dan berwarna kuning

kecoklatan atau abu-abu. Polong yang telah kering mudah pecah dan bijinya keluar. Sedangkan untuk biji kedelai umumnya berbentuk bulat atau bulat pipih sampai bulat lonjong, biji berkeping dua dan terbungkus oleh kulit tipis.³



Gambar 2.2 Biji Kedelai (*Glycine max*)

2.1.6 Klasifikasi

Menurut Hidajat (1992) dan Adisarwanto (2002) tanaman kedelai diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub-Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneaceae
Ordo	: Rosales
Famili	: Leguminoceae
Sub-Famili	: Papilionaceae
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

2.1.7 Iklim

Di Indonesia, kondisi iklim yang paling cocok adalah daerah-daerah yang mempunyai suhu antara 25-27°C, kelembaban udara rata-rata 65 %, penyinaran matahari 12 jam/hari atau minimal 10 jam/hari dan curah hujan paling optimum antara 100-200 mm/bulan (Lukmana dan Yuniarsih, 1996).

2.1.8 Ketinggian

Di Indonesia tanaman kedelai dapat tumbuh dan bereproduksi dengan baik di lahan dengan ketinggian 0,5-300 m dpl. Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 m dpl.

2.1.9 Keadaan Tanah

Kedelai memerlukan tanah yang memiliki aerasi, drainase, dan kemampuan menahan air cukup baik, dan tanah yang cukup lembab. Jenis tanah yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman kedelai misalnya: tanah alluvial, regosol, grumosol, latosol, dan andosol. (Pitojo, 2005).

Prihatman (2000) menambahkan, bahwa toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pH 5,8-7,0 tetapi pada pH 4,5 kedelai juga dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya sangat terhambat karena keracunan aluminium. Pertumbuhan bakteri bintil dan proses nitrifikasi (proses oksidasi amoniak menjadi nitrit atau proses pembusukan) akan berjalan kurang baik.

2.1.10 Tercekam Naungan

Menurut Handayani (2003), cekaman naungan 50% menyebabkan hasil tanaman kedelai menurun 10-40%. karena kedelai memerlukan intensitas cahaya yang cukup tinggi untuk berfotosintesis. Tanaman kedelai yang tumbuh dalam kondisi intensitas cahaya rendah akan mengalami etiolasi, yaitu pertumbuhan memanjang tetapi lemah dan mudah rebah.

2.2 Pupuk Urea (NH_2CONH_2)

Menurut Soegiman (1982), urea merupakan salah satu bentuk N sintetis yang mempunyai sifat larut dalam air dan cepat menguap. Secara ekonomis pemakaian urea sebagai sumber N lebih menguntungkan karena kadar N nya cukup tinggi (46 %). Hardjowigeno (1987) mengemukakan urea mempunyai sifat-sifat antara lain:

- a) Higroskopis, sudah mulai menarik uap air pada kelembapan nisbi udara 73 %. Sering diberi selaput (coated) untuk mengurangi sifat higroskopis.
- b) Untuk dapat diserap oleh tanaman, N dalam urea harus diubah menjadi ammonium dengan bantuan enzim tanah urease melalui proses hidrolisis: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3$.
- c) Bila diberikan ke tanah proses hidrolisis berlangsung cepat sekali sehingga mudah menguap seperti amoniak (NH_4^+).

Urea mempunyai rumus $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, urea terbuat dari gas amoniak dan gas asam arang. Persenyawaan kedua zat ini melahirkan pupuk urea yang kandungan N nya sebanyak 46 % (Lingga dkk, 2004).

2.2.1 Peranan Urea Dalam Pertumbuhan tanaman

Menurut Lindawati (2000), pupuk nitrogen merupakan pupuk yang sangat penting bagi semua tanaman, karena nitrogen merupakan penyusun dari semua senyawa protein, kekurangan nitrogen pada tanaman yang sering dipangkas akan mempengaruhi pembentukan cadangan makanan untuk pertumbuhan tanaman.

Apabila unsur urea terdapat dalam jumlah yang rendah maka aktivitas metabolisme yang terkait akan terganggu dan akhirnya pertumbuhan akan terhambat sehingga hasil tanaman akan menjadi rendah. Nitrogen akan diserap oleh akar tanaman dalam bentuk ion NH_3 (nitrat) atau NH_4 (amonium). Menurut Mas'ud (1992) semua bentuk ion yang diserap oleh akar tanaman akan diubah menjadi bentuk ion NH_2 . Jika perakaran menyerap N-nitrit, senyawa ini segera mereduksi menjadi ammonium dengan melibatkan enzim yang mengandung molibdenum. Ion-ion amonium atau bentuk N tereduksi lain dan karbohidrat yang disintesis dalam daun diubah menjadi asam amino didalam bagian tanaman yang mengandung zat hijau atau klorofil.

2.3 Pupuk Organik

Pupuk organik cair adalah larutan dari pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsure haranya lebih dari satu unsure. Kelebihan dari pupuk organik ini adalah dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak masalah dalam pencucian hara, dan mampu menyediakan hara secara cepat. Dibandingkan dengan pupuk cair

anorganik, pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman. Dengan menggunakan pupuk organik cair dapat mengatasi masalah lingkungan dan membantu menjawab kelangkaan dan mahalnnya harga pupuk anorganik saat ini.(Sutanto, Rachman. 2002. *Pertanian organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*).

Spesifikasi dan Manfaat

a. Mengandung giberlin Manfaatnya antara lain:

- Merangsang pertumbuhan tunas baru
- Mempebaiki sistem jaringan sel dan memperbaiki sel-sel rusak
- Merangsang pertumbuhan sel-sel baru pada tumbuhan
- Memperbaiki klorofil pada daun
- Merangsang pertumbuhan kuncup bunga
- Memperkuat tangkai serbuk sari pada bunga
- Memperkuat daya tahan pada tanaman

b. Mengandung alkohol(alcohol) Manfaatnya antara lain:

- Sterilisasi pada tumbuhan (mengurangi dan menghentikan pertumbuhan mikroba pengganggu pada tumbuhan terutama pada daun dan batang,

seperti, bercak daun (penyakit blas), jamur/khamir/cendawan serta spora organisme penyakit.

Cara menggunakan pupuk cair organik :

- 10 cc pupuk cair organik untuk 1-1,4 liter air. Disemprotkan pada mulut daun dan batang
- Waktu yang dibutuhkan adalah pada pagi hari sebelum jam 10 pagi atau setelah jam 4 sore
- Dapat digunakan dengan sistem infus
- Khusus untuk perangsang buah pada kelapa sawit ditambahkan larutan NaCl 1 ons untuk 14 liter air (Sutanto, Rachman. 2002. *Pertanian organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*).

2.3.1 Pupuk Organik Rhizobium

Rhizobium merupakan bakteri yang dapat bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan (leguminosa) sehingga menghasilkan bintil akar yang dapat mengikat nitrogen bebas (Young dan Haukkan, 1996).

Nitrogen (N) merupakan nutrisi penting bagi tumbuhan, kandungan N dalam jaringan tumbuhan tinggi per berat kering jaringan adalah 1,5%. Nitrogen penting bagi pertumbuhan dan reproduksi tanaman, Unsur N tidak dapat diganti dengan unsur lain, kebutuhan akan unsur N bersifat langsung dan bukan hasil efek tidak langsung (Sasmitamiharia dan Siregar, 1990).

Pada akar kedelai terdapat bintil-bintil yang berupa gelembung kecil yang di dalamnya hidup bakteri Rhizobium. Bintil akar tersebut biasanya mulai terbentuk

sekitar dua puluh hari setelah tanam. Namun, pada tanah yang belum ditanami kedelai, bintil akar tidak akan terbentuk (Pitojo, 2003).

Bakteri *Rhizobium* mengikat nitrogen dari udara dan mengubahnya menjadi nitrogen yang dapat digunakan dalam pertumbuhan tanaman dan mencapai puncaknya pada saat pengisian polong (Pitojo, 2003).

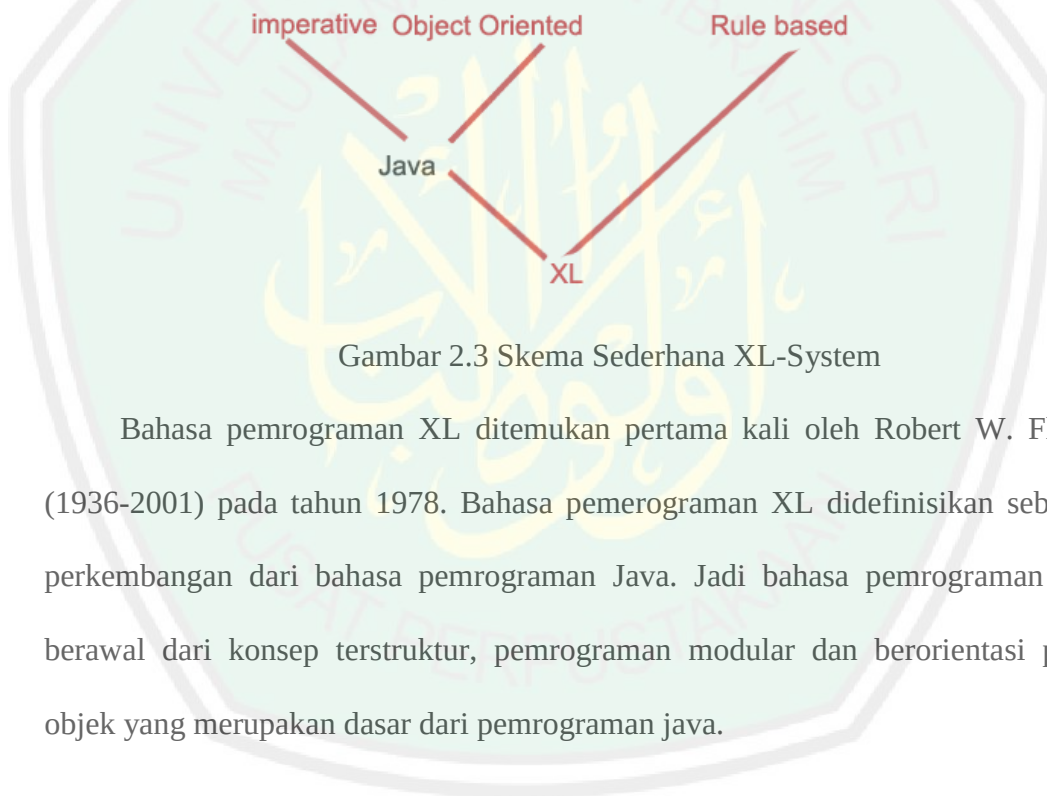
2.3.2 Pupuk Organik Cair

Kenaikan harga pupuk anorganik akibat dicabutnya subsidi pemerintah untuk usaha tanaman perkebunan, memicu penggunaan pupuk alternatif, baik berupa pupuk organik maupun pupuk hayati semakin intensif, meskipun dalam aplikasinya tidak dapat menggantikan seluruh hara yang diperlukan tanaman.

karena pupuk organik mampu berperan terhadap perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah, Pupuk organik dalam bentuk cair dapat meningkatkan suplai unsur hara pada tanaman dibandingkan dengan pupuk anorganik (Lingga, 1999). Pemupukan melalui daun dapat mengurangi kerusakan akibat pemberian pupuk melalui tanah. Beberapa jenis pupuk organik cair (POC) termasuk Green Tonic selain memiliki unsur hara (makro dan mikro) yang dibutuhkan oleh tanaman juga mengandung hormon yang sangat berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman.

2.4 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 bahasa java dan menerapkan algoritma L-System



Gambar 2.3 Skema Sederhana XL-System

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.

2.4.1 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, 1990) . Smith menggunakan Lindemayer Sistem sebagai metoda untuk menyusun grafika

komputer dalam menghasilkan morfologi tanaman. Awalnya L-System direncanakan untuk menyediakan sebuah uraian formal tentang pertumbuhan dari organisme multiseluler 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 sistem untuk menghasilkan visualisasi realistis terhadap tanaman perdu yang ditunjukkan dalam bukunya "Algorithmic Beauty of Plant". Lindenmayer Sistem merupakan aturan formal yang disusun sebagai gramatika yang dikarakteristikan dalam bentuk aksioma, dan simbol-simbol yang digunakan sebagai representasi pertumbuhan komponen tanaman yang secara paralel terjadi pergantian pada masing-masing tahap.

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.

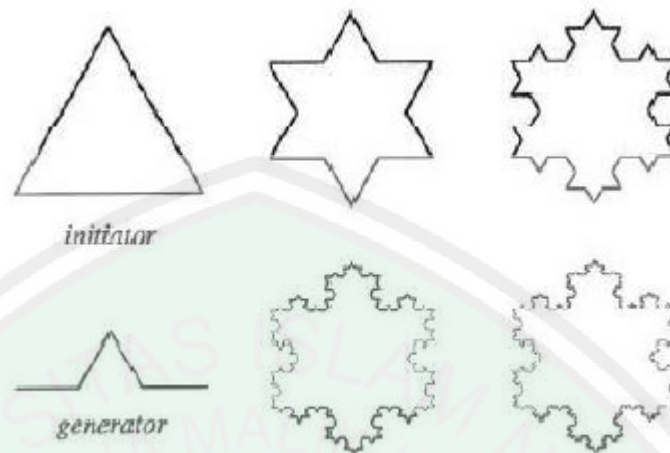
2.4.2 Bahasa Pemrograman XL

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-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 LSystem yang telah banyak digunakan dalam pemodelan tanaman yang kemudian menyebabkan nama XL dapat dibaca sebagai extended L-sistem. 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.

2.4.3 Penulisan Berulang (Rewriting System)

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).

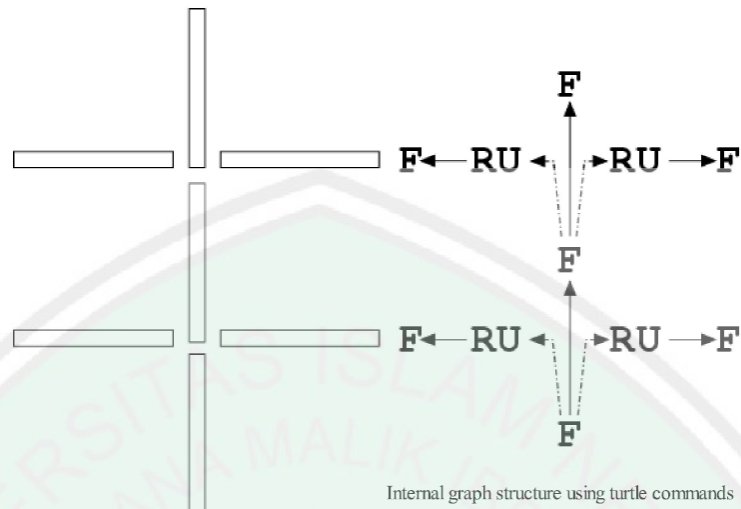


Gambar 2.4 Konstruksi dari *Snowflake Curve*

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

Pada bagian pembentukan batang dan struktur cabang hampir menyerupai pembuatan snowflake curve namun lebih memperhatikan urutan dari kiri ke kanan agar sesuai dengan objek. Sebagai contoh sisi cabang dari tanaman tidak bisa direpresentasikan dengan mudah dalam urutan tunggal dari simbol.

Pada pembentukan elemen batang dan cabang pemodelan batang akan diwakili oleh banyak urutan $F F F$. Dan setiap cabang akan diwakili oleh satu perintah F , dan sudut rotasi cabang dapat dikodekan dengan perintah F .



Gambar 2.5 Konstruksi Awal Tanaman

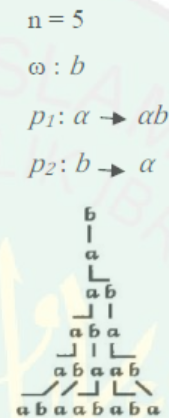
Gambar sebelah kanan menunjukkan grafik urutan yang akan menggabungkan perintah perintah sebelumnya untuk membentuk sebuah batang dan cabang. Dan perintah perintah harus dipahami sebagai berikut :

- Setiap simbol misal F, RU, RL, RH adalah simpul dari grafik.
- Simpul dihubungkan dengan tepi yang mengarah (seperti panah pada gambar).
- Percabangan terjadi pada simpul ketika ada dua atau lebih ujung yang dimulai dari node. Dalam kasus ini setiap cabang secara terpisah dapat berkembang sendiri.

2.4.4 Deterministic dan Context-Free L-System (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 2.6 Contoh aturan Produksi DOL System

2.4.5 Context Sensitive L-System

Pada aturan produksi di DOL Systems adalah context free, dimana akan memproduksi context di predessor, 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, $a_l < a > X$ atau $a > a_r \rightarrow X$. untuk contoh L-System adalah misalkan terdapat aturan sebagai berikut :

$\omega : b a a a a a a a a$

$p1 : b < a \Leftrightarrow b$

$p2 : b \Leftrightarrow a$

Maka akan terdapat urutan produksi sebagai berikut :

$b a a a a a a a a$

$a b a a a a a a a$

$a a b a a a a a a$

$a a a b a a a a a$

$a a a a b a a a a$

...

2.5 Gambaran Umum ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)

Pendekatan analisis numerik terhadap sistem fuzzy pertama kali digagas oleh Tagaki dan Sugeno (Iyatami dan Harigawa, 2002) dan setelah itu banyak sekali studi yang terkait dengan hal tersebut. Sistem yang berbasis fuzzy biasa dinyatakan dengan pengetahuan berbentuk “IF-THEN” yang memberikan keuntungan tidak memerlukan analisis matematik untuk pemodelan. Sistem seperti ini bisa memproses penalaran dan pengetahuan manusia yang berorientasi pada aspek kualitatif. Seperti diketahui, pemodelan matematik semacam

persamaan diferensial tidak tepat untuk menangani sistem yang menghadapi keadaan tidak menentu atau terdefinisi tidak bagus (Shing dan Jang, 1993).

Di sisi lain, neural network mempunyai keuntungan yang memudahkan dalam mengklasifikasikan suatu objek berdasarkan sekumpulan fitur yang menjadi masukan sistem. Dengan hanya memasukkan sejumlah fitur dan kemudian melakukan pelatihan menggunakan data tersebut, sistem berbasis neural network mampu membedakan antara satu objek dengan objek lain (Duda, dkk., 2001). Bahkan jika sistem tersebut diberikan data lain yang tidak pernah digunakan untuk pelatihan, sistem tetap bisa mengklasifikasikan objek. Sistem ini juga mempunyai kelebihan terhadap sistem konvensional yang mencakup (Fu, 1994) :

- a) Anfis Mampu dan bisa melakukan akuisisi pengetahuan di bawah derau dan ketidakpastian.
- b) Representasi pengetahuan bersifat fleksibel.
- c) Pemrosesan pengetahuan dilakukan secara efisien.
- d) Toleran terhadap kesalahan.

Pada perkembangan selanjutnya, kelebihan fuzzy logic dan neural network dikombinasikan sehingga muncul sistem neuro-fuzzy. Salah satu sistem neuro-fuzzy yaitu ANFIS (Adaptive neuro-fuzzy inference system).

ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System atau Adaptive Networkbased Fuzzy Inference System) adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan fuzzy rule base model Sugeno. Arsitektur ANFIS juga sama dengan jaringan syaraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu. Bisa

dikatakan bahwa ANFIS adalah suatu metode yang mana dalam melakukan penyetelan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data. Pada ANFIS juga memungkinkan aturan-aturan untuk beradaptasi. Agar jaringan dengan fungsi basis radial ekuivalen dengan fuzzy berbasis aturan model Sugeno orde 1 ini, diperlukan batasan :

- a) Keduanya harus memiliki metode agregasi yang sama (rata-rata terbobot atau penjumlahan terbobot) untuk menurunkan semua outputnya.
- b) Pada aturan ANFIS jumlah fungsi aktivasi harus sama dengan jumlah aturan fuzzy (IF-THEN).
- c) Jika ada beberapa input pada basis aturannya, maka tiap-tiap fungsi aktivasi harus sama dengan fungsi keanggotaan tiap inputnya.
- d) Fungsi aktivasi dan aturan-aturan fuzzy harus memiliki fungsi yang sama untuk neuron-neuron dan aturan-aturan yang ada di sisi outputnya.

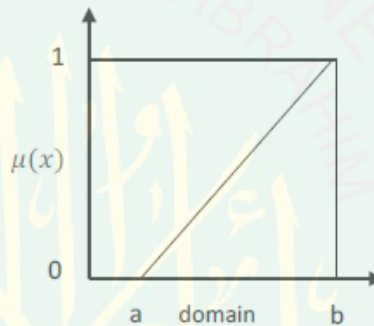
2.5.1. Fungsi Keanggotaan

Menurut Kusuma Dewi dan Purnomo pengertian fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Fungsi-fungsi yang ada tidak digunakan keseluruhan, tetapi hanya salah satu darinya. Dalam kasus ini fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi keanggotaan Generalized Bell. Beberapa fungsi yang bisa digunakan itu adalah :

a) Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai garis lurus. Dalam hal ini ada 2 macam yaitu :

- 1) Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

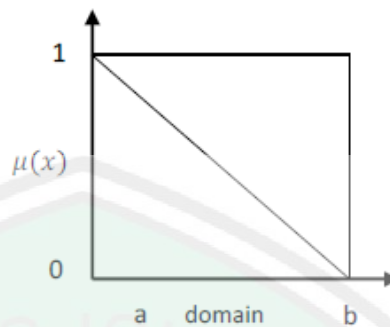


Gambar 2.7 Representasi Linier Naik

Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \quad \dots \\ 1; & x \geq b \end{array} \right\} \dots\dots\dots(2.1)$$

- 2) Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.

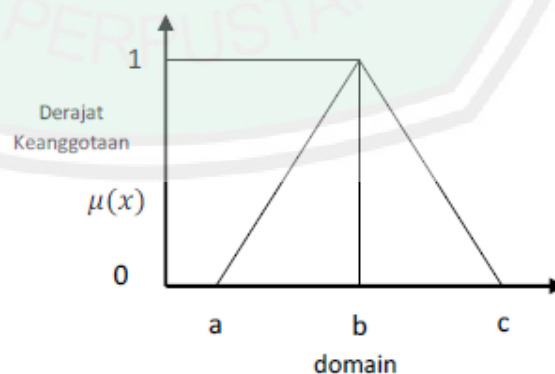


Dengan fungsi keanggotaan yaitu

$$\mu(x) = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \text{} \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.2)$$

b) Representasi Kurva Segitiga :

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier). Menurut Susilo (2003) dalam Mohammad Glesung Gautama suatu fungsi derajat keanggotaan fuzzy disebut fungsi segitiga jika mempunyai tiga buah parameter, yaitu $p, q, r \in \mathbb{R}$ dengan $p < q < r$ dengan representasi gambar dibawah ini :



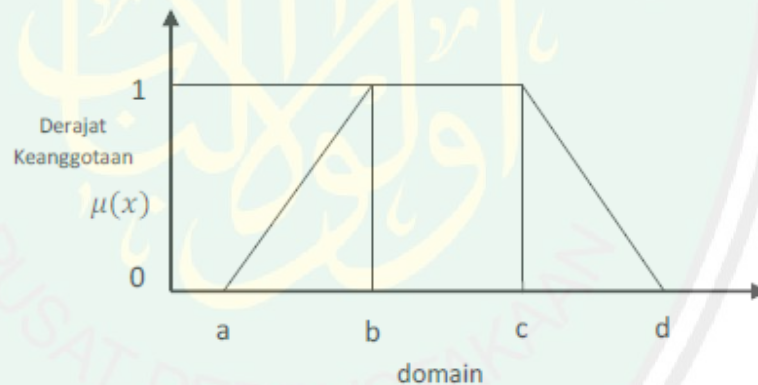
Gambar 2.8 Representasi Kurva Segitiga

Dengan fungsi keanggotaan yaitu :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (b-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \dots (2.3)$$

c) Representasi Kurva Trapesium :

Kurva trapesium pada dasarnya seperti kurva segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Masih menurut Susilo (2003) dalam Mohammad Glesung Gautama, suatu fungsi derajat keanggotaan fuzzy disebut fungsi trapesium jika mempunyai 4 buah parameter (p, q, r, s dengan $p < q < r < s$) dan direpresentasikan gambar dibawah ini :



Gambar 2.9 Representasi Kurva Trapesium

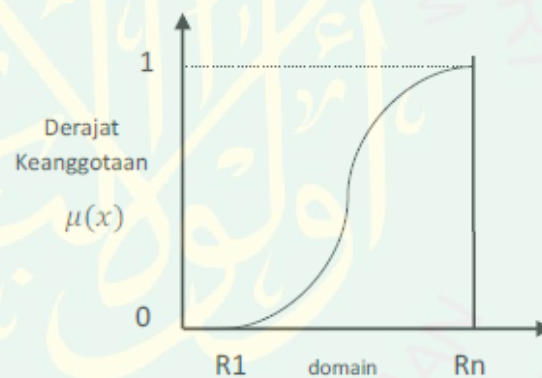
Dengan fungsi keanggotaan yaitu :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (x-a)/(b-a) & x \geq d \end{cases} \dots (2.4)$$

d) Representasi Kurva -S :

Kurva pertumbuhan dan penyusutan merupakan kurva -S atau sigmoid yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linier. Kurva -S untuk pertumbuhan akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan =

1). Fungsi keanggotaanya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaan yang sering disebut dengan titik infleksi (Kusumadewi dan Purnomo, 2010). Dengan representasi kurva :

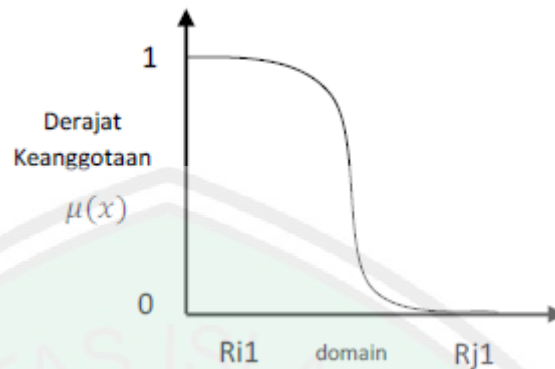


Gambar 2.10 Representasi Kurva -S

Dengan fungsi keanggotaan :

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0; & x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^z & \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^z & \beta \leq x \leq \gamma \\ 1; & x \geq \gamma \end{cases} \dots\dots(2.5)$$

kurva -S penyusutan akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) seperti pada gambar dibawah ini



Dengan fungsi keanggotaan :

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1; & x \leq \alpha \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^z & \beta \leq x \leq \gamma \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^z & \alpha \leq x \leq \beta \\ 0; & x \geq \gamma \end{cases} \dots\dots\dots(2.6)$$

Sedangkan Fungsi Keanggotaan tanpa kurva contohnya antara lain

e) Fungsi Keanggotaan Generalized Bell (GBell) yang disifati oleh parameter $\{a, b, c\}$ didefinisikan sebagai berikut:

$$Bell(x : a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c}{a} \right|^{2b}} \dots\dots\dots(2.7)$$

f) Fungsi Keanggotaan Gaussian (Gauss) yang disifati oleh parameter $\{c, s\}$ didefinisikan sebagai berikut:

$$Gauss(x : \sigma, c) = \frac{e^{-(x-c)^2}}{e^{2\sigma^2}} \dots\dots\dots(2.8)$$

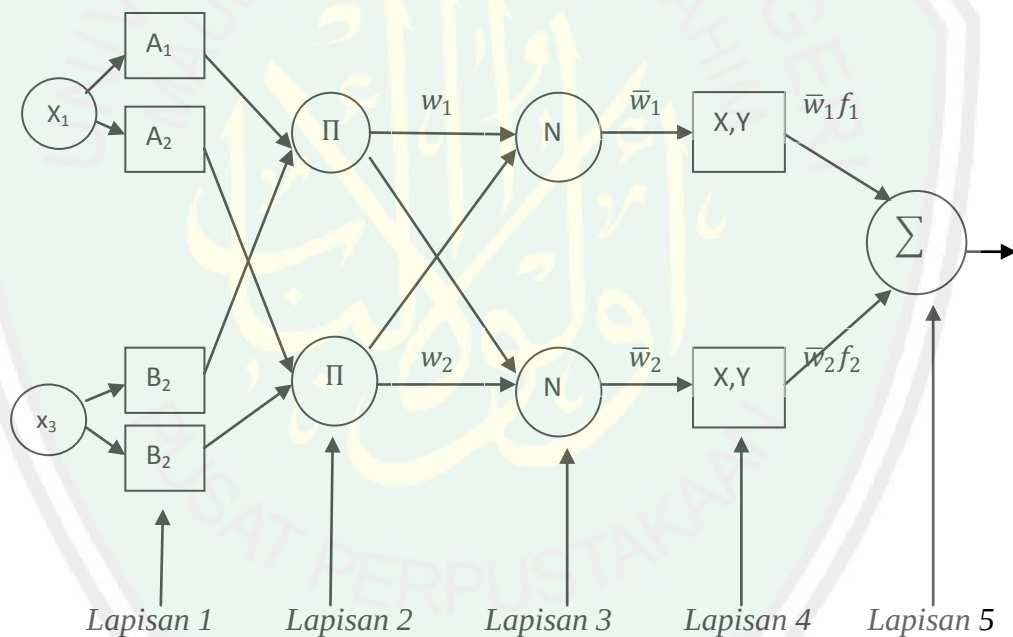
g) Fungsi Keanggotaan Signoid, yang disifati oleh parameter $\{a, c\}$ didefinisikan sebagai berikut:

$$Sig(x, a, c) = \frac{1}{1 + \exp[-a(x-c)]} \dots\dots\dots(2.9)$$

Parameter a digunakan untuk menentukan kemiringan kurva pada saat $x=c$. Polaritas dari a akan menentukan kurva itu kanan atau kiri terbuka.

2.5.2. Arsitektur ANFIS

Sistem yang menggunakan model Sugeno ini dapat dilihat pada Gambar 2.11 (Sri Kusumadewi, 2010).



Gambar 2.11 Struktur ANFIS (Sri Kusumadewi, 2010)

Seperti terlihat pada Gambar 2.11, sistem ANFIS terdiri dari 5 lapisan, lapisan yang disimbolkan dengan kotak adalah lapisan yang bersifat adaptif. Sedangkan yang disimbolkan dengan lingkaran adalah bersifat tetap. Setiap keluaran dari masing-masing lapisan disimbolkan dengan $O_{l,i}$ dengan i adalah

urutan simpul dan i adalah menunjukkan urutan lapisannya. Berikut ini adalah penjelasan untuk setiap lapisan, yaitu:

Lapisan 1. Berfungsi untuk membangkitkan derajat keanggotaan

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x_1), \text{ untuk } i = 1, 2 \dots \dots \dots (2.10)$$

Dan

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(x_2), \text{ untuk } i = 3, 4 \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan X_1 dan X_2 adalah masukan bagi simpul ke- i . Output dari tiap neuron berupa derajat keanggotaan yang diberikan oleh fungsi keanggotaan input, yaitu : $\mu_{A_1}(x_1)$, $\mu_{B_1}(x_2)$, $\mu_{A_2}(x_1)$ atau $\mu_{B_2}(x_2)$. Menggunakan fungsi keanggotaan Generalized Bell (GBell) berikut :

$$\mu_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c_i}{a_i} \right|^{2b_i}} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan $\{a_i, b_i \text{ dan } c_i\}$ adalah parameter dari fungsi keanggotaan atau disebut sebagai parameter premise yang biasanya nilai $b_i = 1$. (Sri Kusumadewi dan Sri Hartati, 2006). Sedangkan nilai a_i adalah deviasi menggunakan persamaan 2.20 dan c_i adalah mean menggunakan persamaan 2.21 berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X \dots \dots \dots (2.14)$$

Lapisan 2. Tiap-tiap neuron pada lapisan kedua berupa neuron tetap yang outputnya adalah hasil dari lapisan pertama. Biasanya digunakan operator AND. Tiap-tiap node merepresentasikan α predikat dari aturan ke- i . Lapisan ini berfungsi

untuk membangkitkan *firing-strength* dengan mengalikan setiap sinyal masukan. (Sri Kusuma Dewi dan Sri Hartati, 2006).

$$O_{2,1} = W_i = \mu A_i(x_i) \mu B_i(x_2), i = 1, 2 \dots \dots \dots (2.15)$$

Lapisan 3 Tiap-tiap neuron pada lapisan ketiga berupa node tetap yang merupakan hasil penghitungan rasio dari a predikat (w), dari aturan ke –i terhadap jumlah dari keseluruhan a predikat. Fungsi dari lapisan ini untuk menormalkan firing strength. (Sri Kusumadewi dan Sri Hartati, 2006).

$$O_{3,1} = \bar{w} = \frac{w_i}{w_i + w_2}, i = 1, 2 \dots \dots \dots (2.16)$$

Lapisan 4 Tiap-tiap neuron pada lapisan keempat merupakan node adaptif terhadap suatu output. Dengan $\bar{w}_i$ adalah normalised firing strength pada lapisan ketiga dan $\{p_i, q_i \text{ dan } r_i\}$ adalah parameter-parameter pada neuron tersebut. Parameter-parameter pada lapisan tersebut disebut dengan nama consequent parameter. (Sri Kusumadewi dan Sri Hartati, 2006).

$$O_{4,1} = W_i f_i = \bar{w}_i (p_i x_1 + q_i x_2 + r_i) \dots \dots \dots (2.17)$$

Lapisan 5 Menghitung sinyal keluaran ANFIS dengan menjumlahkan semua sinyal yang masuk

$$O_{5,1} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i \bar{w}_i f_i}{\sum_i \bar{w}_i}, i = 1, 2 \dots \dots \dots (2.18)$$

2.5.3. Algoritma Belajar Hybrida

ANFIS dalam kerjanya mempergunakan algoritma belajar hibrida, yaitu menggabungkan metode Least-square estimator (LSE) dan error backpropagation

(EBP). Dalam struktur ANFIS metode EBP dilakukan di lapisan 1, sedangkan metode LSE dilakukan di lapisan 4.

Pada langkah maju (forward), input jaringan akan merambat maju sampai pada lapisan keempat, dimana parameter-parameter p_i , q_i , r_i akan diidentifikasi dengan menggunakan least-square. Sedangkan pada langkah mundur (backward), error sinyal akan merambat mundur dan parameter parameter $\{a_i, b_i, c_i\}$ akan diperbaiki dengan menggunakan metode gradiandescent. Satu tahap arah pembelajaran maju-mundur dinamakan satu epoch. Proses belajar pada ANFIS dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Proses belajar ANFIS

	Arah Maju	Arah Mundur
Parameter Premis	Tetap	<i>Gradient Descent</i>
Parameter Konsekuen	<i>Least Square</i>	Tetap
Sinyal	Keluaran simpul	Sinyal kesalahan

2.5.4. Least Square Estimator (LSE)

Jika nilai dari parameter premis tetap maka keluaran keseluruhannya dapat dinyatakan dengan kombinasi linier dari parameter konsekuen.

$$\begin{aligned}
 f &= \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2 \\
 &= \bar{w}_1 (p_1 x + q_1 y + r_1) + \bar{w}_2 (p_2 x + q_2 y + r_2) \\
 &= (\bar{w}_1 x) p_1 + (\bar{w}_1 y) q_1 + (\bar{w}_1) r_1 + (\bar{w}_2 x) p_2 + (\bar{w}_2 y) q_2 + (\bar{w}_2) r_1
 \end{aligned}$$

Pada persamaan diatas terlihat parameter-parameter bagian konsekuen merupakan parameter linier terhadap keluaran sistem. Jika sejumlah N data belajar diterapkan pada persamaan diatas, didapat :

$$(\bar{w}_1x)p_1 + (\bar{w}_1y)q_1 + (\bar{w}_1)r_1 + (\bar{w}_2x)_1p_2 + (\bar{w}_2y)_1q_2 + (\bar{w}_2)_1r_2$$

:

:

$$(\bar{w}_1x)_np_1 + (\bar{w}_1y)_nq_1 + (\bar{w}_1)_nr_1 + (\bar{w}_2x)_np_2 + (\bar{w}_2y)_nq_2 + (\bar{w}_2)_nr_2$$

Jika dinyatakan dengan persamaan matriks, berbentuk :

$$A\phi = Y \dots \dots \dots (2.19)$$

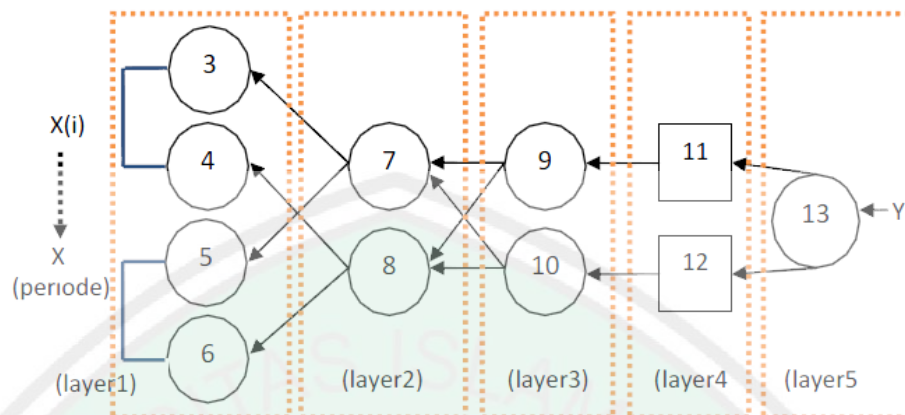
Penyelesaian terbaik untuk ϕ , yang meminimalkan $\|A\phi - y\|^2$ adalah least square estimator (LSE) ϕ :

$$\phi = (A^T A)^{-1} A^T y \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana A^T adalah transpose dari A.

2.5.5. Model Propagasi Error (Alur Mundur)

Pada blok diagram Gambar 2.12 dijelaskan mengenai sistematika alur mundur dari suatu sistem ANFIS. Pada proses ini dilakukan algoritma EBP (Error Backpropagation) dimana pada setiap layer dilakukan perhitungan error untuk melakukan update parameter-parameter ANFIS.



Gambar 2.12 Blok Diagram Alur Mundur ANFIS Untuk Time Series

Gambar 2.11 Blog Diagram Alur Mundur ANFIS Untuk Time Series

Forecasting. (Jang, J.-S. R. 1993)

a) Error Pada Lapisan Ke-5

Jaringan adaptif di sini seperti gambar 2.12, yang hanya memiliki 1 neuron pada lapisan output (neuron 13), maka propagasi error yang menuju pada lapisan ke-5 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_{13} = \frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} = -2(d_{13} - x_{13}) = -2(y_p - y_p^*) \dots \dots \dots (2.21)$$

Dengan Y_p adalah target output data pelatihan ke-p, dan y_p^* adalah Y_p output jaringan ANFIS pada data pelatihan ke-p.

b) Error Pada Lapisan Ke-4

Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-4, yaitu neuron 11 dan neuron 12 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_{11} = \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}} \right) = \varepsilon_{13} = \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}} \right) = \varepsilon_{13} = (1) = \varepsilon_{13} \dots \dots \dots (2.22)$$

$$\text{Karena } f_{13} = \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2, \text{ maka } \frac{\partial f_{13}}{\partial (\bar{w}_1 f_1)} = 1$$

$$\varepsilon_{12} = \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}} \right) = \varepsilon_{13} = \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}} \right) = \varepsilon_{13} = (1) = \varepsilon_{13} \dots \dots \dots (2.23)$$

$$\text{Karena } f_{13} = \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2, \text{ maka } \frac{\partial f_{13}}{\partial (\bar{w}_2 f_2)} = 1$$

c) Error Pada Lapisan Ke-3

Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-3, yaitu neuron 9 dan neuron 10 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_9 = \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}} \right) \left(\frac{\partial f_{11}}{\partial x_9} \right) = \varepsilon_{11} \left(\frac{\partial f_{11}}{\partial x_9} \right) = \varepsilon_{11} f_1 \dots \dots \dots (2.24)$$

$$\text{Karena } f_{11} = \bar{w}_1 f_1 \text{ maka } \frac{\partial f_{11}}{\partial (\bar{w}_1)} = f_1$$

$$\varepsilon_{10} = \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}} \right) \left(\frac{\partial f_{12}}{\partial x_{10}} \right) = \varepsilon_{12} \left(\frac{\partial f_{12}}{\partial x_{10}} \right) = \varepsilon_{12} f_2 \dots \dots \dots (2.25)$$

$$\text{Karena } f_{12} = \bar{w}_2 f_2 \text{ maka } \frac{\partial f_{12}}{\partial (\bar{w}_2)} = f_2$$

d) Error Pada Lapisan Ke-2

Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-2, yaitu neuron 7 dan neuron 8 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_7 = \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}} \right) \left(\frac{\partial f_{11}}{\partial x_9} \right) \left(\frac{\partial f_9}{\partial x_7} \right) + \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}} \right) \left(\frac{\partial f_{12}}{\partial x_{10}} \right) \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial x_7} \right) \dots \dots \dots (2.26)$$

$$= \varepsilon_9 \left(\frac{\partial f_9}{\partial x_7} \right) + \varepsilon_{10} \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial x_7} \right)$$

$$= \varepsilon_9 \left(\frac{w_2}{(w_1 + w_2)^2} \right) + \varepsilon_{10} \left(\frac{w_2}{(w_1 + w_2)^2} \right)$$

$$= \left(\frac{w_2}{(w_1 + w_2)^2} \right) (\varepsilon_9 - \varepsilon_{10})$$

Karena $f_9 = \frac{w_1}{w_1 + w_2^2}$, maka $\frac{\partial f_9}{\partial w_1} = \frac{w_2}{w_1 + w_2^2}$; dan

$$f_{10} = \frac{w_2}{w_1 + w_2}, \text{ maka } \frac{\partial f_9}{\partial w_1} = \frac{w_2}{w_1 + w_2}$$

$$\varepsilon_8 = \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}} \right) \left(\frac{\partial f_{12}}{\partial x_{10}} \right) \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial x_8} \right) + \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}} \right) \left(\frac{\partial f_{11}}{\partial x_9} \right) \left(\frac{\partial f_9}{\partial x_8} \right) \dots \dots \dots (2.27)$$

$$= \varepsilon_{10} \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial x_8} \right) + \varepsilon_9 \left(\frac{\partial f_9}{\partial x_8} \right)$$

$$= \varepsilon_{10} \left(\frac{w_1}{(w_1 + w_2)^2} \right) + \varepsilon_9 \left(\frac{w_1}{(w_1 + w_2)^2} \right)$$

$$= \left(\frac{w_1}{(w_1 + w_2)^2} \right) (\varepsilon_{10} - \varepsilon_9)$$

Karena $f_9 = \frac{w_1}{w_1 + w_2^2}$, maka $\frac{\partial f_9}{\partial w_2} = \frac{w_1}{w_1 + w_2^2}$; dan

$$f_{10} = \frac{w_2}{w_1 + w_2}, \text{ maka } \frac{\partial f_{10}}{\partial w_2} = \frac{w_1}{w_1 + w_2}$$

e) Error Pada Lapisan Ke-1

Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-1, yaitu neuron 3, 4, 5, dan 6 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_7 \left(\frac{\partial f_7}{\partial x_3} \right) = \varepsilon_7 \mu_{B1}(x_2) \dots \dots \dots (2.28)$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_8 \left(\frac{\partial f_8}{\partial x_4} \right) = \varepsilon_8 \mu_{B2}(x_2) \dots \dots \dots (2.29)$$

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_7 \left(\frac{\partial f_7}{\partial x_5} \right) = \varepsilon_7 \mu_{A1}(x_1) \dots \dots \dots (2.30)$$

$$\varepsilon_6 = \varepsilon_8 \left(\frac{\partial f_8}{\partial x_6} \right) = \varepsilon_8 \mu_{A2}(x_1) \dots \dots \dots (2.31)$$

Karena $f_7 = (\mu_{A1}(x_1))(\mu_{B1}(x_2))$, maka $\frac{\partial f_7}{\partial \mu_{A1}(x_1)} = \mu_{B1}(x_2)$ dan $\frac{\partial f_7}{\partial \mu_{B1}(x_2)} = \mu_{A1}(x_1)$; dan

Karena $f_8 = (\mu_{A2}(x_1))(\mu_{B2}(x_2))$, maka $\frac{\partial f_8}{\partial \mu_{A2}(x_1)} = \mu_{B2}(x_2)$ dan $\frac{\partial f_8}{\partial \mu_{B2}(x_2)} = \mu_{A2}(x_1)$.

Selanjutnya, error tersebut kita gunakan untuk mencari informasi error terhadap parameter a (a_{11} dan a_{12} untuk A_1 dan A_2 ; a_{21} dan a_{22} untuk B_1 dan B_2), dan c (c_{11} dan c_{12} untuk A_1 dan A_2 ; c_{21} dan c_{22} untuk B_1 dan B_2) sebagai berikut :

$$\text{Karena, } \frac{\partial f}{\partial a_{ik}} = \frac{2(x_i - c_{ik})^2}{a_{ik}^3 \left(1 + \left(\frac{x_i - c_{ik}}{a_{ik}} \right)^2 \right)^2}, \text{ maka :}$$

$$\varepsilon_{a11} = \varepsilon_3 \left(\frac{\partial f_3}{\partial a_{11}} \right) + \varepsilon_4 \left(\frac{\partial f_4}{\partial a_{11}} \right) \dots \dots \dots$$

$$= (\varepsilon_3) \frac{2(x_1 - c_{11})^2}{a_{11}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}}\right)^2\right)^2} + \varepsilon_4(0) \dots \dots \dots (2.32)$$

$$= (\varepsilon_3) \frac{2(x_1 - c_{11})^2}{a_{11}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.33)$$

$$\varepsilon_{a12} = \varepsilon_3 \left(\frac{\partial f_3}{\partial a_{12}} \right) + \varepsilon_4 \left(\frac{\partial f_4}{\partial a_{12}} \right) \dots \dots \dots (2.34)$$

$$= \varepsilon_3(0) + (\varepsilon_4) \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{12}}{a_{12}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.35)$$

$$= (\varepsilon_4) \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{12}}{a_{12}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.36)$$

$$\varepsilon_{a21} = \varepsilon_5 \left(\frac{\partial f_5}{\partial a_{21}} \right) + \varepsilon_6 \left(\frac{\partial f_6}{\partial a_{21}} \right) \dots \dots \dots (2.37)$$

$$= (\varepsilon_5) \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{12}^3 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.38)$$

$$= (\varepsilon_5) \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^3 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.39)$$

$$\varepsilon_{a22} = \varepsilon_5 \left(\frac{\partial f_3}{\partial a_{22}} \right) + \varepsilon_6 \left(\frac{\partial f_6}{\partial a_{22}} \right) \dots \dots \dots (2.40)$$

$$= \varepsilon_5(0) + (\varepsilon_6) \frac{2(x_2 - c_{22})^2}{a_{22}^3 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{22}}{a_{22}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.41)$$

$$= (\varepsilon_6) \frac{2(x_2 - c_{22})^2}{a_{22}^3 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{22}}{a_{22}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.42)$$

Karena, $\frac{\partial f}{\partial c_{ik}} = \frac{2(x_i - c_{ik})^2}{a_{ik}^2 \left(1 + \left(\frac{x_i - c_{ik}}{a_{ik}}\right)^2\right)^2}$, maka :

$$\varepsilon_{c11} = \varepsilon_3 \left(\frac{\partial f_3}{\partial c_{11}} \right) + \varepsilon_4 \left(\frac{\partial f_4}{\partial c_{11}} \right) \dots \dots \dots (2.43)$$

$$= (\varepsilon_3) \frac{2(x_1 - c_{11})^2}{a_{11}^2 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}}\right)^2\right)^2} + \varepsilon_4(0) \dots \dots \dots (2.44)$$

$$= (\varepsilon_3) \frac{2(x_1 - c_{11})^2}{a_{11}^2 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.45)$$

$$\varepsilon_{c12} = \varepsilon_3 \left(\frac{\partial f_3}{\partial c_{12}} \right) + \varepsilon_4 \left(\frac{\partial f_4}{\partial c_{12}} \right) \dots \dots \dots (2.46)$$

$$= \varepsilon_3(0) + (\varepsilon_4) \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^2 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{12}}{a_{12}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.47)$$

$$= (\varepsilon_4) \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^2 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{12}}{a_{12}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.48)$$

$$\varepsilon_{c21} = \varepsilon_5 \left(\frac{\partial f_5}{\partial c_{21}} \right) + \varepsilon_6 \left(\frac{\partial f_6}{\partial c_{21}} \right) \dots \dots \dots (2.49)$$

$$= (\varepsilon_5) \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}}\right)^2\right)^2} + \varepsilon_6(0) \dots \dots \dots (2.50)$$

$$= (\varepsilon_5) \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.51)$$

$$\varepsilon_{c22} = \varepsilon_5 \left(\frac{\partial f_5}{\partial c_{22}} \right) + \varepsilon_6 \left(\frac{\partial f_6}{\partial c_{22}} \right) \dots \dots \dots (2.52)$$

$$= \varepsilon_5(0) + (\varepsilon_6) \frac{2(x_2 - c_{22})^2}{a_{22}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{22}}{a_{22}}\right)^2\right)^2} \dots \dots \dots (2.53)$$

$$=(\varepsilon_6) \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{22}}{a_{22}}\right)^2\right)^2} \dots (2.54)$$

Dari sini, kita dapat menentukan perubahan nilai parameter a_{ij} dan c_{ij} (Δa_{ij} dan Δc_{ij}) sebagai berikut :

$$\Delta a_{ij} = \mu \varepsilon a_{ij} x_i, \text{ dan} \dots (2.55)$$

$$\Delta c_{ij} = \mu \varepsilon c_{ij} x_i \dots (2.56)$$

Sehingga nilai a_{ij} dan c_{ij} yang baru adalah :

$$a_{ij} = a_{ij} (\text{lama}) + \Delta a_{ij} \text{ dan} \dots (2.57)$$

$$c_{ij} = c_{ij} (\text{lama}) + \Delta c_{ij} \dots (2.58)$$

2.6 *GroIMP*

GroIMP (Growth Grammar-related Interactive Modelling Platform). Seperti namanya, groIMP merupakan software yang digunakan sebagai modeling-3D yang memiliki beberapa fitur diantaranya :

- a) Interaktif dalam mengedit adegan.
- b) Kaya set objek 3D, mudah dimengerti bagi orang awam.
- c) Banyak pilihan seperti warna dan tekstur.
- d) Seperti waktu sebenarnya menggunakan OpenGL.
- e) Bisa di ekspor ke POV-Ray, dengan tambahan ray-tracer.
- f) Bisa di ekspor ke DXF, sebagian bisa di ekspor ke VRML/3XD.
- g) Built-in raytracer Twilight merender 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.

2.7 *Integrasi Islam*

Tanaman terdiri dari berbagai macam struktur serta memiliki berbagai macam jenis yang beranekaragam. Dalam dunia pertanian, tanaman adalah semua subjek usaha tani yang dibudidayakan pada suatu ruang atau media untuk dimanfaatkan nilai ekonominya. Tanaman "sengaja" ditanam, sedangkan

tumbuhan adalah sesuatu yang muncul atau tumbuh dari permukaan bumi. sangat tidak mungkin ketika kerumitan tanaman ini semua muncul dengan sendirinya atau karena faktor kebetulan. Tanaman itu sendiri adalah salah satu bukti bahwa Allah SWT itu ada dan memiliki kekuasaan atas segala hal yang ada di semesta alam. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Al-An'am ayat 99 yang menerangkan tentang tumbuhan. Ayat itu berbunyi :

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 ۚ انْظُرُوا 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)

Dari ayat diatas dapat diambil suatu inti untuk dijadikan sumber nyata ilmu pengetahuan dan diwujudkan dalam program simulasi pertumbuhan.

Manusia adalah makhluk spesial karena manusia adalah makhluk ciptaan Allah SWT yang paling sempurna dan diberi pegangan kitab suci Al-Quran. Al-Qur'an adalah induk pengetahuan modern dan semua isinya menjelaskan mengenai aturan dan cara agar kehidupan manusia lebih baik dan telah dijelaskan bahwa Allah memberikan keleluasaan dan membebaskan kita mengetahuinya dengan ijin dan kekuatannya yang Allah SWT berikan. Hal ini dijelaskan Allah dalam surah Arrahman 33 :

يَمْعَشَرِ الْجِنَّ وَالْإِنْسِ إِنَّ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ
فَأَنْفُذُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَنِ

Artinya: Hai jama'ah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, Maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan.

Potongan Surah (Ar-rahman : 33) Ini satu bukti konkret bahwa kita bangsa jin dan manusia bisa dan di ijinakan mengetahui ilmu pengetahuan dan beberapa hal yang di Ghoibkan Oleh Allah , kecuali datangnya hari Kiamat dan kita manusia dan jin berkewajiban untuk selalu bersyukur kepada Allah SWT, seperti surah An-Nahl : 78 berikut :

وَاللَّهُ أَخْرَجَكُمْ مِنْ بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ

وَالْأَبْصَرَ وَالْأَفْئِدَةَ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artinya: Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam Keadaan tidak mengetahui sesuatupun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan dan hati, agar kamu bersyukur. (QS.An-Nahl : 78).

Jadi sebagai makhluk ciptaan Allah kita wajib bersyukur telah diberi ilmu pengetahuan dan kita wajib menggunakannya dengan baik, mengamalkan ilmu yang telah kita miliki kepada orang lain meskipun sedikit, menggunakan anugerah dari Allah SWT, misalnya panca indra serta akal dan pikiran untuk hal-hal yang bermanfaat, manusia dilahirkan tanpa pengetahuan sedikitpun, meskipun demikian manusia tetap membawa fitrah kesucian yang melekat sejak lahir. Yaitu fitrah yang menjadikannya mengetahui bahwa Allah Maha Esa dan oleh karena itu kita wajib bersyukur atas karunia yang diberikan kepada kita.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Dalam pembuatan Aplikasi Simulasi Pertumbuhan kedelai ini dilaksanakan penelitian terlebih dahulu dan Pada Penelitian ini ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk mempermudah pembuatan program simulasi pertumbuhan kedelai pada pemberian variasi pupuk urea dan beberapa macam pupuk organik/ pupuk hayati menggunakan metode ANFIS(Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) berbasis XL system. Tahapan-tahapan tersebut adalah :

a) **Observasi**

Pada tahapan ini peneliti melakukan penelitian/observasi tanaman kedelai varietas wilis ke tempat persawahan joyogrand malang, observasi ditempat penelitian meliputi mencatat data terkait penelitian ini, pengamatan langsung mengenai morfologi tumbuhan kedelai berlangsung di persawahan joyogrand malang dengan menanam bibit kedelai di polybag.

b) **Persiapan Alat, Lahan dan Bibit**

Mempersiapkan alat terkait guna penelitian yang meliputi alat, tempat tanaman, bibit tanaman yang akan ditanam.

c) Analisa Data

Penarikan kesimpulan mengenai observasi yang telah dilakukan dan data yang diperoleh setelah penelitian, meliputi data morfologi tanaman dan pemberian dosis urea dan pupuk organik, dan pada tahap ini bisa ditarik kesimpulan dari pengaruh pupuk urea dan pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman kedelai varietas wilis. Dan dari kesimpulan ini kita bisa membuat model pertumbuhan tanaman kedelai varietas wilis per parameter.

d) Perancangan Program

pada tahapan ini dilakukan pembuatan rancangan program yang akan dibangun tadi agar sesuai dengan objek yang diteliti dari analisa data.

e) Pembuatan Program

Pada tahapan ini pembuatan program akan mulai dikerjakan sesuai dengan data yang didapat dari membuat rancangan program dengan membangun program simulasi dan mengolah data-data yang ada sesuai dengan inputan.

f) 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.

g) Pembuatan Laporan Skripsi

Pada tahap akhir ini dilakukan pendokumentasian dari semua kegiatan yang telah dilakukan selama proses penelitian.

3.1.1 Objek Penelitian

Klasifikasi tanaman kedelai Menurut Hidajat (1992) dan Adisarwanto (2002) tanaman kedelai diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub-Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Rosales
Famili	: Leguminoceae
Sub-Famili	: Papilionaceae
Genus	: Glycine
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merill

3.1.2 Variabel Penelitian

- Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis pupuk urea yang berbeda dengan dosis pupuk organik yang berbeda.
- Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pertumbuhan dan perkembangan tanaman pangan kedelai yang meliputi tinggi tanaman, panjang tanaman, banyak cabang, dan banyak daun.

3.1.3 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Persawahan dekat dengan perumahan kanjuran Asri. Tempat ini berada pada ketinggian ± 600 m dpl dengan menggunakan Polybag sebanyak 80 Buah. Penelitiannya dilakukan selama bulan Januari sampai dengan awal bulan Maret 2013.

3.1.4 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Alat penyiram
- b. Penggaris
- c. Timbangan (gram)
- d. Kipet Ukur (Mili liter)
- e. Lux Meter

Sedangkan bahan yang digunakan :

- a. Tanah Sawah di daerah Kanjuran Asri Malang
- b. Kedelai Varietas Wilis
- c. Pupuk Organik Cair
- d. Pupuk Anorganik

3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Dalam hal ini tempat yang digunakan untuk menanam kedelai adalah polybag dengan ukuran 1 kg tanah per kantong polybag

3.2.1 Persiapan Lahan

Dalam hal ini dilakukan persiapan lahan yang akan digunakan untuk penelitian tanaman kedelai wilis di tempat polybag pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Rancangan Penanaman kedelai

Tempat yang digunakan untuk penelitian ini adalah menggunakan media Polybag yang berjumlah 80 Buah, 40 data dipilih dan diteliti dengan ketentuan 20 tanaman yang menggunakan pupuk organik cair 3 cc/liter penyiraman sore hari dan 20 tanaman yang menggunakan pupuk anorganik jenis urea 2 gr/liter penyiraman sore hari. Alasan data yang diteliti hanya sebanyak 40 buah dikarenakan paling kelihatan perbedaan perlakuan, setiap parameter menggunakan

tanaman kedelai jenis *wilis*. Antara perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lain dipisah dengan jarak 30 cm.

Polybag yang akan digunakan untuk menanam ini pertama-tama kita isi dengan tanah sawah yang didapat dari persawahan Kanjuruhan Asri Malang yang biasa untuk menanam kedelai dan dicampur dengan *Rhizobium* kemudian dari kedua komposisi tanah ini dicampur menjadi satu sampai merata. Tanah yang sudah bercampur dibiarkan selama 1 hari baru kemudian dimasukkan kedalam polybag tersebut dengan ukuran 1 kg tanah per kantong, tanah tersebut di diamkan selama 3 hari dan baru hari ke 3 bibit kedelai baru di tanam.

3.2.2 Penyiapan Bibit Tanaman

Bibit tanaman *kedelai wilis* itu didapat dari pusat penelitian benih di balitkabi dengan menyerahkan surat penelitian terlebih dahulu baru bisa mendapatkan bibit kedelai varietas *wilis*, bibit tidak langsung ditanam melainkan direndam dalam obat perangsang perkecambahan dan didiamkan selama 1,5 - 2 jam kemudian barulah ditanam pada polybag dengan 1 polybag di isi dengan 1 tanaman kedelai.

3.2.3 Penanaman dan Pemeliharaan

Pada tahap ini setelah 3 hari tanah didiamkan barulah dilakukan penanaman benih kacang kedelai, dalam menanam kacang kedelai dan pemupukan dilakukan perbedaan perilaku agar didapatkan hasil penelitian mana yang paling pas dan optimal untuk menanam kedelai, rancang perlakuan bisa dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Rancang Perlakuan

Perlakuan	Banyak Tanaman	Pupuk	Dosis	Waktu Pemupukan	Pemupukan
1	20	Organik	3 cc/L	Sore	1 Minggu 1x
2	20	Organik	3 cc/L	Pagi	1 Minggu 1x
3	20	Anorganik	2 gr/L	Sore	1 Minggu 1x
4	20	Anorganik	2 gr/L	Pagi	1 Minggu 1x

Pada tabel diatas proses pemupukan dilakukan setiap 7 hari sekali mulai dari penanaman bibit, alasan dilakukan pemupukan setiap 7 hari sekali agar kebutuhan nutrisi pada tanaman terpenuhi dan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman kedelai. Pemupukan dilakukan dengan cara mencampur air dengan pupuk organik cair atau pupuk anorganik dengan komposisi dosis 3 cc/liter untuk perlakuan 1 serta perlakuan 2 perbedaanya adalah waktu pemupukan. Kemudian pemupukan dengan menggunakan pupuk anorganik yaitu dengan cara pupuk urea dicampur dengan air dengan komposisi dosis 2 gram/liter untuk perlakuan 3 dan 4 dengan perbedaan waktu pemupukan, Cara memberikan pupuk yaitu disiramkan ke tanah menggunakan alat penyiraman mulai dari tanah sampai pucuk daun. Dan setelah pemupukan selesai tanaman harus disiram lagi menggunakan air.

a. Pemupukan

Banyak tanaman dibuat seragam hanya jenis pupuk, dosis dan waktu pemupukan yang dibuat berbeda tujuannya adalah mengamati perbedaan

pertumbuhan tanaman dengan perbedaan perlakuan. Pada proses pemupukan dilakukan setiap 7 hari sekali mulai dari penanaman bibit, alasan dilakukan pemupukan setiap 7 hari sekali agar kebutuhan nutrisi pada tanaman terpenuhi dan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman kedelai. Pemupukan dilakukan dengan cara mencampur air dengan pupuk organik cair atau pupuk anorganik dengan komposisi dosis 3 cc/liter untuk perlakuan 1 serta perlakuan 2 perbedaannya adalah waktu pemupukan. Kemudian pemupukan dengan menggunakan pupuk anorganik yaitu dengan cara pupuk urea dicampur dengan air dengan komposisi dosis 2 gram/liter untuk perlakuan 3 dan 4 dengan perbedaan waktu pemupukan, Cara memberikan pupuk yaitu disiramkan ke tanah menggunakan alat penyiraman mulai dari tanah sampai pucuk daun. Dan setelah pemupukan selesai tanaman harus disiram lagi menggunakan air.

b. Penyiangan tanaman

Karna untuk mengoptimalkan masa pertumbuhan tanaman maka perlu pengamatan yang intensif misalnya pencabutan rumput/ gulma disekitar tanaman agar diharapkan tanaman tidak terkena penyakit.

3.3 Pengamatan

Penelitian yang dilakukan disini adalah melihat pengaruh perlakuan waktu penyiraman dan dosis pupuk urea atau pupuk organik cair terhadap pertumbuhan serta perkembangan tanaman *kedelai varietas wilis*, yaitu dengan cara mengukur morfologi tanaman. Pengukuran morfologi tanaman ini diantaranya mengukur tinggi tanaman, panjang batang, banyak cabang dan banyak daun. Data morfologi tadi diperoleh dengan cara mengukur panjang batang dan tinggi tanaman menggunakan penggaris dan data morfologi banyak cabang dan daun dengan cara menghitung secara langsung ke tempat penelitian. Pengukuran ini dilakukan setiap 1 minggu sekali setelah proses pemupukan. Alasan pengukuran dilakukan 1 minggu sekali untuk melihat perbedaan pertumbuhan terhadap perlakuan pemupukan 1 minggu sebelumnya. Selanjutnya data morfologi tanaman ini digunakan sebagai variabel inputan ANFIS dimana outputnya digunakan untuk mensimulasikan salah satu dari jumlah keseluruhan satu kelompok tanaman perincian jadwal pelaksanaan penelitian, akan dijelaskan pada tabel 3.2

Dari tabel 3.2 kegiatan penelitian diperoleh hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman, panjang batang, banyak cabang dan banyak daun. Alasan pengambilan data dilakukan setiap 1 minggu sekali agar terlihat lebih jelas perbedaan pertumbuhan pada setiap perlakuan tanaman dan untuk melihat efek dari pemupukan minggu sebelumnya. Untuk hasil keseluruhan pengambilan data dapat dilihat pada lampiran.

Data hasil penelitian tanaman dengan berbagai perlakuan ini pada setiap pengambilan data terdapat 20 simulasi dengan data grafik.

Tabel 3.2 Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan
1	Mempersiapkan bahan penelitian	2 Januari 2013
2	Mengisi polybag dengan tanah sawah	3 Januari 2013
3	Penanaman kedelai	6 Januari 2013
4	Pemupukan pertama dan penyiangan rumput	13 Januari 2013
5	Pengambilan data	13 Januari 2013
6	Pemupukan kedua dan penyiangan rumput	20 Januari 2013
7	Pengambilan data	20 Januari 2013
8	Pemupukan ketiga dan penyiangan rumput	27 Januari 2013
9	Pengambilan data	27 Januari 2013
10	Pemupukan keempat dan penyiangan rumput	3 Februari 2013
11	Pengambilan data	3 Februari 2013
12	Pemupukan kelima dan penyiangan rumput	10 Februari 2013
13	Pengambilan data	10 Februari 2013
14	Pemupukan kelima dan penyiangan rumput	17 Februari 2013
15	Pengambilan data	17 Februari 2013
16	Pemupukan keenam dan penyiangan rumput	10 Februari 2013
17	Pengambilan data	3 Maret 2013
18	Pengambilan data	15 Maret 2013

3.4 Desain Sistem

Secara garis besar desain sistem program ini terdiri dari beberapa bagian diantaranya input, proses pengolahan dan output ini untuk program simulasi dan untuk program grafik juga hampir sama diantaranya input, proses pengolahan dan output. Input dari sistem berupa data hasil observasi berupa data morfologi tanaman. Data tersebut diantaranya tinggi tanaman, panjang batang, banyak cabang dan banyak daun.

Selanjutnya data morfologi tersebut diolah dalam proses pengolahan input menggunakan ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System). Sedangkan output berupa model simulasi morfologi tanaman yang datanya diperoleh dari hasil output proses.

a. Input

Inputan dari sistem ini adalah data morfologi tanaman diantaranya tinggi tanaman, panjang batang, banyak cabang dan banyak daun.

b. Proses

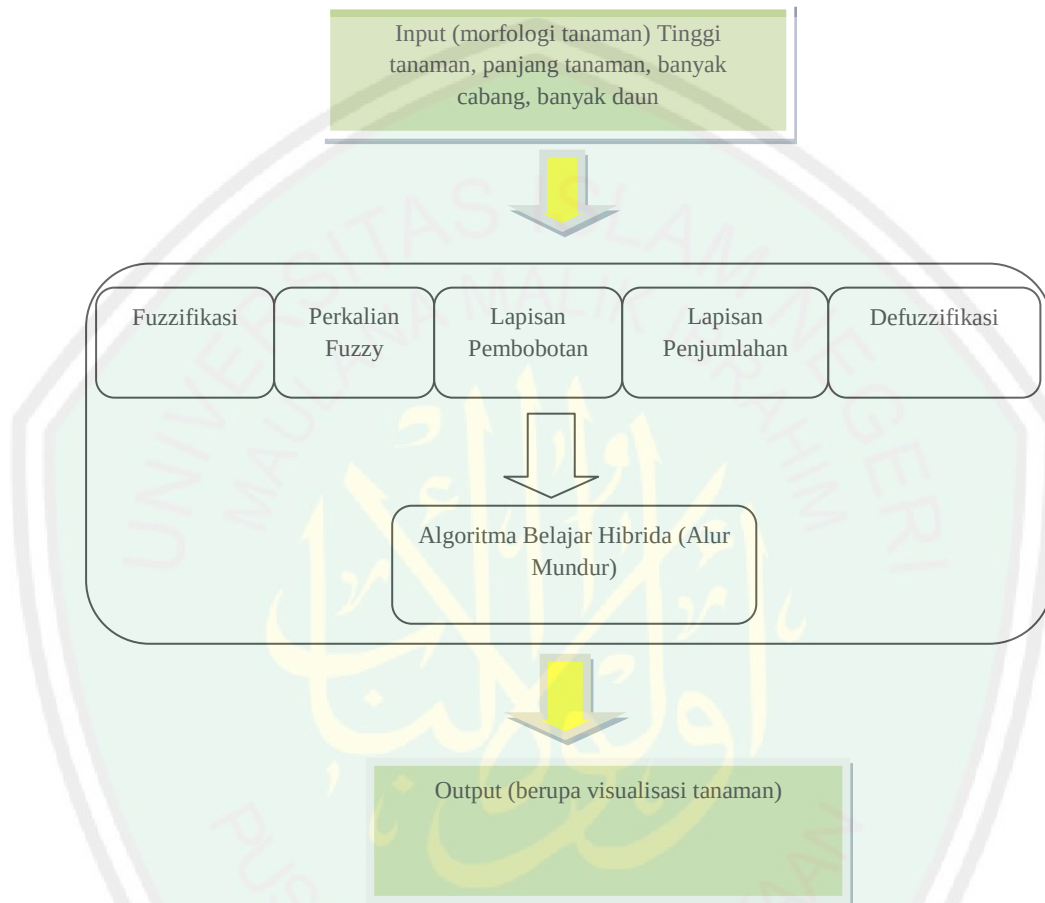
Data input tersebut kemudian diolah dengan menggunakan perhitungan ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System).

c. Output

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

3.4.1 Racangan Desain Alur Sistem

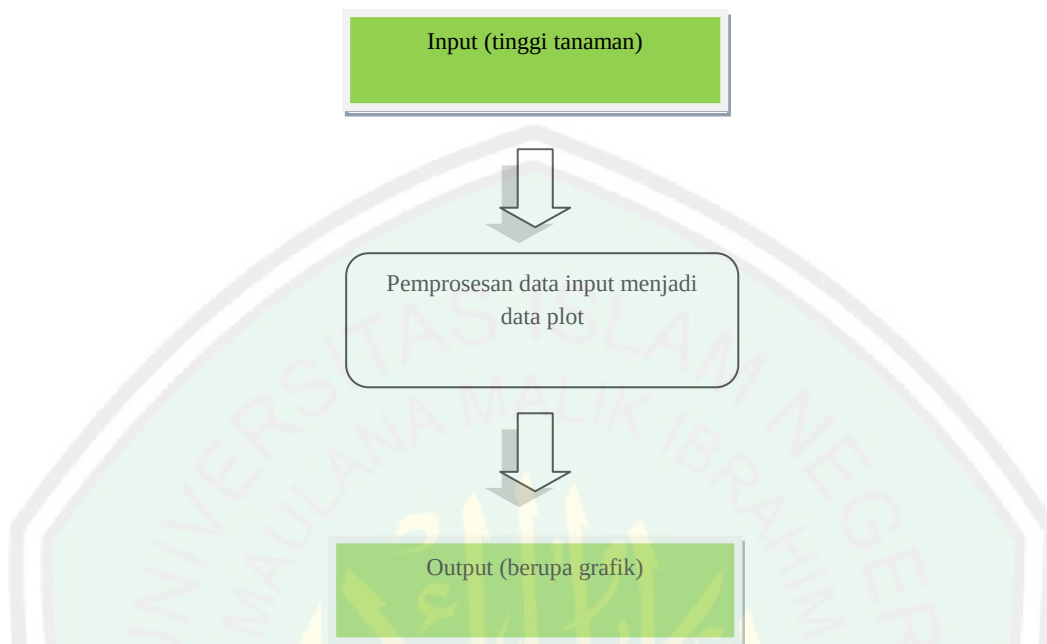
Rancangan desain alur sistem ini dapat dilihat dari Gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Desain Alur Sistem Keseluruhan Proses Program Simulasi

Pada gambar 3.2 proses inputan didapatkan dari pengukuran morfologi tanaman kedelai setelah menginputkan data ANFIS mulai memproses input dimulai dari fuzzyfikasi, perkalian fuzzy, lapisan pembobotan, lapisan penjumlahan, defuzzyfikasi dan selanjutnya dilakukan proses pembelajaran dengan metode alur mundur, hasil dari ANFIS yang berupa error tersebut dicari nilai error terkecil dan divisualisasikan dengan GroIMP.

Rancangan desain alur Sistem Program Grafik bisa dilihat pada gambar 3.3 :

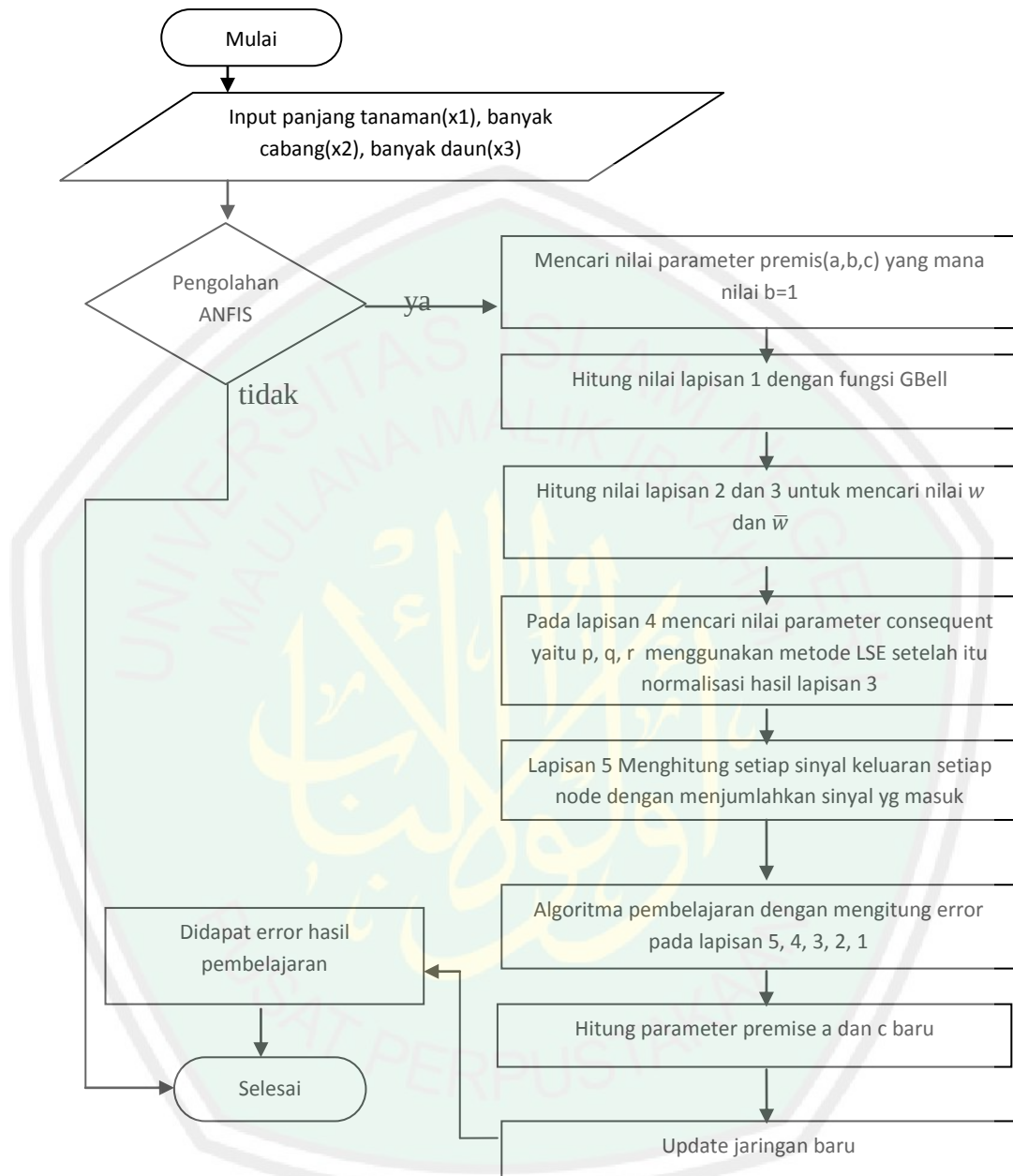


Gambar 3.3 Desain Alur Sistem Program Grafik

Desain sistem program grafik yang dimulai dengan menginputkan tinggi tanaman kemudian data input tersebut di proses oleh XLSystem dan selanjutnya berupa data grafik yang dapat dilihat pada diagram alur Gambar 3.3

Sedangkan untuk menunjukan ANFIS dapat dilihat pada Skema ANFIS dengan GroIMP pada gambar 3.4

Pada gambar 3.4 Desain sistem ANFIS yang dimulai dengan menginputkan panjang tanaman (x1), banyak cabang (x2), banyak daun (x3) yang didapat dari penelitian. Selanjutnya data diproses oleh ANFIS dimulai dengan mencari nilai *parameter premis* {a, b, c} yang mana nilai b selalu 1 dan setelah didapat nilai tersebut baru kemudian dimasukan ke setiap lapisan ANFIS. Pada lapisan 1 menggunakan fungsi Gbell untuk menemukan hasil dari lapisan 1.

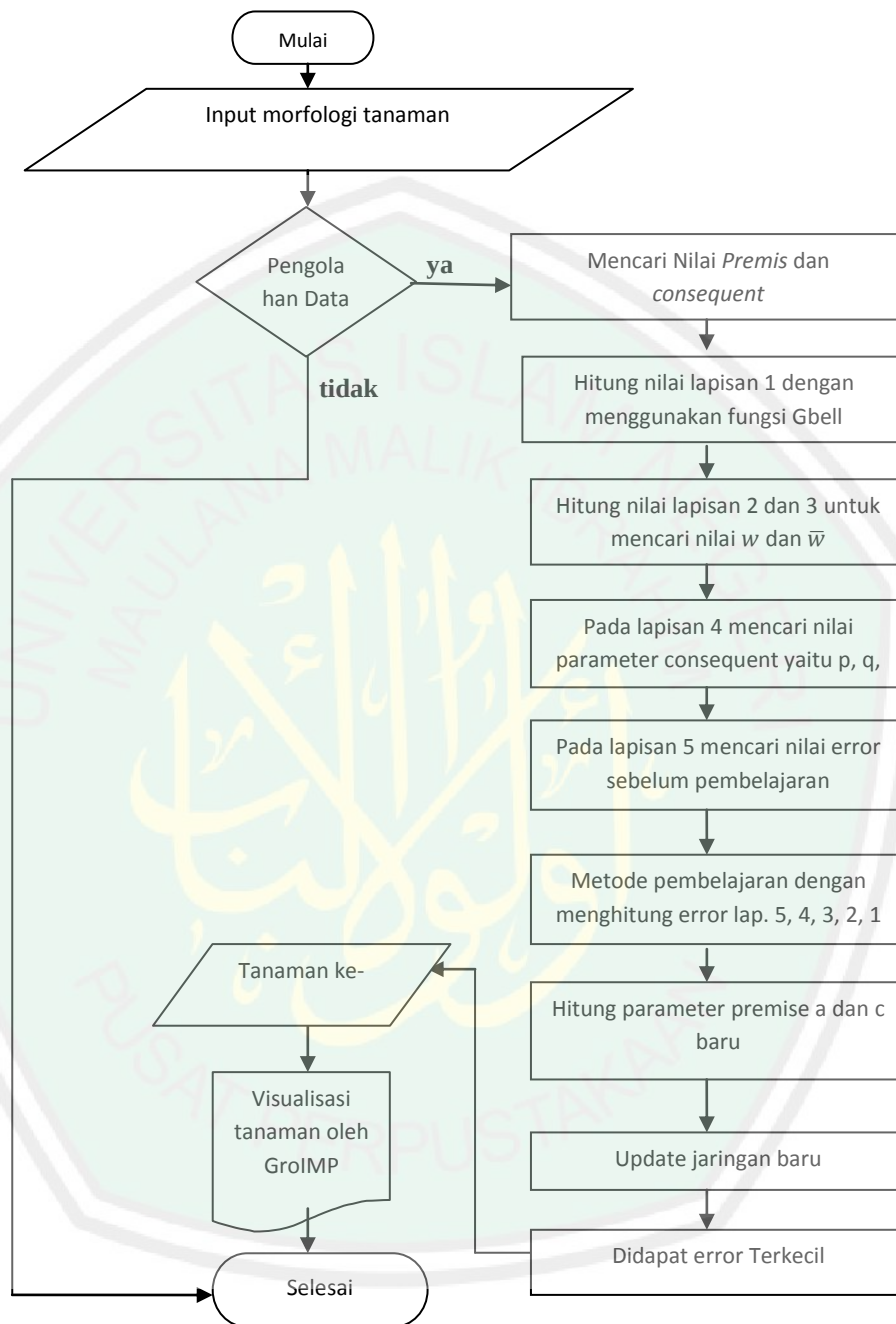


Gambar 3.4 Flowchart ANFIS

Selanjutnya pada lapisan ke 2 untuk membangkitkan *firing-strength* dengan mengalikan hasil dari lapisan 1 yang masuk ke node lapisan 2 dan didapat w . Pada lapisan ke 3 yang bersifat tetap hanya menghitung sinyal yang masuk pada node lapisan ke 3 dibagi dengan jumlah keseluruhan node w sehingga didapat $\bar{w}$. Pada

lapisan ke 4 yang bersifat adaptif pertama-tama kita cari nilai parameter consequent menggunakan metode LSE dan didapat nilai $\{p, q, r\}$ kemudian baru menormalkan *firing strength* kemudian hasil dari node lapisan ke 3 dikalikan dengan nilai *parameter consequent*. Selanjutnya pada lapisan ke 5 menjumlahkan sinyal yang masuk dari lapisan ke 4 dibagi dengan node lapisan ke 3. Proses selanjutnya adalah melakukan algoritma pembelajaran dengan menghitung error tiap lapisan ANFIS baru kemudian hasil error digunakan untuk mengupdate nilai *parameter premis* dan hasil parameter premise baru tersebut digunakan untuk mengupdate jaringan dan hasil akhir dari ANFIS didapat nilai error dari algoritma pembelajaran.

Penjelasan dari skema GroIMP yang telah di implementasikan ANFIS dari gambar 3.5 yang dimulai dengan menginputkan data setelah itu di cari *nilai parameter premis* menggunakan fungsi *means* dan *standart deviasi*. Selanjutnya data di proses ANFIS pada lapisan 1 menghitung nilai input dengan persamaan Gbell, Lapisan 2 dan 3 mencari nilai w biasanya menggunakan operator AND. Pada lapisan 4 mencari nilai *parameter premise* menggunakan *metode LSE* dan hasil *parameter premise* tersebut selanjutnya di gunakan untuk mengalikan hasil tiap node dari lapisan ke 3. Selanjutnya pada lapisan ke 5 menjumlahkan sinyal yang masuk dari lapisan ke 4 dibagi dengan node lapisan ke 3. Proses selanjutnya adalah melakukan *algoritma pembelajaran* menggunakan metode *EBP* dengan menghitung error tiap lapisan ANFIS baru kemudian hasil error digunakan untuk divisualisasikan oleh bahasa XL yang akan ditampilkan GroIMP.



Gambar 3.5 Skema ANFIS dan GroIMP

3.4.2 Use Case Diagram

Use case class digunakan untuk memodelkan dan menyatakan unit fungsi/layanan yang disediakan oleh sistem, use case dibuat agar pengguna sistem paham dan mengerti mengenai kegunaan sistem yang akan dibangun, bisa dilihat pada gambar 3.6

3.4.3 Class Diagram

Class diagram adalah alat perancangan terbaik untuk tim pengembang. Diagram tersebut membantu pengembang mendapatkan struktur system sebelum kode ditulis, dan membantu untuk memastikan bahwa system adalah desain terbaik. Gambar class diagram bisa dilihat pada gambar 3.7

3.4.4 Logical View

Berkaitan dengan cara pandang user terhadap informasi. Tujuan utamanya adalah melayani kebutuhan user. dan dilihat dari sudut pandang pengguna. Gambar mengenai hubungan user dengan sistem bisa dilihat pada gambar 3.8

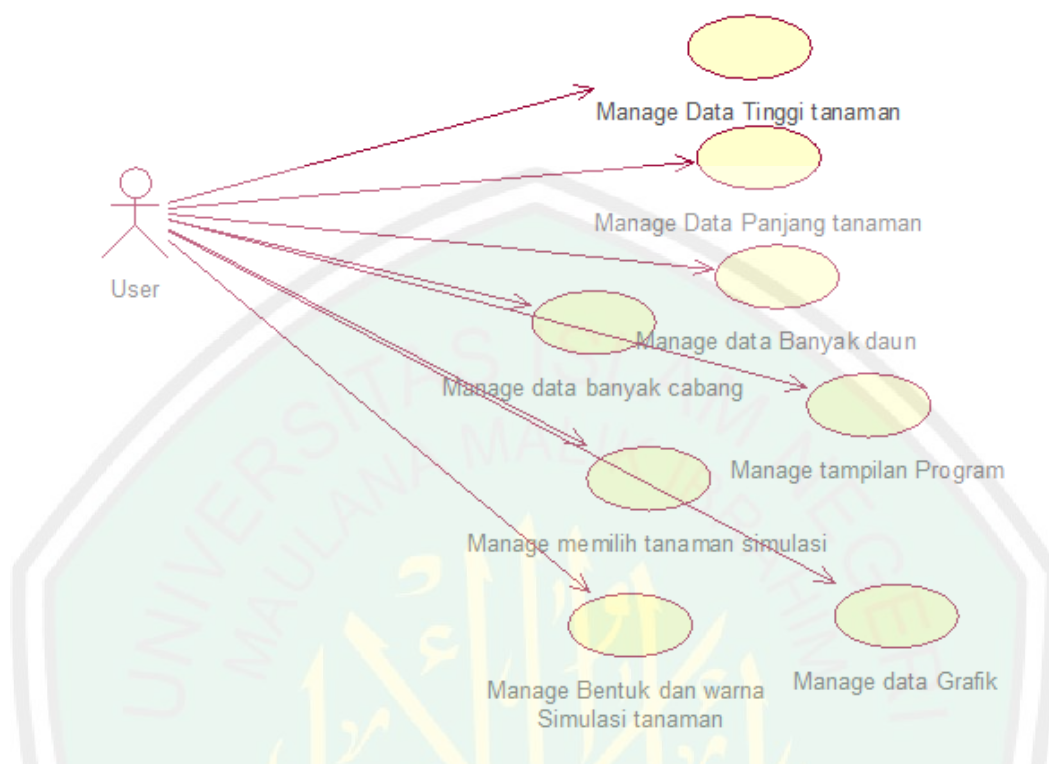
3.5 Tahap Implementasi

Teknologi yang digunakan dalam pembuatan dan pengembangan sistem ini adalah menggunakan teknologi simulasi berbasis XL System (extended lindenmayer sistem). 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

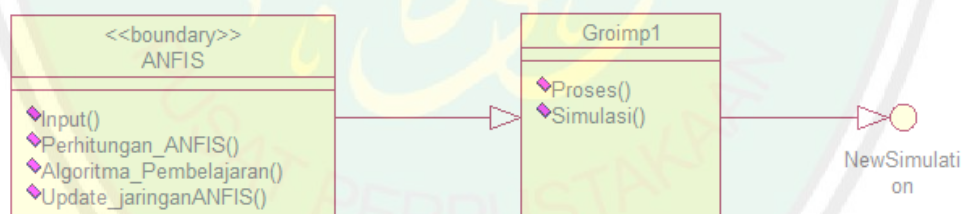
interpretasi dari string tersebut. Oleh karena itu L-system menggunakan metode iterasi untuk membuat pertumbuhan tanaman.

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. 2013)

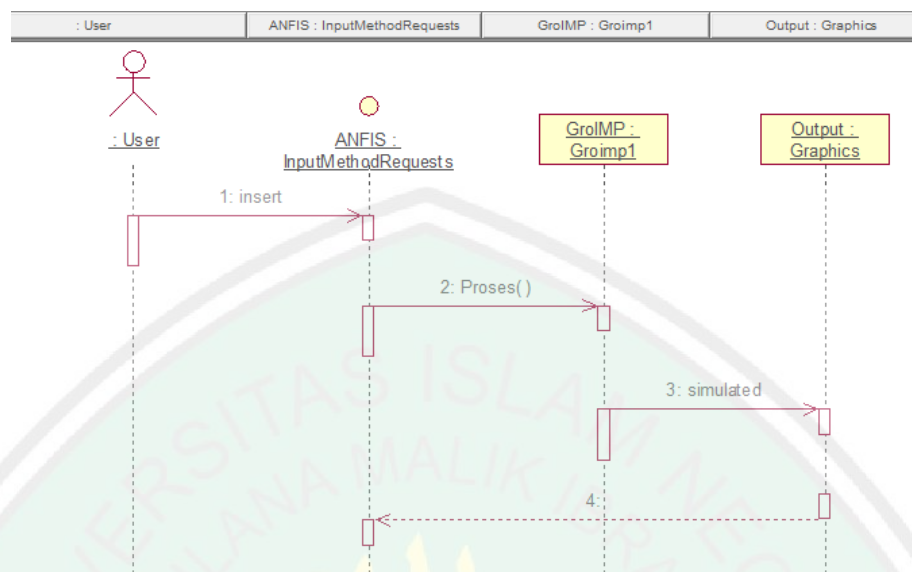
Selanjutnya data-data yang telah diolah tadi dimanipulasi sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk dan tampilan dari tanaman aslinya. Berikutnya adalah hasil simulasi sebelum gambar dimanipulasi. gambar hasil program simulasi dan grafik bisa dilihat pada gambar 3.9 yang menggambarkan keseluruhan tampilan simulasi. Gambar 3.10 yang menggambarkan 1 grafik dan gambar 3.11 yang menggambarkan 2 buah grafik :



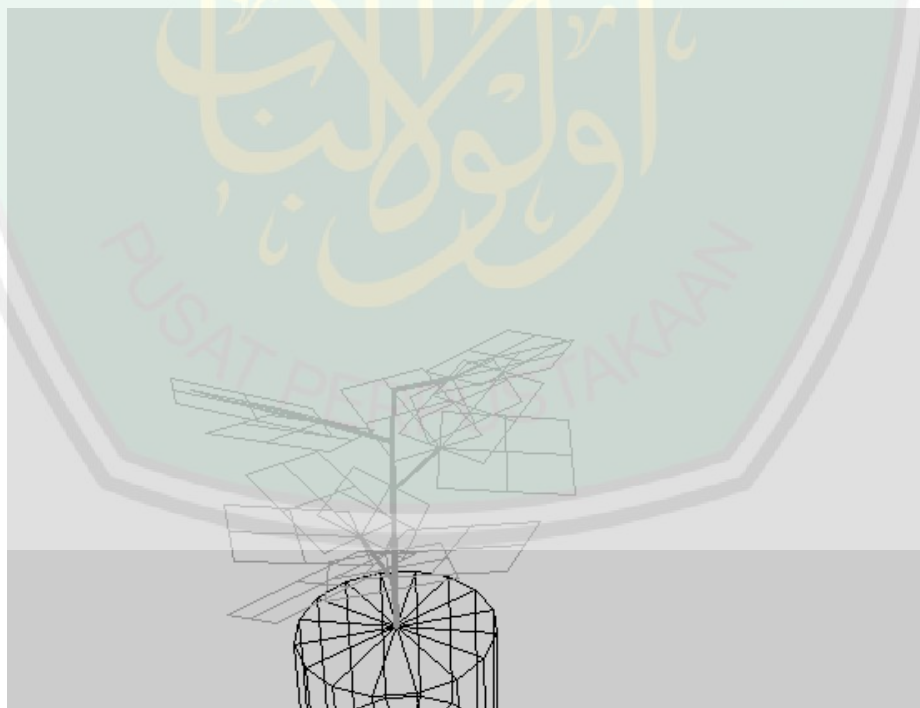
Gambar 3.6 Use Case Diagram Simulasi Tanaman



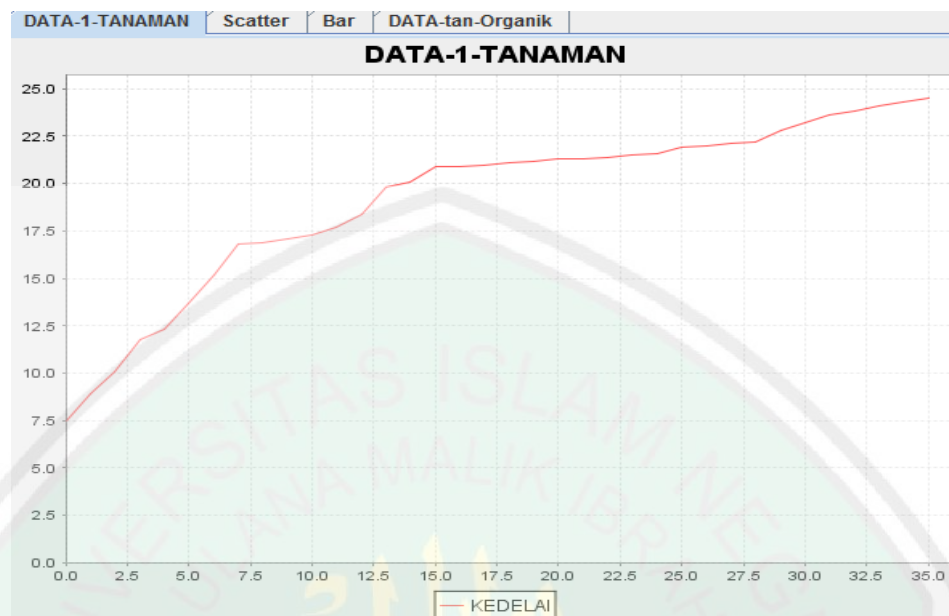
Gambar 3.7 Class Diagram Simulasi Tanaman



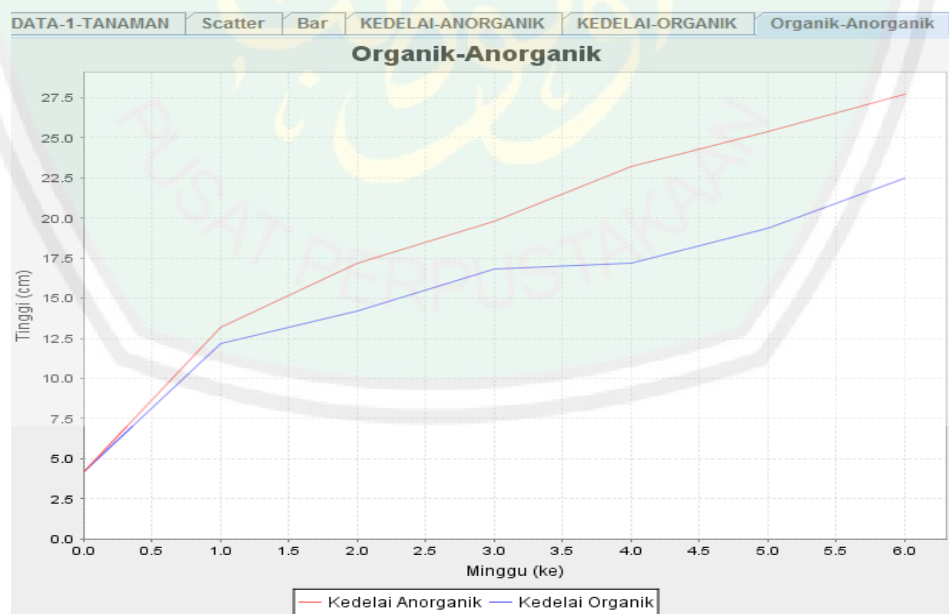
Gambar 3.8 Logical View Simulasi Tanaman



Gambar 3.9 Desain Simulasi



Gambar 3.10 Desain Grafik 1 Tanaman



Gambar 3.11 Desain Grafik Organik dan Anorganik

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis data

Hasil dari perlakuan jenis pupuk dan waktu pemupukan diperoleh data berupa morfologi tanaman kedelai *Glycine max* (L.) Merrill varietas wilis dan yang menjadi indikator adalah tinggi tanaman, panjang batang, banyak cabang dan banyak daun. Namun tanaman kedelai tidak tumbuh dengan optimal dikarenakan faktor lingkungan, cuaca yang memang ditanam bukan pada musimnya. Selanjutnya data morfologi tanaman ini digunakan sebagai variabel inputan ANFIS dimana outputnya digunakan untuk mensimulasikan salah satu dari jumlah keseluruhan dari satu perlakuan. Pada tabel 4.1 ini terdapat 20 tanaman perlakuan 3 yang menggunakan pupuk organik cair dipilih untuk disimulasikan. Pemilihan data tersebut selanjutnya dihitung dengan perhitungan ANFIS untuk dicari nilai error terkecil dan hasilnya disimulasikan dalam GroIMP Tabel 4.1 berikut adalah 1 dari 20 data yang akan di olah. Alasan simulasi ini menggunakan data terakhir dikarenakan data tersebut memiliki persentase error terkecil dan lebih terlihat pengaruh dari perlakuan yang telah diberikan. Sedangkan data yang lain ada pada lampiran.

Tabel 4.1 Data Tanaman Perlakuan 1 dari Pengambilan Data Terakhir

No	Tinggi tanaman(cm)	Panjang batang(cm)	Banyak cabang	Banyak daun
1	42.6	40	12	36
2	38.2	36	11	33
3	34.7	30	11	33
4	39.8	35	11	33
5	22.6	20	10	30
6	34.2	30	11	33
7	35.5	30	10	30
8	35.2	30	11	33
9	35.1	30	11	33
10	34.6	30	11	33
11	34.2	32	10	30
12	40.7	38	12	36
13	42.3	40	12	36
14	42.9	40	12	36
15	44.2	40	12	36
16	26.3	20	10	30
17	41.8	38	12	36
18	44.3	40	12	36
19	38.6	30	11	33
20	39.2	32	11	33

4.2 Pengolahan Data

Dalam kasus ini terdiri dari tiga input yaitu X_1 , X_2 dan X_3 , dan satu output Y . Maka ada dua aturan pada basis aturan model sugeno :

$$\text{If } X_1 \text{ is } A_1 \text{ dan } X_2 \text{ is } B_1 \text{ dan } X_3 \text{ is } D_2 \text{ Then } Y_1 = C_{11}X_1 + C_{12}X_2 + C_{13}X_3 + C_{10}...$$

$$\text{If } X_1 \text{ is } A_2 \text{ dan } X_2 \text{ is } B_2 \text{ Then } Y_2 = C_{21}X_1 + C_{22}X_2 + C_{20}...$$

$$\text{If } X_1 \text{ is } A_2 \text{ dan } X_2 \text{ is } B_2 \text{ dan } X_3 \text{ is } D_2 \text{ Then } Y_3 = C_{21}X_1 + C_{22}X_2 + C_{13}X_3 + C_{30}...$$

Dimana Dalam penelitian ini, X_1 adalah panjang batang, X_2 adalah banyak cabang, X_3 adalah banyak daun dan Y adalah tinggi tanaman. Jika α predikar untuk ketiga aturan adalah W_1 dan W_2 dan W_3 , maka dapat dihitung rata-rata terbobot :

$$Y = \frac{W_1Y_1 + W_2Y_2 + W_3Y_3}{W_1 + W_2 + W_3} = \overline{W_1}Y_1 + \overline{W_2}Y_2 + \overline{W_3}Y_3$$

Sebelum mulai untuk menghitung ANFIS, data inputan ini diolah terlebih dahulu untuk mencari nilai (a_i, b_i dan c_i) yang merupakan parameter premis menggunakan persamaan mean dan standart deviasi. Agar data ini bisa dihitung mendekati nol, data ini sama rata dikalikan $\frac{1}{100}$

Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Data Awal

Data ke-	Input				Hasil			
	X ₁	X ₂	X ₃	Y	X ₁ /100	X ₂ /100	X ₃ /100	Y/100
1	40	12	36	42.6	0.40	0.12	0.36	0.426
2	36	11	33	38.2	0.36	0.11	0.33	0.382
3	30	11	33	34.7	0.30	0.11	0.33	0.347
4	35	11	33	39.8	0.35	0.11	0.33	0.398
5	20	10	30	22.6	0.20	0.10	0.30	0.226
6	30	11	33	34.2	0.30	0.11	0.33	0.342
7	30	10	30	35.5	0.30	0.10	0.30	0.355
8	30	11	33	35.2	0.30	0.11	0.33	0.352
9	30	11	33	35.1	0.30	0.11	0.33	0.351
10	30	11	33	34.6	0.30	0.11	0.33	0.346
11	32	10	30	34.2	0.32	0.10	0.30	0.342
12	38	12	36	40.7	0.38	0.12	0.36	0.407
13	40	12	36	42.3	0.40	0.12	0.36	0.423
14	40	12	36	42.9	0.40	0.12	0.36	0.429
15	40	12	36	44.2	0.40	0.12	0.36	0.442
16	20	10	30	26.3	0.20	0.10	0.30	0.263
17	38	12	36	41.8	0.38	0.12	0.36	0.418
18	40	12	36	44.3	0.40	0.12	0.36	0.443
19	30	11	33	38.6	0.30	0.11	0.33	0.386
20	32	11	33	39.2	0.32	0.11	0.33	0.392

Selanjutnya mencari parameter premis terdiri dari (a_i, b_i dan c_i) dengan nilai b_i adalah 1 selalu konstan.

Untuk mendapatkan nilai (a₁₁, c₁₁, a₁₂, c₁₂, a₂₁, c₂₁, a₂₂, c₂₂) dengan cara menginputkan data morfologi tanaman dari panjang, banyak cabang dan banyak daun. Setelah itu diproses dengan rumus mean dan standart deviasi .

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X$$

Berikut adalah hasilnya :

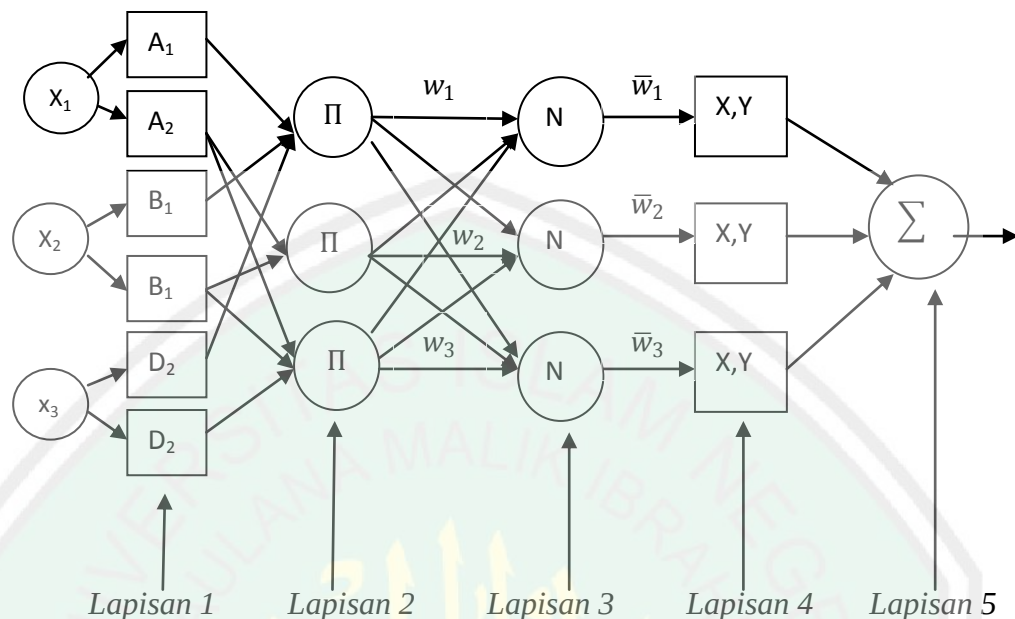
Tabel 4.3 Tabel parameter premis

Nilai a _i c _i		Nilai a _i c _i	
Parameter premis	Nilai Awal	Parameter premis	Nilai Awal
a11	0.061	a21	0.061
a12	0.0070	a22	0.11
c11	0.331	c21	0.331
c12	0.112	c22	0.11

Setelah didapatkan nilai *parameter premis* lalu data diolah lagi dalam beberapa tahap perhitungan, diantaranya :

4.2.1 Perhitungan ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)

Jaringan ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) terdiri dari 5 lapisan dan setiap lapisan disimbolkan dengan kotak yang bersifat adaptif atau lingkaran bersifat tetap. Berikut (Gambar 4.1) penjelasan dari setiap lapisan-lapisan ANFIS :



Gambar 4.1 Struktur ANFIS (Sri Kusumadewi, 2010)

Penjelasan dari struktur anfis gambar 4.1 yang mana inputan X_1 adalah panjang tanaman, X_2 adalah banyak cabang dan X_3 adalah banyak daun selanjutnya pada lapisan 1 memberi bobot pada setiap inputan A_1 adalah bobot panjang pada X_1 (panjang tanaman), A_2 adalah bobot pendek pada X_1 (panjang tanaman), B_1 adalah bobot banyak pada X_2 (banyak cabang), B_2 adalah bobot pendek pada X_2 (banyak cabang), C_1 adalah bobot banyak pada X_3 (banyak daun), C_2 adalah bobot sedikit pada X_3 (banyak daun). Selanjutnya pada lapisan ke 2 untuk membangkitkan *firing-strength* dengan mengalikan setiap masukan dari lapisan 1 yaitu untuk mencari nilai w . Selanjutnya pada lapisan 3 menghitung hasil perhitungan dari satu node w dibagi dengan jumlah dari keseluruhan node w sehingga didapat nilai $\bar{w}$. Pada lapisan ke empat sebelum dihitung terlebih dahulu mencari nilai parameter consequent $\{p, q, r\}$ dan setelah mendapatkan nilai

tersebut baru menormalkan *firing-strength* dari hasil node lapisan ketiga $\bar{w}$ dikalikan dengan nilai $(p \cdot x_i + q \cdot x_i + r_i)$ dan mendapatkan nilai $\bar{w}_i f_i$. selanjutnya pada lapisan ke 5 menjumlahkan setiap sinyal yang masuk pada lapisan ke 5 dari lapisan ke 4 dibagi dengan node lapisan ke 3 $\frac{\sum \bar{w}_i f_i}{\sum w_i} i = 1, 2 \dots$

(1) Lapisan 1

Berfungsi untuk membangkitkan derajat keanggotaan.

$$O_{1,i} = \mu A_i(X_1), \text{ untuk } i = 1, 2, \dots$$

dan

$$O_{1,i} = \mu B_{i-2}(X_2), \text{ untuk } i = 3, 4, \dots$$

dan

$$O_{1,i} = \mu D_{i-3}(X_3), \text{ untuk } i = 5, 6, \dots$$

Dengan X_1 , X_2 dan X_3 adalah masukan bagi simpul ke-i, Output dari tiap neuron berupa derajat keanggotaan yang diberikan oleh fungsi keanggotaan input, yaitu :

$\mu A_1(X_1), \mu B_1(X_2), \mu D_1(X_3), \mu A_2(X_1), \mu B_2(X_2), \mu D_2(X_3)$ Menggunakan fungsi keanggotaan Generalized Bell (Gbell) berikut :

$$\mu A_i(X) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x_i c_i}{a_i} \right|^{2b_i}} \dots$$

Dengan $\{a_i, b_i \text{ dan } c_i\}$ adalah parameter premis yang telah dicari sebelumnya menggunakan persamaan *means* dan *standart deviasi*

Tabel 4.4 Hasil Lapisan 1

Data ke	Input			Hasil					
	X_1	X_2	X_3	$\mu A_1(X_1)$	$\mu B_1(X_2)$	$\mu D_1(X_3)$	$\mu A_2(X_1)$	$\mu B_2(X_2)$	$\mu D_2(X_3)$
1	0.40	10.12	0.36	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162
2	0.36	0.11	0.33	0.816	0.071	1.0	0.057	1.0	0.2
3	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2
4	0.35	0.11	0.33	0.912	0.071	1.0	0.062	1.0	0.2
5	0.20	0.10	0.30	0.178	0.065	0.795	0.325	0.992	0.251
6	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2
7	0.30	0.10	0.30	0.795	0.065	0.795	0.095	0.992	0.251
8	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2
9	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2
10	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2
11	0.32	0.10	0.30	0.969	0.065	0.795	0.079	0.992	0.251
12	0.38	0.12	0.36	0.608	0.077	0.816	0.049	0.992	0.162
13	0.40	0.12	0.36	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162
14	0.40	0.12	0.36	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162
15	0.40	0.12	0.36	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162
16	0.20	0.10	0.30	0.178	0.065	0.795	0.325	0.992	0.251
17	0.38	0.12	0.36	0.608	0.077	0.816	0.049	0.992	0.162
18	0.40	0.12	0.36	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162
19	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2
20	0.32	0.11	0.33	0.969	0.071	1.0	0.079	1.0	0.2

(2) Lapisan 2

Tiap-tiap neuron pada lapisan kedua berupa neuron tetap yang outputnya adalah hasil dari lapisan pertama. Biasanya digunakan operator AND. Tiap-tiap node merepresentasikan α predikat dari aturan ke-i. Lapisan ini berfungsi untuk membangkitkan *firing-strength* dengan mengalikan setiap sinyal masukan. (Sri Kusuma Dewi dan Sri Hartati, 2006).

$$O_{2,i} = W_i = \mu A_i(X_1) \mu B_i(X_2) \quad i = 1, 2, \dots$$

Tabel 4.5 Hasil Lapisan 2

Data ke	Input						Hasil		
	$\mu A_1(X_1)$	$\mu B_1(X_2)$	$\mu D_1(X_3)$	$\mu A_2(X_1)$	$\mu B_2(X_2)$	$\mu D_2(X_3)$	W_1	W_2	W_2
1	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162	0.028	0.043	0.0070
2	0.816	0.071	1.0	0.057	1.0	0.2	0.058	0.057	0.011
3	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2	0.056	0.095	0.019
4	0.912	0.071	1.0	0.062	1.0	0.2	0.065	0.062	0.012
5	0.178	0.065	0.795	0.325	0.992	0.251	0.0090	0.322	0.081
6	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2	0.056	0.095	0.019
7	0.795	0.065	0.795	0.095	0.992	0.251	0.041	0.094	0.024
8	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2	0.056	0.095	0.019
9	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2	0.056	0.095	0.019
10	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2	0.056	0.095	0.019
11	0.969	0.065	0.795	0.079	0.992	0.251	0.05	0.078	0.02
12	0.608	0.077	0.816	0.049	0.992	0.162	0.038	0.049	0.0080
13	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162	0.028	0.043	0.0070
14	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162	0.028	0.043	0.0070
15	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162	0.028	0.043	0.0070
16	0.178	0.065	0.795	0.325	0.992	0.251	0.0090	0.322	0.081
17	0.608	0.077	0.816	0.049	0.992	0.162	0.038	0.049	0.0080
18	0.439	0.077	0.816	0.043	0.992	0.162	0.028	0.043	0.0070
19	0.795	0.071	1.0	0.095	1.0	0.2	0.056	0.095	0.019
20	0.969	0.071	1.0	0.079	1.0	0.2	0.069	0.079	0.016

(3) Lapisan 3

Tiap-tiap neuron pada lapisan ketiga berupa node tetap yang merupakan hasil penghitungan rasio dari a predikat (w), dari aturan ke i terhadap jumlah dari keseluruhan a predikat. Fungsi dari lapisan ini untuk menormalkan *firing strength*. (Sri Kusumadewi dan Sri Hartati, 2006).

$$O_{3,1} = \bar{W} = \frac{w_i}{w_i + w_2}, i = 1, 2, \dots$$

Tabel 4.6 Hasil Lapisan 3

Data ke	Input			Hasil		
	w_1	w_2	w_3	$\bar{w}_1$	$\bar{w}_2$	$\bar{w}_2$
1	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
2	0.058	0.057	0.011	0.337	0.331	0.331
3	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
4	0.065	0.062	0.012	0.344	0.328	0.328
5	0.0090	0.322	0.081	0.014	0.493	0.493
6	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
7	0.041	0.094	0.024	0.179	0.41	0.41
8	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
9	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
10	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
11	0.05	0.078	0.02	0.243	0.379	0.379
12	0.038	0.049	0.0080	0.279	0.36	0.36
13	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
14	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
15	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
16	0.0090	0.322	0.081	0.014	0.493	0.493
17	0.038	0.049	0.0080	0.279	0.36	0.36
18	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
19	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
20	0.069	0.079	0.016	0.304	0.348	0.348

(4) Lapisan 4

Tiap-tiap neuron pada lapisan keempat merupakan node adaptif terhadap suatu output. Dengan $\bar{w}_i$ adalah *normalised firing strength* pada lapisan ketiga dan $\{p_i, q_i \text{ dan } r_i\}$ adalah parameter-parameter pada neuron tersebut. Parameter-parameter pada lapisan tersebut disebut dengan nama *consequent parameter* (Sri kusumadewi dan Sri Hartati, 2006).

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan nilai awal $\{p_i, q_i \text{ dan } r_i\}$ dicari menggunakan matriks A sebagai berikut :

$$A = \begin{bmatrix} (\bar{w}_1)_1 & (\bar{w}_1)_7 & (\bar{w}_1)_{13} & (\bar{w}_2)_1 & (\bar{w}_2)_7 & (\bar{w}_2)_{13} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (\bar{w}_1)_6 & (\bar{w}_1)_{12} & (\bar{w}_1)_{18} & (\bar{w}_2)_6 & (\bar{w}_2)_{12} & (\bar{w}_2)_{18} \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan metode LSE akan didapatkan parameter consequent dari matriks A dengan target output y menggunakan persamaan berikut :

$$\phi = (A^T A)^{-1} A^T y$$

Sehingga didapatkan parameter consequent dengan matriks :

$$\phi = \begin{bmatrix} p_1 \\ q_1 \\ r_1 \\ p_2 \\ q_2 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

Dengan demikian, nilai parameter consequent diperoleh $p_1 = -0.172$, $q_1 = 0.828$, $r_1 = -0.016$, $p_2 = 0.683$, $q_2 = -0.484$, $r_2 = -0.016$. Selanjutnya untuk menghitung keluaran dari lapisan 4 menggunakan persamaan berikut :

$$O_{4,1} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x_1 + q_i x_2 + r_i)$$

Tabel 4.7 Hasil Lapisan 4

Data ke	Input						Hasil		
	$\bar{w}_1$	$\bar{w}_2$	$\bar{w}_3$	X_1	X_2	X_3	$\bar{w}_1 f_1$	$\bar{w}_2 f_2$	$\bar{w}_3 f_3$
1	0.246	0.377	0.377	30.3	10	36	0.114	0.385	0.385
2	0.337	0.331	0.331	25.2	10	33	0.143	0.285	0.285
3	0.228	0.386	0.386	22.4	10	33	0.065	0.225	0.225
4	0.344	0.328	0.328	30.1	11	33	0.138	0.267	0.267
5	0.014	0.493	0.493	30.5	11	30	0.0010	0.072	0.072
6	0.228	0.386	0.386	28.7	10	33	0.065	0.225	0.225
7	0.179	0.41	0.41	30.3	10	30	0.06	0.249	0.249
8	0.228	0.386	0.386	24.9	10	33	0.065	0.225	0.225
9	0.228	0.386	0.386	20.3	10	33	0.065	0.225	0.225
10	0.228	0.386	0.386	20.6	10	33	0.065	0.225	0.225
11	0.243	0.379	0.379	25.2	11	30	0.093	0.265	0.265
12	0.279	0.36	0.36	20.9	10	36	0.117	0.334	0.334
13	0.246	0.377	0.377	20.1	10	36	0.114	0.385	0.385
14	0.246	0.377	0.377	20.7	10	36	0.114	0.385	0.385
15	0.246	0.377	0.377	20.2	10	36	0.114	0.385	0.385
16	0.014	0.493	0.493	25.6	11	30	0.0010	0.072	0.072
17	0.279	0.36	0.36	19.2	10	36	0.117	0.334	0.334
18	0.246	0.377	0.377	20.8	10	36	0.114	0.385	0.385
19	0.228	0.386	0.386	25.2	10	33	0.065	0.225	0.225
20	0.304	0.348	0.348	25.9	10	33	0.1	0.235	0.235

(5) Lapisan 5

Menghitung sinyal keluaran ANFIS dengan menjumlahkan semua sinyal yang masuk.

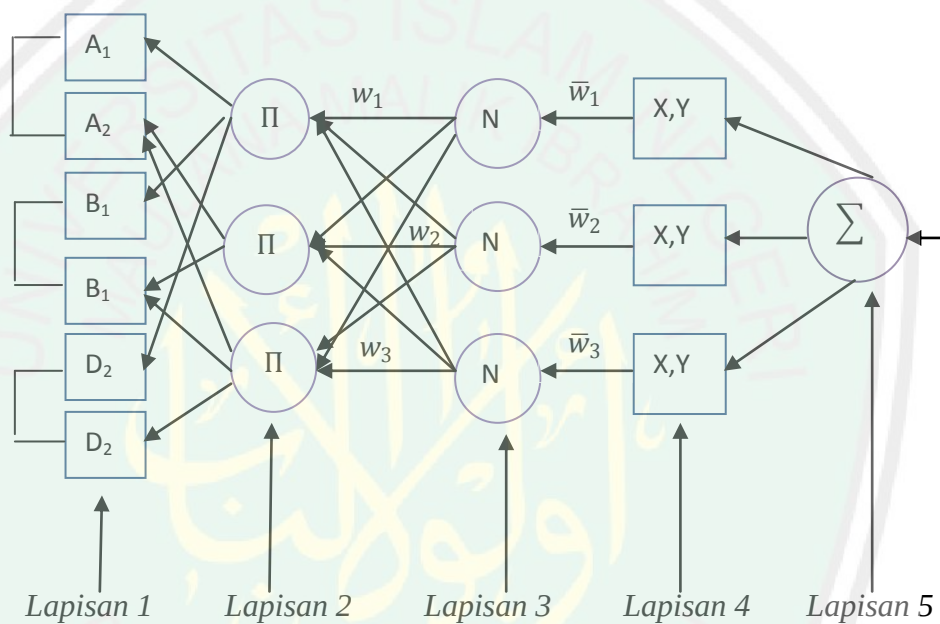
$$o_{5,1} = \sum \bar{w}_i f_i = \frac{\sum \bar{w}_i f_i}{\sum_i w_i}$$

Tabel 4.8 Hasil Lapisan 5

Data ke	Input						Hasil
	$\bar{w}_1 f_1$	$\bar{w}_2 f_2$	$\bar{w}_3 f_3$	w_1	w_2	w_3	$\sum \bar{w}_i f_i$
1	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	0.0070	11.333
2	0.143	0.285	0.285	0.058	0.057	0.011	5.659
3	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	0.019	3.029
4	0.138	0.267	0.267	0.065	0.062	0.012	4.835
5	0.0010	0.072	0.072	0.0090	0.322	0.081	0.352
6	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	0.019	3.029
8	0.06	0.249	0.249	0.041	0.094	0.024	3.509
9	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	0.019	3.029
10	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	0.019	3.029
11	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	0.019	3.029
12	0.093	0.265	0.265	0.05	0.078	0.02	4.209
13	0.117	0.334	0.334	0.038	0.049	0.0080	8.263
14	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	0.0070	11.333
15	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	0.0070	11.333
16	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	0.0070	11.333
17	0.0010	0.072	0.072	0.0090	0.322	0.081	0.352
18	0.117	0.334	0.334	0.038	0.049	0.0080	8.263
19	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	0.0070	11.333
20	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	0.019	3.029

4.2.2 Algoritma pembelajaran (Model Propagasi Error)

Pada proses ini dilakukan algoritma EBP (Error Backpropagation) dimana pada setiap layer dilakukan perhitungan error untuk melakukan update parameter-parameter ANFIS.



Gambar 4.2 Blok Diagram Alur Mundur Anfis

(1) Error Pada Lapisan Ke-5

Jaringan adaptif di sini seperti Gambar 4.2, yang hanya memiliki 1 neuron pada lapisan output (neuron 13), maka propagasi error yang menuju pada lapisan ke-5 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_{13} = -2(y_p - y_p^*)$$

Dengan y_p atau Y adalah target output data pelatihan ke-p, yang merupakan nilai output dari tinggi tanaman yang telah dikalikan dengan $\frac{1}{100}$. Sedangkan y_p^* adalah output jaringan ANFIS pada data pelatihan ke-p.

Tabel 4.9 Hasil Error Pada Lapisan Ke-5

Data ke	Input		Hasil
	y_p	y_p^*	ε_{16}
1	0.332	11.333	21.814
2	0.287	5.659	10.554
3	0.283	3.029	5.364
4	0.337	4.835	8.874
5	0.332	0.352	0.252
6	0.315	3.029	5.374
7	0.342	3.509	6.308
8	0.283	3.029	5.354
9	0.258	3.029	5.356
10	0.252	3.029	5.366
11	0.302	4.209	7.734
12	0.244	8.263	15.712
13	0.271	11.333	21.82
14	0.262	11.333	21.808
15	0.252	11.333	21.782
16	0.326	0.352	0.178
17	0.226	8.263	15.69
18	0.254	11.333	21.78
19	0.294	3.029	5.286
20	0.308	11.333	6.168

(2) Error Pada Lapisan ke-4

Lihat kembali gambar Gambar 4.2. Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-4, yaitu neuron 11 dan neuron 12 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_{15} = \varepsilon_{16} \dots$$

$$\varepsilon_{14} = \varepsilon_{16} \dots$$

$$\varepsilon_{13} = \varepsilon_{16} \dots$$

Disini ε_{15} dan ε_{14} dan ε_{13} bernilai sama dengan ε_{16} karena pada *Alur Mundur*, jaringan adaptif pada layer 4 bersifat tetap.

(3) Error Pada Lapisan ke-3

Lihat kembali gambar Gambar 4.2. Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-3, yaitu neuron 12, neuron 11 dan neuron 10 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_{12} = \varepsilon_{11} f_1 \dots$$

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_{12} f_2 \dots$$

$$\varepsilon_{10} = \varepsilon_{12} f_2 \dots$$

Nilai f_i seperti pada persamaan 4.9 sehingga nilai f_i disini adalah

$$f_i = (p_1 x + q_1 y + r_1) \dots$$

Jadi, persamaan baru ε_9 dan ε_{10} adalah :

$$\varepsilon_{12} = \varepsilon_{15} (p_1 x + q_1 y + r_1) \dots$$

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_{14} (p_2 x + q_2 y + r_2) \dots$$

$$\varepsilon_{10} = \varepsilon_{13} (p_2 x + q_2 y + r_2) \dots$$

Tabel 4.10 Hasil Error Pada Lapisan Ke-3

Data ke	Input						Hasil		
	ε_{15}	ε_{14}	ε_{13}	X_1	X_2	X_3	ε_{12}	ε_{11}	ε_{10}
1	21.814	21.814	21.814	30.3	10	36	15.157	17.269	17.269
2	10.554	10.554	10.554	25.2	10	33	5.92	7.623	7.623
3	5.364	5.364	5.364	22.4	10	33	1.526	3.13	3.13
4	8.874	8.874	8.874	30.1	11	33	4.569	6.204	6.204
5	0.252	0.252	0.252	30.5	11	30	-0.032	0.095	0.095
6	5.374	5.374	5.374	28.7	10	33	1.529	3.136	3.136
7	6.308	6.308	6.308	30.3	10	30	2.112	3.826	3.826
8	5.354	5.354	5.354	24.9	10	33	1.523	3.124	3.124
9	5.356	5.356	5.356	20.3	10	33	1.524	3.125	3.125
10	5.366	5.366	5.366	20.6	10	33	1.526	3.131	3.131
11	7.734	7.734	7.734	25.2	11	30	3.302	5.049	5.049
12	15.712	15.712	15.712	20.9	10	36	9.47	11.711	11.711
13	21.82	21.82	21.82	20.1	10	36	15.161	17.274	17.274
14	21.808	21.808	21.808	20.7	10	36	15.153	17.264	17.264
15	21.782	21.782	21.782	20.2	10	36	15.135	17.244	17.244
16	0.178	0.178	0.178	25.6	11	30	-0.022	0.067	0.067
17	15.69	15.69	15.69	19.2	10	36	9.456	11.695	11.695
18	21.78	21.78	21.78	20.8	10	36	15.134	17.242	17.242
19	5.286	5.286	5.286	25.2	10	33	1.504	3.084	3.084
20	6.168	6.168	6.168	25.9	10	33	2.323	3.884	3.884

(4) Error Pada Lapisan Ke-2

Lihat kembali gambar Gambar 4.2. Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-2, yaitu neuron 9, neuron 8 dan neuron 7 dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\varepsilon_7 = \left(\frac{w_3}{(w_1 + w_2 + w_3)^2} \right) (\varepsilon_{10} - \varepsilon_{11}) \dots$$

$$\varepsilon_8 = \left(\frac{w_2}{(w_1 + w_2 + w_3)^2} \right) (\varepsilon_{11} - \varepsilon_{12}) \dots$$

$$\varepsilon_9 = \left(\frac{w_1}{(w_1 + w_2 + w_3)^2} \right) (\varepsilon_{12} - \varepsilon_{10}) \dots$$

Tabel 4.11 Hasil Error Pada Lapisan Ke-2

Data ke	Input						Hasil		
	ε_{12}	ε_{11}	ε_{10}	W_1	W_2	W_3	ε_9	ε_8	ε_7
1	15.157	17.269	17.269	0.028	0.043	0.0070	10.0	10.0	119.869
2	5.92	7.623	7.623	0.058	0.057	0.011	20.0	20.0	25.282
3	1.526	3.13	3.13	0.056	0.095	0.019	30.0	30.0	32.058
4	4.569	6.204	6.204	0.065	0.062	0.012	40.0	40.0	43.853
5	-0.032	0.095	0.095	0.0090	0.322	0.081	50.0	50.0	50.045
6	1.529	3.136	3.136	0.056	0.095	0.019	60.0	60.0	62.062
7	2.112	3.826	3.826	0.041	0.094	0.024	70.0	70.0	73.632
8	1.523	3.124	3.124	0.056	0.095	0.019	80.0	80.0	82.054
9	1.524	3.125	3.125	0.056	0.095	0.019	90.0	90.0	92.054
10	1.526	3.131	3.131	0.056	0.095	0.019	100.0	100.0	102.058
11	3.302	5.049	5.049	0.05	0.078	0.02	110.0	110.0	114.61
12	9.47	11.711	11.711	0.038	0.049	0.0080	120.0	120.0	1210.381
13	15.161	17.274	17.274	0.028	0.043	0.0070	130.0	130.0	1319.875
14	15.153	17.264	17.264	0.028	0.043	0.0070	140.0	140.0	1419.863
15	15.135	17.244	17.244	0.028	0.043	0.0070	150.0	150.0	1519.84
16	-0.022	0.067	0.067	0.0090	0.322	0.081	160.0	160.0	160.032
17	9.456	11.695	11.695	0.038	0.049	0.0080	170.0	170.0	1710.367
18	15.134	17.242	17.242	0.028	0.043	0.0070	180.0	180.0	1819.838
19	1.504	3.084	3.084	0.056	0.095	0.019	190.0	190.0	192.028
20	2.323	3.884	3.884	0.028	0.043	0.0070	200.0	200.0	202.311

(5) Error Pada Lapisan ke-1

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_7 \mu_{A1}(x_2).....$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_8 \mu_{A2}(x_2).....$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_7 \mu_{B1}(x_2).....$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_8 \mu_{B2}(x_2).....$$

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_7 \mu_{D1}(x_2).....$$

$$\varepsilon_6 = \varepsilon_9 \mu_{D2}(x_2).....$$

Tabel 4.12 Hasil Error Pada Lapisan Ke-1

Data ke	Hasil					
	ε_1	ε_2	ε_3	ε_4	ε_5	ε_6
1	18.722	10.0	11.53	10.0	18.722	10.0
2	24.31	20.0	20.375	20.0	24.31	20.0
3	31.636	30.0	30.146	30.0	31.636	30.0
4	43.514	40.0	40.274	40.0	43.514	40.0
5	50.0080	50.0	50.0030	50.0	50.0080	50.0
6	61.639	60.0	60.146	60.0	61.639	60.0
7	72.887	70.0	70.236	70.0	72.887	70.0
8	81.633	80.0	80.146	80.0	81.633	80.0
9	91.633	90.0	90.146	90.0	91.633	90.0
10	101.636	100.0	100.146	100.0	101.636	100.0
11	114.467	110.0	110.3	110.0	114.467	110.0
12	126.312	120.0	120.799	120.0	126.312	120.0
13	138.725	130.0	131.53	130.0	138.725	130.0
14	148.72	140.0	141.529	140.0	148.72	140.0
15	158.71	150.0	151.528	150.0	158.71	150.0
16	160.0060	160.0	160.0020	160.0	160.0060	160.0
17	176.303	170.0	170.798	170.0	176.303	170.0
18	188.709	180.0	181.528	180.0	188.709	180.0
19	191.612	190.0	190.144	190.0	191.612	190.0
20	202.239	200.0	200.164	200.0	202.239	200.0

Selanjutnya, error tersebut kita gunakan untuk mencari informasi error terhadap parameter a (a_{11} dan a_{12} untuk A_1 dan A_2 ; a_{21} dan a_{22} untuk B_1 dan B_2), dan c (c_{11} dan c_{12} untuk A_1 dan A_2 ; c_{21} dan c_{22} untuk B_1 dan B_2) sebagai berikut :

$$\varepsilon_{a11} = (\varepsilon_3) \frac{2(x_1 - c_{11})^2}{a_{11}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}}\right)^2\right)^2 \dots}$$

$$\varepsilon_{a12} = (\varepsilon_4) \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{11}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{12}}\right)^2\right)^2 \dots}$$

$$\varepsilon_{a21} = (\varepsilon_5) \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^3 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}}\right)^2\right)^2 \dots}$$

$$\varepsilon_{a22} = (\varepsilon_6) \frac{2(x_2 - c_{22})^2}{a_{11}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{21}}{a_{11}}\right)^2\right)^2 \dots}$$

$$\varepsilon_{a11} = (\varepsilon_5) \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}}\right)^2\right)^2 \dots}$$

$$\varepsilon_{a12} = (\varepsilon_4) \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{12}}\right)^2\right)^2 \dots}$$

$$\varepsilon_{a21} = (\varepsilon_5) \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}}\right)^2\right)^2 \dots}$$

$$\varepsilon_{a22} = (\varepsilon_6) \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{22}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{22}}{a_{22}}\right)^2\right)^2 \dots}$$

Dari sini, kita dapat menentukan perubahan nilai parameter a_{ij} dan c_{ij} (Δa_{ij} dan Δc_{ij}) sebagai berikut :

$$\Delta a_{ij} = \mu \varepsilon a_{ij} x_i \text{ dan } \dots$$

$$\Delta c_{ij} = \mu \varepsilon c_{ij} x_i \dots \dots \dots$$

Sehingga nilai a_{ij} dan c_{ij} yang baru pada data ke-p adalah :

$$A_{ij} = a_{ij} (\text{lama}) + \Delta a_{ij} \text{ dan}$$

$$c_{ij} = c_{ij} (\text{lama}) + \Delta c_{ij} \text{ dan}$$

Setelah didapatkan a_{ij} dan c_{ij} yang baru, kemudian a_{ij} dan c_{ij} yang baru ini dihitung ulang untuk lapisan 1 lagi sampai lapisan 5 sehingga didapatkan nilai ANFIS baru setelah update *parameter premis*.

Selisih antara ANFIS sebelum di update dan ANFIS setelah di update dengan nilai a_{ij} dan c_{ij} yang baru ini menjadi error. Dan nilai error ini diambil dari nilai terkecil untuk mengetahui data seberapa yang akan disimulasikan. Simulasi ini akan mensimulasikan data dari penelitian dengan menampilkan pertumbuhan tanaman ketika jam kesekian, hari kesekian, serta jumlah daun yang ditampilkan.

Tabel 4.13 Selisih Error Jaringan

Data ke	Output Awal	Output Update	error
	$\sum \bar{w}_i f_i$	$\sum \bar{w}_i f_i$	
1	33.597	40.027	6.43
2	17.394	30.111	12.717
3	11.065	16.512	5.447
4	15.186	26.68	11.494
5	3.105	0.582	2.523
6	11.065	16.512	5.447
7	12.54	18.081	5.541
8	11.065	16.512	5.447
9	11.065	16.512	5.447
10	11.065	16.512	5.447
11	14.053	19.991	5.938
12	25.234	33.952	8.718
13	33.597	40.027	6.43
14	33.597	40.027	6.43
15	33.597	40.027	6.43
16	3.105	0.583	2.522
17	25.234	33.952	8.718
18	33.597	40.027	6.43
19	11.065	16.512	5.447
20	11.872	15.955	4.083

4.3 Implementasi Program

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

4.3.1 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 system operasi atau windows 8.
2. Instalasi JRE (Java Runtime Environment) minimal versi 1.4
3. Instalasi GroImp sebagai editor bahasa XL.

4.3.2 Pembuatan Program

Pembuatan program simulasi ini dilakukan sebanyak dua kali. Bagian pertama yaitu proses pembuatan program perhitungan ANFIS berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan pada Sub Bab 4.2 untuk Pengolahan Data. Bagian kedua yaitu proses pembuatan visualisasi output ANFIS yang berupa simulasi pertumbuhan tanaman kedelai. Berikut adalah potongan-potongan source code program GroIMP :

Proses visualisai tanaman kedelai ini dimulai dengan memasukan nilai dari input proses ANFIS. Berikut ini adalah potongan souce code untuk simulasi kedelai:

a) Source Code Untuk pembentukan Variabel dan Inisialisasi Simulasi

```
import java.text.DecimalFormat;
import java.text.DecimalFormatSymbols;
module batang(int panjang, int lnfb) extends F(0.001, 0.002)
{{ setShader(barkMat); }};
module Meristem(int panjang, int lnfb) extends Sphere(0.0005)
{{ setShader(GRAY); }};
// tangkai
module tangkai(int age, int lnfb) extends F(0.04, 0.002)
{{ setShader(barkMat); }};
module PetioleKecil (int age, int lnfb) extends F(0.05,
0.0017)
{{ setShader(barkMat); }};
const DatasetRef myLineChart = new DatasetRef("DATA-1-
TANAMAN");
module Dedaun(int age, int lnfb) extends
Parallelogram(0.4,0.3);
public int time;          // waktu = 1 jam
public int hari;
public static double daun;
public static double tinggi;
public int nleaves;       // jumlah total daun
const int PLASTOCHRON = 40; // jumlah waktu yg muncul sebelum
muncul 2 daun
const int MAX_GROWTHTIME_INTERNODE = 60; //pengaruh terhadap
tinggi batang
const int MAX_GROWTHTIME_LEAF = 96;          //pertumbuhan
daun bareng dengan batang
const float GROWTH_RATE_INTERNODE_LENGTH = 0.001;
const float GROWTH_RATE_INTERNODE_DIAMETER = 0.000004;
const float GROWTH_RATE_LEAF_SCALE = 0.0016;
const float[] MAX_GWROWTH_INTERNODE = {0.03, 0.05, tinggi};
const int Max_Lajupertumbuhan_daun = 60;
const float Tingkatpertumbuhan_skala_daun = 0.0016;
const float[] Max_pertumbuhan_daun = {0.016, 0.04, 0.03};
const float[] Max_pertumbuhan_skala_daun = {0.04, 0.09, 0.03};
```

Pembentukan Daun, Batang dan Tangkai dilakukan proses skinning yang digunakan untuk memasukan gambar asli atau visual asli daun, batang dan cabang pada komponen tanaman agar simulasi tanaman menyerupai dengan aslinya. Souce codenya sebagai berikut :

b) Source Code Untuk Mencari Nilai a_{11} dan c_{11}

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

Proses pengambilan gambar asli didapat dari memfoto tanaman penelitian dan diambil gambar daun dan cabang.



Gambar 4. 3 Morfologi Tanaman Kedelai (a)Batang dan (b)Daun

Setelah pembentukan variabel selesai maka dilakukan pembuatan inisialisasi simulasi tanaman yang ada di source code berikut :

c) Source Code Untuk Pembentukan Inisialisasi

```
protected void init() {
    myLineChart.clear().setColumnKey(0, "KEDELAI");
    chart(myLineChart, BAR_PLOT);
    myLineChart.setColumnLabel("Tinggi (cm)");
    myLineChart.setRowLabel("Minggu (ke)");
    ANFIS();
    hari=36;
    time = 727;
    nleaves = 0;
    [Axiom ==>Cylinder (0.1, 0.06 ).(setShader(BLACK))
    Meristem random(0, 0);]
}
```

Kemudian kita membentuk method untuk menumbuhkan batang, cabang dan daun. Source codenya sebagai berikut

d) Source Code Untuk Tambah Meristem dan Cabang

```
protected void tambahMeristem(){
    [m:Meristem ::> m[panjang]++;

    m:Meristem, (m[panjang] == PLASTOCHRON || m[lnfb] == 0) ==>
        batang(0, m[lnfb]+1) [
            RL(70) tangkai(0, m[lnfb]+0)
            { nbleaves ++; } RH(140) RU(random(-5,5))
        Meristem(0,m[lnfb]+1);
    ]
}
```

e) Source Code Untuk Tambah Batang

```
protected void tambahBatang(){
    // block for internode extension:
    [ i:batang ::>
        {
            int maturityclass = 0;
            int lpi = nbleaves - i[lnfb] - 1;    // leaf age
            if (lpi < 3)
                { maturityclass = 1; }
            else
            {
                if (i[lnfb] > 5 )
                    { maturityclass = 2; }
                else
                    { maturityclass = 3; }
            }
            if (i[panjang] < MAX_GROWTHTIME_INTERNODE && i[length]
            <= MAX_GWROWTH_INTERNODE[maturityclass-1]) {
                i[length] += GROWTH_RATE_INTERNODE_LENGTH; } //
            length growth during firs days
            i[diameter] += GROWTH_RATE_INTERNODE_DIAMETER;    //
            diameter growth always
            i[panjang]++; // age increment
        }
    ]
}
```


f) Source Code Untuk Tambah Daun menjadi 3 buah

```
//Source code ini dimasukan kedalam tambah meristem
RU(10) RH(10) RL(0)// daun ketiga
[ Dedaun(0, m[lafb]+0).(setShader(leafmat), setScale(0.1)) ]
RU(60) RH(10) RL(0)// daun kedua
[ Dedaun(0, m[lafb]+1).(setShader(leafmat), setScale(0.1))]
RU(240) RH(10) RL(0)// daun pertama
[ Dedaun(0, m[lafb]+1).(setShader(leafmat), setScale(0.1))]
```

g) Source Code Untuk Tambah Daun

```
protected void tambahDaun(){
// pertumbuhan daun:
[s:Dedaun, (s[age] < Max_Lajupertumbuhan_daun) ::> {
    s.setScale(s[scale] + Tingkatpertumbuhan_skala_daun);
    s[age]++;
}}
}
```

h) Source Code Untuk Menumbuhkan Simulasi Kedelai

```
public void tumbuh() {
    if(nbleaves<=daun) {
        tambahMeristem();
        tambahBatang();
        tambahDaun();
        time++;
        println("Jam ke:" + time);
        println("Hari ke:" + hari + "\n");

        for(int i=0; i<DATA_anorganik.length; i++)
        {
            myLineChart.addRow().(set(0, DATA_anorganik[i][0]));
        }
        // menampilkan jumlah hari
        if(time%25==0) {
            hari++;
            println("Hari ke:" + hari + "\n");
        }
    } else {println("Selesai");
    }
}
```

Setelah pembentukan Simulasi selesai maka dilanjutkan untuk pembentukan simulasi grafik dari data tanaman yang ada guna mengetahui perbandingan tanaman yang menggunakan pupuk organik cair dan pupuk urea.

i) Source Code Untuk Pembentukan variabel dan Inisial Grafik

```
import static Parameter.*;
const DatasetRef myLineChart = new DatasetRef("DATA-1-
TANAMAN");
const DatasetRef myChartXY = new DatasetRef("Scatter");
const DatasetRef myChartBAR = new DatasetRef("Bar");
const DatasetRef newLineChart = new DatasetRef("DATA-tan-
Organik");
const DatasetRef nepLineChart = new DatasetRef("DATA-tan-
Anorganik");
const DatasetRef neoLineChart = new DatasetRef("Organik-
Anorganik");
//const DatasetRef myChartHISTO = new DatasetRef("Histogram");
```

j) Source Code Untuk Memasukan Nilai pada Grafik

```
const float[][] DATA_perbandingan = {
{4.2,4.2},
{13.2,12.2},
{17.2,14.2},
{19.8,16.8},
{23.2,17.2},
{25.4,19.4},
{27.7,22.5}
};
```

k) Source Code Pembentukan Inisialisasi Grafik

```
protected void init () [
{
    // initialisation of the chart

    newLineChart.clear().setColumnKey(0,"Kedelai 1-Perlakuan 1").setColumnKey(1,"Kedelai 2-Perlakuan 2").setColumnKey(2,"Kedelai 3-Perlakuan 3").setColumnKey(3,"Kedelai 4-Perlakuan 4");
    nepLineChart.clear().setColumnKey(0,"Kedelai 1-Perlakuan 1").setColumnKey(1,"Kedelai 2-Perlakuan 2").setColumnKey(2,"Kedelai 3-Perlakuan 3").setColumnKey(3,"Kedelai 4-Perlakuan 4");
    neoLineChart.clear().setColumnKey(0,"Kedelai Anorganik").setColumnKey(1,"Kedelai Organik");
    //myChartHISTO.clear().setColumnKey(0,"Value");
    chart(neoLineChart, XY_PLOT);

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

}
```

Setelah selesai membentuk Visualisasi Simulasi Tanaman program anfis di implementasiakan kedalam program Simulasi Kedelai pada GroIMP, berikut adalah beberapa potongan source code Program ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System):

1) Source Code Untuk Input dan pemotongan Desimal

```
double[] x1 = {0.303, 0.252, 0.224, 0.301, 0.305, 0.287,
0.303, 0.249, 0.203, 0.206, 0.252, 0.209, 0.201, 0.207, 0.202,
0.256, 0.192, 0.208, 0.252, 0.259}; //inputan x1
double[] x2 = {0.10, 0.10, 0.10, 0.10, 0.11, 0.11, 0.10, 0.10, 0.10,
0.10, 0.10, 0.11, 0.10, 0.10, 0.10, 0.10, 0.11, 0.10, 0.10,
0.10, 0.10}; //inputan x2
double[] x3 = {0.36, 0.33, 0.33, 0.33, 0.30, 0.33, 0.30, 0.33,
0.33, 0.33, 0.30, 0.36, 0.36, 0.36, 0.36, 0.30, 0.36, 0.36,
0.33, 0.33};
double[] ot = {0.332, 0.287, 0.283, 0.337, 0.332, 0.315,
0.342, 0.283, 0.258, 0.252, 0.302, 0.244, 0.271, 0.262, 0.252,
0.326, 0.226, 0.254, 0.294, 0.308}; //target
int[] BDaun = {3, 33, 33, 33, 30, 33, 30, 33, 33, 33, 30, 36,
36, 36, 36, 30, 36, 36, 33, 33};
int[] Ccabang = {10, 10, 10, 11, 11, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 11,
10, 10, 10, 10, 11, 10, 10, 10, 10};
DecimalFormatSymbols symbols =
DecimalFormatSymbols.getInstance();
symbols.setDecimalSeparator('.');
DecimalFormat format = new DecimalFormat("#.#####",
symbols);
String ts;
```

m) Source Code Untuk Mencari Nilai a_{11} dan c_{11}

```

for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (x1[z] > x2[z] | x1[z] == x2[z]) {
        xTemp1++;
    }
}
tam1 = new double[xTemp1];
int l = 0;
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (x1[z] > x2[z] | x1[z] == x2[z]) {
        tam1[l] = x1[z];
//        print(tam1[l] + ",");
        l++;
    }
}
for (int i = 0; i < tam1.length; i++) {
    c11 += tam1[i] / tam1.length;
}
for (int i = 0; i < tam1.length; i++) {
    s = new double[tam1.length];
    s[i] = Math.pow((tam1[i] - c11), 2);
    temp1 += s[i];
}
a11 = Math.sqrt(temp1 / (tam1.length - 1));
ts = format.format(a11);
a11 = Double.parseDouble(ts);
ts = format.format(c11);
c11 = Double.parseDouble(ts);
//    println("1 = " + xTemp1);
if (xTemp1 == 0 | xTemp1 == 1) {
    double min1 = x1[0];
    double max1 = x1[0];
    for (int z = 0; z < panjang; z++) {
        .....
        .....
        .....
    }
}

```

n) Source Code Untuk Mencari Nilai a_{12} dan c_{12}

```

for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (x1[z] > x2[z]) {
        xTemp2++;
    }
}
tam2 = new double[xTemp2];
int m = 0;
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (x1[z] > x2[z]) {
        tam2[m] = x2[z];
//        print(tam2[m] + ",");
        m++;
    }
}
for (int i = 0; i < tam2.length; i++) {
    c12 += tam2[i] / tam2.length;
}
for (int i = 0; i < tam2.length; i++) {
    s = new double[tam2.length];
    s[i] = Math.pow((tam2[i] - c12), 2);
    temp2 += s[i];
}
a12 = Math.sqrt(temp2 / (tam2.length - 1));
ts = format.format(a12);
a12 = Double.parseDouble(ts);
ts = format.format(c12);
c12 = Double.parseDouble(ts);
//    println("2 = " + xTemp2);
if (xTemp2 == 0 | xTemp2 == 1) {
    double min2 = x2[0];
    double max2 = x2[0];
    for (int z = 0; z < panjang; z++) {
        .....
        .....
        .....
    }
}

```


o) Source Code Untuk Untuk Mencari Nilai a_{21} dan c_{21}

```

for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (x1[z] < x2[z]) {
        xTemp3++;
    }
}
tam3 = new double[xTemp3];
int n = 0;
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (x1[z] < x2[z]) {
        tam3[n] = x1[z];
//        print(tam3[n] + ",");
        n++;
    }
}
for (int i = 0; i < tam3.length; i++) {
    c21 += tam3[i] / tam3.length;
}
for (int i = 0; i < tam3.length; i++) {
    s = new double[tam3.length];
    s[i] = Math.pow((tam3[i] - c21), 2);
    temp3 += s[i];
}
a21 = Math.sqrt(temp3 / (tam3.length - 1));
ts = format.format(a21);
a21 = Double.parseDouble(ts);
ts = format.format(c21);
c21 = Double.parseDouble(ts);
//    println("3 = " + xTemp3);
if (xTemp3 == 0 | xTemp3 == 1) {
    double min1 = x1[0];
    double max1 = x1[0];
    for (int z = 0; z < panjang; z++) {
        .....
        .....
        .....
    }
}

```

p) Source Code Untuk Mencari Nilai a_{22} dan c_{22}

```

for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (x1[z] < x2[z] | x1[z] == x2[z]) {
        xTemp4++;
    }
}
tam4 = new double[xTemp4];
int o = 0;
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (x1[z] < x2[z] | x1[z] == x2[z]) {
        tam4[o] = x2[z];
//        print(tam4[o] + ",");
        o++;
    }
}
for (int i = 0; i < tam4.length; i++) {
    c22 += tam4[i] / tam4.length;
}
for (int i = 0; i < tam4.length; i++) {
    s = new double[tam4.length];
    s[i] = Math.pow((tam4[i] - c22), 2);
    temp4 += s[i];
}
a22 = Math.sqrt(temp4 / (tam4.length - 1));
ts = format.format(a22);
a22 = Double.parseDouble(ts);
ts = format.format(c22);
c22 = Double.parseDouble(ts);
//    println("4 = " + xTemp4);
if (xTemp4 == 0 | xTemp4 == 1) {
    double min2 = x2[0];
    double max2 = x2[0];
    for (int z = 0; z < panjang; z++) {
        .....
        .....
        .....
    }
}

```


r) Source Code Untuk Perhitungan ANFIS Lapisan 2

```
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    w1[z] = miu_A1x[z] * miu_B1x2[z];
    ts = format.format(w1[z]);
    w1[z] = Double.parseDouble(ts);
}
//      println();
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    w2[z] = miu_A2x[z] * miu_B2x2[z];
    ts = format.format(w2[z]);
    w2[z] = Double.parseDouble(ts);
}
```

s) Source Code Untuk Perhitungan ANFIS Lapisan 3

```
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    we1[z] = w1[z] / (w1[z] + w2[z]);
    ts = format.format(we1[z]);
    we1[z] = Double.parseDouble(ts);
}
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    we2[z] = w2[z] / (w1[z] + w2[z]);
    ts = format.format(we2[z]);
    we2[z] = Double.parseDouble(ts);
}
```

t) Source Code Untuk Mencari Parameter Konsequent p_i q_i r_i

```
double matrix[][] = {{we1[0], we1[6], we1[12], we2[0], we2[6],
we2[12]}, {we1[1], we1[7], we1[13], we2[1], we2[7],
we2[13]}, {we1[2], we1[8], we1[14], we2[2], we2[8],
we2[14]}, {we1[3], we1[9], we1[15], we2[3], we2[9],
we2[15]}, {we1[4], we1[10], we1[16], we2[4], we2[10],
we2[16]}, {we1[5], we1[11], we1[17], we2[5], we2[11],
we2[17]}, };
double transpose[][] = new
double[matrix.length][matrix.length];

for (int c = 0; c < matrix.length; c++) {
.....
.....
.....
```

```

    for (int i = 0; i < kali.length; i++) {
        for (int r = 0; r < matrix[0].length; r++) {
            for (int k = 0; k < matrix.length; k++) {
                kali[i][r] = kali[i][r] + transpose[i][k]
* matrix[k][r];
            }
            ts = format.format(kali[i][r]);
            kali[i][r] = Double.parseDouble(ts);
//            print(kali[i][r] + " ");
//        }
//        println();
    }
//invers
double P[][] = invert(kali);
for (int i = 0; i < kali.length; ++i) {
    for (int j = 0; j < kali[i].length; ++j) {
        ts = format.format(P[i][j]);
        P[i][j] = Double.parseDouble(ts);
//        print(P[i][j] + " ");
//        if (j == kali[i].length - 1) {
//            println();
//        }
    }
//    double matrix1[][] = {{ot[0], ot[1], ot[2], ot[3],
ot[4], ot[5]}};
    double[][] teta = new
double[matrix.length][matrix.length];
    for (int i = 0; i < teta.length; i++) {
        for (int r = 0; r < transpose[0].length; r++) {
            for (int k = 0; k < transpose.length; k++) {
                for (int e = 0; e < matrix1.length; e++) {
                    for (int f = 0; f < matrix1.length;
f++) {
                        teta[i][r] = teta[i][r] + P[i][k]
* transpose[k][r] * matrix1[e][f];
                    }
                }
            }
            ts = format.format(teta[i][r]);
            teta[i][r] = Double.parseDouble(ts);
//            .....
//            .....
//            .....

```

u) Source Code Untuk Perhitungan ANFIS Lapisan 4

```
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    weF1[z] = we1[z] * ((p1 * x1[z]) + (q1 * x2[z]) +
r1);
    ts = format.format(weF1[z]);
    weF1[z] = Double.parseDouble(ts);
    //    println("Data ke-" + (z + 1) + " = " + weF1[z]);
}
//    println();
//    println("weF2 = we2(p.x + q.y + r)");
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    weF2[z] = we2[z] * ((p2 * x1[z]) + (q2 * x2[z]) +
r2);
    ts = format.format(weF2[z]);
    weF2[z] = Double.parseDouble(ts);
    //    println("Data ke-" + (z + 1) + " = " + weF2[z]);
}
```

v) Source Code Untuk Perhitungan ANFIS Lapisan 5

```
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    anfis[z] = (weF1[z] + weF2[z]) / (w1[z] + w2[z]);
    ts = format.format(anfis[z]);
    anfis[z] = Double.parseDouble(ts);
    //    println("Data ke-" + (z + 1) + " = " +
anfis[z]);
}
```

Perhitungan ANFIS melawati 5 lapisan dan setelah dihitung dan diadapatkan hasil langkah selanjutnya dilanjutkan dengan metode pembelajaran untuk mengetahui parameter premis. Source codenya sebagai berikut :

w) Source Code Untuk Perhitungan Error Pada Lapisan ke 5

```
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    E13[z] = -2 * (ot[z] - anfis[z]);
    ts = format.format(E13[z]);
    E13[z] = Double.parseDouble(ts);
    //    println("Data ke-" + (z + 1) + " = " + E13[z]);
}
```


x) Source Code Untuk Perhitungan Error Pada Lapisan ke 4

```
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    E12[z] = E13[z];
    ts = format.format(E12[z]);
    E12[z] = Double.parseDouble(ts);
    //      println("Data ke-" + (z + 1) + " = " + E12[z]);
}
//      println();
.....
.....
.....
```

y) Source Code Untuk Perhitungan Error Pada Lapisan ke 3

```
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    E10[z] = E12[z] * ((p2 * x1[z]) + (q1 * x2[z]) +
r2);
    ts = format.format(E10[z]);
    E10[z] = Double.parseDouble(ts);
    //      println("Data ke-" + (z + 1) + " = " + E10[z]);
}
//      println();
.....
.....
.....
```

z) Source Code Untuk Perhitungan Error Pada Lapisan ke 2

```

for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    E8[z] = (w1[z] / Math.pow(w1[z] + w2[z], 2)) *
    (E10[z] - E9[z]);
    ts = format.format(E8[z]);
    E8[z] = Double.parseDouble(ts);
    //      println("Data ke-" + (z + 1) + " = " + E8[z]);
}
//      println();
//      println("E7 = (w2 / Math.pow(w1 + w2, 2)) * E9 -
E10");
.....
.....
.....

```

aa) Source Code Untuk Perhitungan Error Pada Lapisan ke 1

```

for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    E6[z] = E8[z] * miu_A2x[z];
    ts = format.format(E6[z]);
    E6[z] = Double.parseDouble(ts);
    //      println("Data ke-" + (z + 1) + " = " + E6[z]);
}
//      println("E5 = E7 * miu_A1x");
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    E5[z] = E7[z] * miu_A1x[z];
    ts = format.format(E5[z]);
    E5[z] = Double.parseDouble(ts);
    //      println("Data ke-" + (z + 1) + " = " + E5[z]);
}
//      println("E4 = E8 * miu_B2x2");
.....
.....
.....

```

```

bb) Source code untuk perhitungan propagasi Error mencari nilai ( $a_{11}$ ,  $c_{11}$  /  $a_{12}$ ,  $c_{12}$  dan  $a_{21}$ ,  $c_{21}$  dan  $a_{22}$ ,  $c_{22}$ )

for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    Ea11[z] = E3[z] * (2 * Math.pow(x1[z] - c11, 2)) /
    (Math.pow(a11, 3) * (Math.pow(1 + Math.pow((x1[z] - c11) /
a11, 2), 2)));
    ts = format.format(Ea11[z]);
    Ea11[z] = Double.parseDouble(ts);
}
(Math.pow(a12, 3) * (Math.pow(1 + (Math.pow((x1 - c12) /
a12), 2), 2))))");
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    Ea12[z] = E4[z] * (2 * Math.pow(x1[z] - c12, 2)) /
    (Math.pow(a12, 3) * (Math.pow(1 + Math.pow((x1[z] - c12) /
a12, 2), 2)));
    ts = format.format(Ea12[z]);
    Ea12[z] = Double.parseDouble(ts);
}
(Math.pow(a21, 3) * (Math.pow(1 + (Math.pow((x2 - c21) /
a21), 2), 2))))");
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    Ea21[z] = E5[z] * (2 * Math.pow(x2[z] - c21, 2)) /
    (Math.pow(a21, 3) * (Math.pow(1 + Math.pow((x2[z] - c21) /
a21, 2), 2)));
    ts = format.format(Ea21[z]);
    Ea21[z] = Double.parseDouble(ts);
}
.....
.....
.....
.....

```

cc) Source Code Untuk Perhitungan Perubahan Nilai Parameter a_{ij} dan c_{ij} (Δa_{ij} dan Δc_{ij})

```
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    deltaA11[z] = Ea11[z] * x1[z];
    ts = format.format(deltaA11[z]);
    deltaA11[z] = Double.parseDouble(ts);
    //      println("Data ke-" + (z + 1) + " = " +
    deltaA11[z]);
}
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    deltaA12[z] = Ea12[z] * x1[z];
    ts = format.format(deltaA12[z]);
    deltaA12[z] = Double.parseDouble(ts);
}
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    deltaA21[z] = Ea21[z] * x2[z];
    ts = format.format(deltaA21[z]);
    deltaA21[z] = Double.parseDouble(ts);
}
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    deltaA22[z] = Ea22[z] * x2[z];
    ts = format.format(deltaA22[z]);
    deltaA22[z] = Double.parseDouble(ts);
}
.....
.....
.....
```

dd) Source Code Untuk Perhitungan Nilai Parameter a_{ij} dan c_{ij} yang Baru

```

for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    A11[z] = a11 + deltaA11[z];
    ts = format.format(A11[z]);
    A11[z] = Double.parseDouble(ts);
}
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    A12[z] = a12 + deltaA12[z];
    ts = format.format(A12[z]);
    A12[z] = Double.parseDouble(ts);
}
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    A21[z] = a21 + deltaA21[z];
    ts = format.format(A21[z]);
    A21[z] = Double.parseDouble(ts);
}
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    A22[z] = a22 + deltaA22[z];
    ts = format.format(A22[z]);
    A22[z] = Double.parseDouble(ts);
}
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    C11[z] = c11 + deltaC11[z];
    ts = format.format(C11[z]);
    C11[z] = Double.parseDouble(ts);
}

```

.....

.....

.....

Kemudian nilai a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} , c_{11} , c_{12} , c_{21} dan c_{22} yang baru ini dihitung ulang menggunakan 5 perhitungan lapisan ANFIS lagi sehingga menghasilkan output ANFIS yang baru. Tahap selanjutnya adalah menghitung selisih error pada output ANFIS pertama dengan output ANFIS setelah di update. Berikut adalah source codenya :

ee) Source Code Untuk Perhitungan Output Jaringan

```
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    outJar1[z] = 1 / (1 + (Math.abs(Math.pow((x1[z] -
A11[z]) / C11[z], 2 * 1)))));
    ts = format.format(outJar1[z]);
    outJar1[z] = Double.parseDouble(ts);
    //      println("Data ke-" + (z + 1) + " = " +
outJar1[z]);
}
//      println();
//      println("OutputJaringan2");
.....
.....
.....
```

ff) Source Code Untuk Perhitungan Lapisan Anfis Baru

```
//      println("Anfis Lagi");
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    anfis_[z] = (weF1_[z] + weF2_[z]) / (w1_[z] +
w2_[z]);
    ts = format.format(anfis_[z]);
    anfis_[z] = Double.parseDouble(ts);
    //      println("Data ke-" + (z + 1) + " = " +
anfis_[z]);
}
```


gg) Source Code Untuk Perhitungan selisih output awal dan akhir

Yang terakhir, data hasil selisih error yang telah dihitung dicari yang memiliki nilai terkecil mendekati nol. Lalu hasil dari nilai terkecil tersebut digunakan untuk menangkap data penelitian ke beberapa yang akan disimulasikan berikut Source codenya :

```
for (int z = 1; z < panjang; z++) { // menginputkan tanaman
ke 0=16 1=1 2=2 3=3 4=4
    error[z] = Math.abs(anfis[z] - anfis_[z]);
    ts = format.format(error[z]);
    error[z] = Double.parseDouble(ts);
    //      println("Data ke-" + (z + 1) + " = " +
error[z]);
}
```

hh) Source Code Untuk Menangkap selisih error terkecil

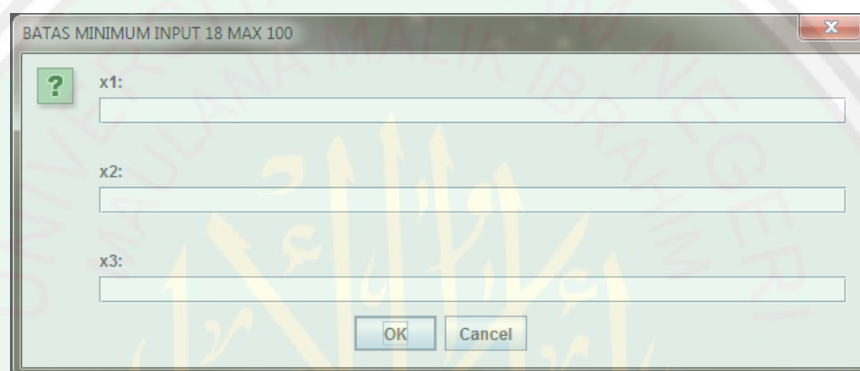
data hasil selisih error Output awal dan akhir yang telah dihitung dicari dan di dapat error terkecil. Lalu hasil dari nilai terkecil tersebut digunakan untuk simulasi tanaman kedelai.

```
//      println("Data yg akan dipakai :");
double min = error[0];
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (error[z] < min) {
        min = error[z];
    }
}
for (int z = 0; z < panjang; z++) {
    if (min == error[z]) {
        println("Tanaman ke-" + (z + 1)); //dimulai
dg + 0 yang berarti tanaman ke 15 dan - 0 =ke 1
        String st = Double.toString(min);
        if (st != null) {
            println("Tinggi Tanaman = " + ot[z] * 100
+ " cm");

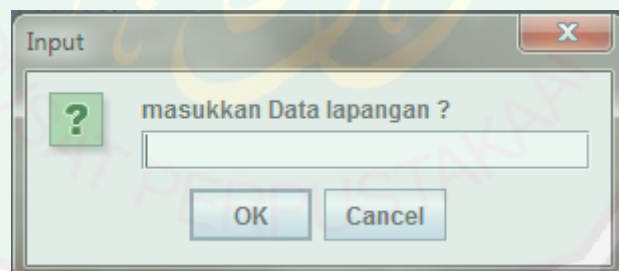
            println("Jumlah Daun = " + BDaun[z]);
            //println("Jumlah Daun = 15 ");
            tinggi = ot[z];
            daun = BDaun[z];
        }
    }
}
```

4.4 Hasil Program

Hasil program simulasi ini berupa tampilan simulasi 3D yang disertai dengan keterangan tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah daun, waktu, dan hari dan grafik pada setiap jalanya pertumbuhan. Berikut adalah gambar hasil program simulasi :



Gambar 4.4 Inputan simulasi

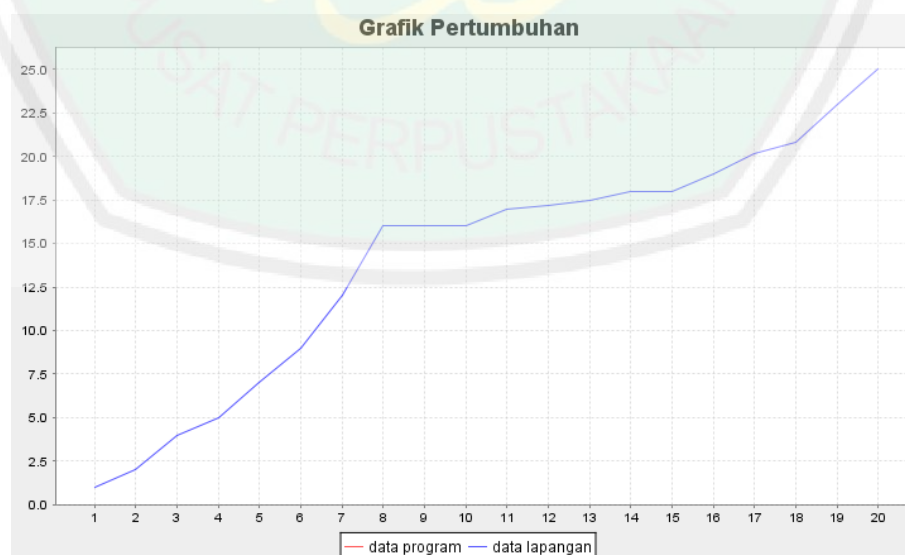


Gambar 4.5 Inputan data grafik



Gambar 4.6 Hasil Simulasi Tanaman

Dari hasil program tersebut akan disimulasikan data ke-1 dengan tinggi tanaman 33.2 cm, jumlah cabang sebanyak 4 dan jumlah daun sebanyak 12 buah pada pada saat jam ke 848 dengan hari ke 40. Gambar 4.7 grafik pertumbuhan :



Gambar 4.7 Hasil inputan Grafik pertumbuhan

4.5 Evaluasi Program

Untuk menguji keakuratan program perhitungan ANFIS dengan hasil perhitungan dilapangan. Maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut antara hasil model pertumbuhan tanaman kedelai dengan hasil penelitian dilapangan, jika hasil persentase error semakin kecil maka program simulasi tanaman ini dianggap baik.

Penelitian ini untuk satu kali pengambilan data terdapat 20 simulasi, sehingga dengan keseluruhan 2 kali pengambilan data maka keseluruhan simulasi adalah 40 kali. Untuk uji coba juga dilakukan 20 kali, sehingga dapat terlihat keseluruhan perbandingan antara data uji coba dan hasil simulasi yang akan dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 4.14 Perbandingan Data Hasil Simulasi dan Observasi Pada Data Terakhir
Tanaman Organik 3 cc/Liter Penyiraman Sore.

No.	Tinggi tanaman		Banyak daun		Banyak cabang	
	Hasil Observasi	Hasil Simulasi	Hasil Observasi	Hasil Simulasi	Hasil Observasi	Hasil Simulasi
1	33.2	28.2997	36	30.004	10	10
2	28.7	28.2997	33	30.004	10	10
3	28.3	28.2997	33	30.004	10	10
4	33.7	28.2997	33	30.004	11	10
5	33.2	28.2997	30	30.004	11	10
6	31.5	28.2997	33	30.004	10	10
7	34.2	28.2997	30	30.004	10	10
8	28.3	28.2997	33	30.004	10	10
9	25.8	28.2997	33	30.004	10	10
10	25.2	28.2997	33	30.004	10	10
11	30.2	28.2997	30	30.004	11	10

12	24.4	28.2997	36	30.004	10	10
13	27.1	28.2997	36	30.004	10	10
14	26.2	28.2997	36	30.004	10	10
15	25.2	28.2997	36	30.004	10	10
16	32.6	28.2997	30	30.004	11	10
17	22.6	28.2997	36	30.004	10	10
18	25.4	28.2997	36	30.004	10	10
19	29.4	28.2997	33	30.004	10	10
20	30.8	28.2997	33	30.004	10	10

Tabel 4.15 Perbandingan Data Hasil Simulasi dan Observasi Pada Data Terakhir
Tanaman Anorganik 2 gr/Liter Penyiraman Sore.

No.	Tinggi tanaman		Banyak cabang		Banyak daun	
	Hasil Observasi	Hasil Simulasi	Hasil Observasi	Hasil Simulasi	Hasil Observasi	Hasil Simulasi
1	42.6	39.2	12	11.0	36	33
2	38.2	39.2	11	11.0	33	33
3	34.7	39.2	11	11.0	33	33
4	39.8	39.2	11	11.0	33	33
5	22.6	39.2	10	11.0	30	33
6	34.2	39.2	11	11.0	33	33
7	35.5	39.2	10	11.0	30	33
8	35.2	39.2	11	11.0	33	33
9	35.1	39.2	11	11.0	33	33
10	34.6	39.2	11	11.0	33	33
11	34.2	39.2	10	11.0	30	33
12	40.7	39.2	12	11.0	36	33
13	42.3	39.2	12	11.0	36	33
14	42.9	39.2	12	11.0	36	33
15	44.2	39.2	12	11.0	36	33
16	26.3	39.2	10	11.0	30	33
17	41.8	39.2	12	11.0	36	33

18	44.3	39.2	12	11.0	36	33
19	38.6	39.2	11	11.0	33	33
20	39.2	39.2	11	11.0	33	33

Dari data di atas akan dihitung nilai error rate dengan rumus MAPE (The Mean Absolute Percentage Error) :

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

Dengan

N : Jumlah data

Y_t : Data lapangan ke-i

Y'_t : Data hasil perhitungan ANFIS ke-i

Tabel 4.16 Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Data Terakhir
Tanaman Organik 3 cc/Liter Penyiraman Sore.

No	Tinggi tanaman			No	Banyak Cabang			No	Banyak Daun		
	Y_t	Y'_t	$\frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$		Y_t	Y'_t	$\frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$		Y_t	Y'_t	$\frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$
1	33.2	28.29 97	0,1475993 98	1	10	10	0	1	36	30.00 4	0,1665555 56
2	28.7	28.29 97	0,0139477 35	2	10	10	0	2	33	30.00 4	0,0907878 79
3	28.3	28.29 97	1,06007E- 05	3	10	10	0	3	33	30.00 4	0,0907878 79
4	33.7	28.29 97	0,1602462 91	4	11	10	0,0909090 91	4	33	30.00 4	0,0907878 79
5	33.2	28.29 97	0,1475993 98	5	11	10	0,0909090 91	5	30	30.00 4	0,0001333 33
6	31.5	28.29 97	0,1015968 25	6	10	10	0	6	33	30.00 4	0,0907878 79
7	34.2	28.29 97	0,1725233 92	7	10	10	0	7	30	30.00 4	0,0001333 33

8	28.3	28.29 97	1,06007E-05	8	10	10	0	8	33	30.00 4	0,0907878 79
9	25.8	28.29 97	0,0968875 97	9	10	10	0	9	33	30.00 4	0,0907878 79
10	25.2	28.29 97	0,1230039 68	10	10	10	0	10	33	30.00 4	0,0907878 79
11	30.2	28.29 97	0,0629238 41	11	11	10	0,0909090 91	11	30	30.00 4	0,0001333 33
12	24.4	28.29 97	0,1598237 7	12	10	10	0	12	36	30.00 4	0,1665555 56
13	27.1	28.29 97	0,0442693 73	13	10	10	0	13	36	30.00 4	0,1665555 56
14	26.2	28.29 97	0,0801412 21	14	10	10	0	14	36	30.00 4	0,1665555 56
15	25.2	28.29 97	0,1230039 68	15	10	10	0	15	36	30.00 4	0,1665555 56
16	32.6	28.29 97	0,1319110 43	16	11	10	0,0909090 91	16	30	30.00 4	0,0001333 33
17	22.6	28.29 97	0,2521991 15	17	10	10	0	17	36	30.00 4	0,1665555 56
18	25.4	28.29 97	0,1141614 17	18	10	10	0	18	36	30.00 4	0,1665555 56
19	29.4	28.29 97	0,0374251 7	19	10	10	0	19	33	30.00 4	0,0907878 79
20	30.8	28.29 97	0,0811785 71	20	10	10	0	20	33	30.00 4	0,0907878 79
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,102523	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,018182	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,099176
Presentase			10,25%	Presentase			1,8182 %	Presentase			9,917 %
Rata-rata Presentase								7,3284 %			

Pada hasil perhitungan persentase error rate pada pengambilan data terakhir dan perlakuan pertama tanaman organik cair 3 cc/Liter pada penyiraman sore adalah 7,3284 %.

Tabel 4.17 Penjelasan Perhitungan Pada Perlakuan Data Terakhir

Tanaman Anorganik 2 cc/Liter Penyiraman Sore.

No	Tinggi tanaman			No	Banyak Cabang			No	Banyak Daun		
	Y_t	Y'_t	$\frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$		Y_t	Y'_t	$\frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$		Y_t	Y'_t	$\frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$
1	42.6	39.2	0,147599	1	12	11.0	0	1	36	33	0,166555
2	38.2	39.2	0,013947	2	11	11.0	0	2	33	33	0,090787
3	34.7	39.2	1,06007E-05	3	11	11.0	0	3	33	33	0,090787
4	39.8	39.2	0,160246	4	11	11.0	0,09091	4	33	33	0,090787
5	22.6	39.2	0,147599	5	10	11.0	0,09091	5	30	33	0,000133
6	34.2	39.2	0,101596	6	11	11.0	0	6	33	33	0,090787
7	35.5	39.2	0,172523	7	10	11.0	0	7	30	33	0,000133
8	35.2	39.2	1,06007E-05	8	11	11.0	0	8	33	33	0,090787
9	35.1	39.2	0,096887	9	11	11.0	0	9	33	33	0,090787
10	34.6	39.2	0,123003	10	11	11.0	0	10	33	33	0,090787
11	34.2	39.2	0,062923	11	10	11.0	0,09091	11	30	33	0,000133
12	40.7	39.2	0,159823	12	12	11.0	0	12	36	33	0,166555
13	42.3	39.2	0,044269	13	12	11.0	0	13	36	33	0,166555
14	42.9	39.2	0,080141	14	12	11.0	0	14	36	33	0,166555
15	44.2	39.2	0,123003	15	12	11.0	0	15	36	33	0,166555
16	26.3	39.2	0,131911	16	10	11.0	0,09091	16	30	33	0,000133
17	41.8	39.2	0,252199	17	12	11.0	0	17	36	33	0,166555
18	44.3	39.2	0,114167	18	12	11.0	0	18	36	33	0,166555
19	38.6	39.2	0,0374251	19	11	11.0	0	19	33	33	0,090787
20	39.2	39.2	0,0811785	20	11	11.0	0	20	33	33	0,090787
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,102523	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,0181	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,099176
Presentase			10,2523%	Presentase			1,8181%	Presentase			9,91756%
Rata-rata Presentase								7,329355 %			

Pada hasil akhir dari perhitungan persentase error rate pada pengambilan data terakhir dan perlakuan tanaman anorganik 2 gr/Liter penyiraman sore adalah 18,8 %. Serta untuk data yang lain menggunakan cara yang sama dengan perhitungan di atas.

4.6 Tinjauan Agama

Alam dunia serta seisinya adalah pemberian Allah SWT kepada semua makhluk ciptaanya dan kita manusia dibuat khusus dengan akal untuk berfikir, memiliki logika serta daya nalar tinggi serta dibekali ilmu pengetahuan. Dan di dalam Islam logika adalah salah satu aspek dari kebenaran. Kebenaran (al-Haq) adalah salah satu nama dari Nama-nama Allah. Penggunaan logika adalah seperti anak tangga dari sebuah tangga pengguan yang tepat dapat membatu manusia dari alam materialnya. Daya nalar adalah kemampuan bawaan dalam diri manusia yang meliputi logika dan dapat mengangkatnya dangan cepat ke atas. Akan tetapi penggunaan akal ini harus terbebas dari kehendak nafsu kebinatangan manusia, kecenderungan dunia material. Sebaliknya, daya nalar dapat ditumbangkan untuk memperoleh pembenaran palsu. Daya nalar dan ilmu pengetahuan harus dapat sejalan dengan serasi. orang yang tidak mempunyai daya nalar tidak akan sukses. Orang yang tidak mempunyai ilmu pengetahuan (yang benar) dan tidak mempunyai daya nalar (yang benar) tidak dapat diterima kecuali hanya sekedar mayat belaka.” (Al-Kafi, The Book of Reason and Ignorance). Ayat yang berkaitan dengan daya nalar yang tinggi namun harus tetap bertakwa kepada Allah adalah Surah Qs. Al-Hujaarat ayat 1:

يَتَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا لَا تُقَدِّمُوا بَيْنَ يَدَيِ اللَّهِ وَرَسُولِهِ ۖ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ

سَمِيعٌ عَلِيمٌ

Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu mendahului Allah dan Rasulnya dan bertakwalah kepada Allah. Sesungguhnya Allah Maha mendengar lagi Maha mengetahui. (Qs. Al-Hujaraat : 1)

Maksud dari ayat diatas adalah bagi orang-orang mukmin tidak boleh menetapkan sesuatu hukum, sebelum ada ketetapan dari Allah dan RasulNya. Walaupun demikian kita manusia diberikan suatu kebebasan dalam berlogika namun harus tetap pada jalannya karena jalan yang benar hanya jalan Allah SWT.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian hingga Hasil akhir didapat kesimpulan diantaranya :

1. Dari hasil observasi tanaman kedelai didapat tanaman dengan ciri-ciri etiolasi pada umur 10 hari hingga 28 hari dan dilakukan pemindahan tempat yang lebih lapang namun hasilnya tanaman masih tetap menunjukkan gejala karena pada umur tanaman harus sudah berbunga tapi masih belum berbunga.
2. Hasil pengukuran dengan Lux Meter didapat intensitas cahaya matahari rata-rata pada bulan Januari sebesar 230.61 cal/cm²/hari dan terendah 217.82 cal/cm²/hari. Keadaan iklim tersebut menunjukkan kondisi cuaca memungkinkan tanaman terkena etiolasi dan lingkungan yang tidak mendukung.
3. Pemberian pupuk Anorganik jenis Urea 2 gr/liter dapat meningkatkan tinggi tanaman, banyak cabang, banyak daun lebih cepat daripada menggunakan pupuk Organik Cair 3 cc/liter.
4. Waktu pemupukan mempengaruhi baik tidaknya pertumbuhan tanaman kedelai yang tercekam naungan, dilihat dari hasil pemupukan pada waktu sore hari lebih baik daripada pagi hari terhadap tinggi tanaman, banyak cabang, banyak daun dan diameter batang.

5. Pada program simulasi pertumbuhan kedelai metode ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) dapat menentukan tanaman mana yang paling baik dipilih dengan memilih error terkecil dengan rata-rata presentase akurasi tinggi tanaman dan jumlah daun dan jumlah cabang pada percobaan pertama sebesar 7,3284 % dan pada percobaan ke 2 sebesar 7,329354651 %.

5.2 Saran

1. Program ini masih sangat jauh dari sempurna. Karena masih belum bisa mensimulasikan sampai detail seperti waktu dan hari tanaman itu tumbuh. Sedangkan bagian seperti bunga, buah, akar belum bisa dimunculkan untuk mencapai hal itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut Sehingga perlu dilakukan perbaikan dan penambahan dan diharapkan hasil yang diperoleh juga maksimal.
2. Untuk pengembangan ke depan diharapkan simulasi ini dilengkapi dengan data-data yang lebih kompleks, tidak hanya tinggi tanaman, jumlah cabang daun, jumlah daun jam tumbuh, jumlah hari. Sehingga hasilnya benar-benar bisa menggambarkan proses pertumbuhan persis dengan tanaman aslinya.
3. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya pada tanaman kedelai yang ditanam pada musimnya. Pemberian pupuk organik belum bisa memenuhi kebutuhan N, P, K dari tanaman sehingga hasil pertumbuhan kurang maksimal, Harapan penulis, adanya penelitian lanjut tentang pemberian pupuk Organik agar didapat hasil yang lebih baik dan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

O. Kniemeyer, G.Buck-Sorlin, and W. Kurth. *A graph grammar approach to Artificial Life*. Artificial Life. 10 (4). (2004). 413-431

W. Kurth: *Introduction to rule-based programming, L-systems and XL*.

W. Kurth: *Basic examples in XL (part 1)*.

W. Kurth: *Basic examples in XL (part 2)*.

M. Henke: *A closer look at some examples from the grogra.de gallery*.

K. Smolenová, M. Henke and C. Ding: *GreenLab in XL – usage and more*.

M. Henke and K. Smolenová: *Component-based modelling within GroIMP*.

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

Chuldi, M. Prasetya. 2012. *Simulasi pertumbuhan tanaman krisan pada pemberian dosis pupuk urea dan penyiraman menggunakan ANFIS berbasis xl system*. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.

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.

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

Kusumadewi, Sri dan Hartati, Sri. 2010. *Neuro-Fuzzy, Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta:Graha Ilmu.

Shing, J; Jang, R.; 1993; *ANFIS : Adaptive-Neuro-Based Fuzzy*.

Jang, JSR;Sun, CT; dan Mizutani, E. 1997;*Neuro-Fuzzy and soft Computing*, London: Prentice-Hall.

Suriadikarta, Didi Ardi., Simanungkalit, R.D.M. (2006).*Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Jawa Barat:Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Hal 2. ISBN 978-979-9474-57-5.

Parnata, Ayub.S. (2004).*Pupuk Organik Cair*. Jakarta:PT Agromedia Pustaka. Hal 15-18.

Fariza Arna, Helen Afrida, dan Rasyid Annisa. 2007. *Performansi Neuro Fuzzy Untuk Peramalan Data Time Series*. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Iswara, Padjar (19 March 2010). "Kedelai Setelah Satu Dekade"

Al-Qur'an dan Terjemahannya. Jakarta: Maghfirah Pustaka.

Risnawati. 2010. *Pengaruh pemberian pupuk urea dan beberapa formula pupuk hayati rhizobium terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di tanah masam ultisol*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.

Lingga dan Marsono. 2009. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Sjamsudin, Wahid. 2010. *Function Structure Plant Models Pertumbuhan Tanaman Chrysantemum Puma Putih Terhadap Pemberian Pupuk Urea Dengan Menggunakan Metode XI-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.

Hidayat, O. D. 1985. *Morfologi Tanaman Kedelai*. Hal 73-86. Dalam S. Somaatmadja et al. (Eds.). Puslitbangtan. Bogor.

Sumarno dan Harnoto. 1983. *Kedelai dan cara bercocok tanamnya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Buletin Teknik 6:53 hal.

<http://journal.uii.ac.id/index.php/Snati/article/viewFile/1680/1462>, diakses 23 Oktober 2012 pukul 13.20.

<http://rusya.wordpress.com/2012/08/31/aql-letak-akal-dalam-pandangan-islam>, diakses 28 Maret 2013 pukul 01.56.

<http://www.scribd.com/doc/16649099/AyatAyat-Al-Quran-tentang-Akal>, diakses 28 Maret 2013 pukul 01.50.



LAMPIRAN

1. Hasil Observasi

1.1 Minggu Pertama

1.1.1 Pengambilan Data Pertama Menggunakan Pupuk Organik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 3 cc/liter Pupuk ORGANIK
2. Penyiraman Setiap Sore

13 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	15:03	0.20	15.2	9.2	6	1.3	1.5	2
2	15:04	0.10	13.2	12	6	0.9	1.3	2
3	15:06	0.10	8.6	7.5	6	1.2	1.5	2
4	15:07	0.20	15.3	9.9	6	1.2	1.6	2
5	15:08	0.10	10.0	9.5	6	1.3	1.5	2
6	15:10	0.20	12.3	11	6	1.5	1.6	2
7	15:11	0.15	7.5	6.0	6	1.2	1.5	2
8	15:12	0.10	8.5	7.5	6	1.3	1.5	2
9	15:13	0.10	6.7	5.5	6	1.2	1.3	2
10	15:14	0.10	6.9	5.2	6	1.6	1.7	2
11	15:15	0.10	3.0	2.5	6	1.1	1.2	2
12	15:16	0.15	15.4	9.8	6	1.2	1.6	2
13	15:19	0.15	9.2	7.0	6	1.2	1.5	2
14	15:20	0.15	13.7	9.0	6	1.3	1.5	2
15	15:21	0.15	15.2	9.5	6	1.2	1.3	2
16	15:22	0.15	3.2	3.0	6	1.6	1.7	2
17	15:23	0.20	12.3	8.2	6	1.1	1.2	2
18	15:24	0.10	12.2	7.2	6	1.2	1.6	2
19	15:25	0.10	7.9	6.0	6	1.5	1.8	2
20	15:26	0.20	8.2	5.0	6	1.8	1.8	2

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 3 cc/liter Pupuk ORGANIK

2. Penyiraman Setiap Pagi

13 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	15:28	0.10	11.3	9.0	6	1.5	1.5	2
2	15:30	0.20	9.0	7.0	6	1.5	1.5	2
3	15:32	0.20	5.0	4.0	6	1.0	1.9	2
4	15:34	0.10	6.3	4.0	6	1.2	1.5	2
5	15:35	0.10	10.0	9.5	6	1.3	1.5	2
6	15:36	0.20	12.3	11	6	1.5	1.6	2
7	15:38	0.15	7.5	6.0	6	1.2	1.5	2
8	15:39	0.10	8.5	7.5	6	1.3	1.5	2
9	15:40	0.10	6.7	5.5	6	1.2	1.3	2
10	15:44	0.10	6.9	5.2	6	1.6	1.7	2
11	15:32	0.20	5.0	4.0	6	1.0	1.9	2
12	15:34	0.10	6.3	4.0	6	1.2	1.5	2
13	15:35	0.10	10.0	9.5	6	1.3	1.5	2
14	15:36	0.20	12.3	11	6	1.5	1.6	2
15	15:38	0.15	7.5	6.0	6	1.2	1.5	2
16	15:39	0.10	8.5	7.5	6	1.3	1.5	2
17	15:40	0.10	6.7	5.5	6	1.2	1.3	2
18	15:44	0.10	6.9	5.2	6	1.6	1.7	2
19	15:45	0.10	11.3	9.0	6	1.5	1.5	2
20	15:46	0.20	9.0	7.0	6	1.5	1.5	2

1.1.1 Pengambilan Data Pertama Menggunakan Pupuk Anorganik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

13 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	15:50	0.10	4.0	3.0	6	1.5	1.9	2
2	15:51	0.10	11.3	7.0	6	1.5	2.0	2
3	15:52	0.15	13.7	8.0	6	1.7	1.9	2
4	15:53	0.15	13.9	9.0	6	1.5	1.9	2
5	15:54	0.15	13.0	7.0	6	1.3	1.5	2
6	15:55	0.10	11.2	10	6	1.3	1.8	2
7	15:56	0.10	13.9	12	6	1.3	1.8	2
8	15:58	0.10	10	9	6	1.2	1.5	2
9	15:59	0.10	2.3	2.0	6	1.3	1.5	2
10	16:00	0.15	13.5	12	6	1.3	1.8	2
11	16:01	0.15	12.5	10	6	1.2	1.5	2
12	16:02	0.20	18.2	12	6	1.3	1.2	2
13	16:03	0.10	3.0	2	6	1.2	1.8	2
14	16:04	0.10	5.0	3	6	1.7	2.0	2
15	16:05	0.10	13.3	10	6	1.1	1.3	2
16	16:06	0.10	15.0	11	6	1.5	1.5	2
17	16:07	0.10	3.0	2.5	6	1.1	1.2	2
18	16:08	0.15	15.4	9.8	6	1.2	1.6	2
19	16:09	0.15	13.7	8.0	6	1.7	1.9	2
20	16:10	0.15	13.9	9.0	6	1.5	1.9	2

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Pagi

13 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	16:11	0.20	15.2	9.2	6	1.3	1.5	2
2	16:12	0.10	13.2	12	6	0.9	1.3	2
3	16:13	0.10	8.6	7.5	6	1.2	1.5	2
4	16:14	0.20	15.3	9.9	6	1.2	1.6	2
5	16:15	0.10	10.0	9.5	6	1.3	1.5	2
6	16:16	0.20	12.3	11	6	1.5	1.6	2
7	16:17	0.15	7.5	6.0	6	1.2	1.5	2
8	16:18	0.10	8.5	7.5	6	1.3	1.5	2
9	16:19	0.10	6.7	5.5	6	1.2	1.3	2
10	16:20	0.10	6.9	5.2	6	1.6	1.7	2
11	16:11	0.20	15.2	9.2	6	1.3	1.5	2
12	16:12	0.10	13.2	12	6	0.9	1.3	2
13	16:13	0.10	8.6	7.5	6	1.2	1.5	2
14	16:14	0.20	15.3	9.9	6	1.2	1.6	2
15	16:15	0.10	10.0	9.5	6	1.3	1.5	2
16	16:16	0.20	12.3	11	6	1.5	1.6	2
17	16:17	0.15	7.5	6.0	6	1.2	1.5	2
18	16:18	0.10	8.5	7.5	6	1.3	1.5	2
19	16:19	0.10	6.7	5.5	6	1.2	1.3	2
20	16:20	0.10	6.9	5.2	6	1.6	1.7	2

1.2 Minggu Kedua

1.2.1 Pengambilan Data Kedua Menggunakan Pupuk Organik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 3 cc/liter Pupuk ORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

20 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	07:30	0.20	18.1	15	9	2.5	2.7	3
2	07:31	0.20	17.2	14	9	2.3	2.5	3
3	07:34	0.15	16.2	14	6	2.5	2.7	2
4	07:37	0.20	19.0	16	9	2.2	2.1	3
5	07:40	0.15	12.0	10	9	2.0	2.2	3
6	07:42	0.20	17.5	16	9	2.3	2.3	3
7	07:43	0.20	16.8	14	9	2.3	2.7	3
8	07:45	0.10	12.3	10	6	2.2	2.5	2
9	07:48	0.10	14.4	12	6	2.0	2.2	2
10	07:50	0.10	12.2	9	6	2.4	2.7	2
11	07:51	0.10	3.6	2	6	1.1	1.4	2
12	07:54	0.20	19.9	17	9	2.2	2.8	3
13	07:55	0.20	16.4	14	9	2.2	2.5	3
14	07:56	0.20	20.7	18	9	2.2	2.5	3
15	07:57	0.20	21.3	18	9	2.0	2.5	3
16	07:59	0.15	4.1	3	6	1.2	2.0	2
17	08:02	0.25	19.6	16	9	2.2	2.4	3
18	08:05	0.20	19.7	18	9	2.2	2.0	3
19	08:06	0.10	14.28	12	6	1.8	2.0	2
20	08:08	0.20	16.7	13	9	2.2	2.0	3

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ORGANIK

2. Penyiraman Setiap Pagi

20 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	08:10	0.2	19.2	17	9	2.1	2.2	3
2	08:11	0.3	17.48	14	6	2.5	2.2	2
3	08:12	0.25	7.3	4	6	1.8	2.4	2
4	08:13	0.2	9.5	7	6	1.8	2.0	2
5	08:13	0.1	10.0	9.5	9	1.3	2.5	3
6	08:14	0.2	12.3	10.1	9	2.5	2.6	3
7	08:15	0.20	13.5	10.0	6	2.2	2.5	2
8	08:16	0.15	12.5	10.5	6	2.3	2.5	2
9	08:17	0.20	11.7	9.5	6	2.2	1.3	2
10	08:18	0.15	10.9	9.2	6	2.6	2.7	2
11	07:51	0.10	3.6	2	6	1.1	1.4	2
12	07:54	0.20	19.9	17	9	2.2	2.8	3
13	07:55	0.20	16.4	14	9	2.2	2.5	3
14	07:56	0.20	20.7	18	9	2.2	2.5	3
15	07:57	0.20	21.3	18	9	2.0	2.5	3
16	07:59	0.15	4.1	3	6	1.2	2.0	2
17	08:02	0.25	19.6	16	9	2.2	2.4	3
18	08:05	0.20	19.7	18	9	2.2	2.0	3
19	08:06	0.10	14.28	12	6	1.8	2.0	2
20	08:08	0.20	16.7	13	9	2.2	2.0	3

1.2.2 Pengambilan Data Kedua Menggunakan Pupuk Anorganik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

20 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	08:20	0.10	6.2	3	6	2.4	2.8	2
2	08:22	0.15	17.8	14	9	2	2.4	3
3	08:23	0.20	19.3	17	9	2.4	2.8	3
4	08:26	0.20	19.9	17	9	2.5	2.6	3
5	08:27	0.20	20	17	9	2.2	2.6	3
6	08:28	0.20	14.7	12	9	2.6	2.6	3
7	08:29	0.20	20	18	9	2.0	2.2	3
8	08:32	0.20	16	14	9	2.4	2.7	3
9	08:33	0.10	4.2	3	6	2.2	2.6	2
10	08:34	0.20	17.2	14	9	2.4	2.8	3
11	08:35	0.20	20.6	18	9	2.2	2.5	3
12	08:36	0.25	20.1	16	9	2.1	2.3	3
13	08:37	0.15	3.7	2	6	2.8	2.8	2
14	08:39	0.15	6.1	3.9	9	2.3	2.9	3
15	08:42	0.20	17.8	14	9	2.5	2.6	3
16	08:45	0.20	18.1	15	9	2.2	2.6	3
17	08:47	0.15	10.2	2.5	9	2.6	2.6	3
18	08:49	0.18	19.4	15.8	9	2.0	2.2	3
19	08:49	0.20	15.6	13	9	2.4	2.7	3
20	08:50	0.20	15.7	13	9	2.2	2.6	3

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Pagi

20 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	08:51	0.22	17.2	15.2	9	1.3	1.5	3
2	08:52	0.15	16.2	14	9	0.9	1.3	3
3	08:53	0.13	10.6	9.5	6	1.2	1.5	2
4	08:57	0.20	16.3	15.9	9	1.2	1.6	3
5	08:59	0.13	12.0	10.5	6	1.3	1.5	2
6	09:00	0.22	14.3	13	9	1.5	1.6	3
7	09:01	0.15	10.5	9.0	6	1.2	1.5	2
8	09:02	0.15	13.5	9.5	9	1.3	1.5	3
9	09:03	0.15	12.7	10.5	6	1.2	1.3	2
10	09:04	0.10	11.9	9.2	6	1.6	1.7	2
11	08:35	0.20	20.6	18	9	2.2	2.5	3
12	08:36	0.25	20.1	16	9	2.1	2.3	3
13	08:37	0.15	3.7	2	6	2.8	2.8	2
14	08:39	0.15	6.1	3.9	9	2.3	2.9	3
15	08:42	0.20	17.8	14	9	2.5	2.6	3
16	08:45	0.20	18.1	15	9	2.2	2.6	3
17	08:47	0.15	10.2	2.5	9	2.6	2.6	3
18	08:49	0.18	19.4	15.8	9	2.0	2.2	3
19	08:49	0.20	15.6	13	9	2.4	2.7	3
20	08:50	0.20	15.7	13	9	2.2	2.6	3

1.3 Minggu Ketiga

1.3.1 Pengambilan Data Ketiga Menggunakan Pupuk Organik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 3 cc/liter Pupuk ORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

27 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	15:60	0.20	20.3	18	12	2.7	2.9	4
2	16:00	0.20	19.8	16	12	2.7	2.6	4
3	16:01	0.30	20.9	17	9	2.9	3	3
4	16:02	0.20	22.2	18	12	2.3	2.3	4
5	16:03	0.20	16.2	14	12	2.3	2.5	4
6	16:05	0.25	20.5	19	12	2.4	2.6	4
7	16:06	0.20	20.0	18	12	2.5	2.7	4
8	16:06	0.20	17.6	16	9	2.3	2.5	3
9	16:07	0.20	17.9	15	9	2.5	2.7	3
10	16:07	0.20	15.8	13	9	2.2	2.1	3
11	16:08	0.20	5.3	4.8	9	2.0	2.2	3
12	16:09	0.20	22.1	18	12	2.3	2.3	4
13	16:09	0.25	20.9	18	12	2.6	2.7	4
14	16:11	0.25	23.8	19	12	2.5	2.7	4
15	16:12	0.25	24.1	20	12	2.3	2.7	4
16	16:14	0.25	6.5	3	9	1.4	2.3	3
17	16:16	0.30	23.5	20	12	2.4	2.8	4
18	16:17	0.25	24.7	21	12	2.5	2.5	4
19	16:18	0.10	16.4	14	9	2.0	2.4	3
20	16:20	0.20	20.8	18	12	2.6	2.7	4

1.3.2 Pengambilan Data Ketiga Menggunakan Pupuk Anorganik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

27 Januari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	16:30	0.30	10.8	8	9	2.8	3.1	3
2	16:31	0.30	24.4	20	12	2.2	2.5	4
3	16:33	0.30	27.6	22	12	2.8	3.2	4
4	16:34	0.30	24.6	20	12	2.7	2.8	4
5	16:35	0.25	24.7	19	12	2.4	2.7	4
6	16:36	0.20	18.9	16	12	2.8	2.8	4
7	16:38	0.25	23.2	18	12	2.1	2.4	4
8	16:40	0.25	21.5	17	12	2.8	3.0	4
9	16:42	0.20	8.9	7	9	2.6	3.2	3
10	16:43	0.20	20.6	18	12	2.8	3.2	4
11	16:44	0.25	24.6	20	12	2.4	2.7	4
12	16:46	0.30	27.2	24	12	2.5	2.4	4
13	16:47	0.10	9.7	7	9	3.2	3.6	3
14	16:48	0.10	10.7	8	12	2.8	3.2	4
15	16:50	0.20	20.8	19	12	2.0	2.0	4
16	16:52	0.25	22.5	20	12	1.9	2.3	4
17	16:15	0.10	15.0	12.5	12	1.1	1.2	4
18	16:16	0.15	23.4	19.8	12	1.2	1.6	4
19	16:17	0.25	19.6	17	12	2.4	2.7	4
20	16:18	0.20	20.3	18	12	2.8	2.8	4

1.4 Minggu Keempat

1.4.1 Pengambilan Data Keempat Menggunakan Pupuk Organik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 3 cc/liter Pupuk ORGANIK
2. Penyiraman Setiap Sore

3 Februari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	09:00	0.25	24.3	20.2	15	2.5	3	5
2	09:01	0.25	23.2	19.7	15	2.5	3.5	5
3	09:03	0.35	22.4	18.5	12	2.3	2.5	4
4	09:04	0.25	24.2	20.5	15	1.5	2	5
5	09:05	0.25	19.3	15.0	15	2.0	2.0	5
6	09:08	0.25	23.6	20.5	15	1.5	2.0	5
7	09:09	0.20	21.3	18.4	15	2.5	3	5
8	09:10	0.20	18.2	14.7	12	3.0	4.0	4
9	09:11	0.25	18.3	15.2	12	2.7	3	4
10	09:12	0.20	17.2	13.6	12	2.2	3.5	4
11	09:13	0.20	4.2	3.1	15	2.8	2.8	4
12	09:14	0.25	23.2	20.2	15	2.0	2.7	5
13	09:15	0.25	22.8	19.2	15	1	1.5	5
14	09:16	0.25	24.5	20.5	15	1.5	2	5
15	09:18	0.30	27.3	22.5	12	1.3	1.5	5
16	09:19	0.25	7.2	5	12	1.9	1.9	4
17	09:20	0.30	25.2	20.1	15	1	2.0	5
18	09:21	0.20	25.9	20.2	15	1.5	2.5	5
19	09:22	0.10	17.2	15	12	1.8	2.0	4
20	09:23	0.25	22.3	19	15	2.2	2.0	5

1.4.2 Pengambilan Data Keempat Menggunakan Pupuk Anorganik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

3 Februari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	09:32	0.32	23.2	20	12	2.0	3.0	4
2	09:33	0.25	19.2	17	15	1.0	1.5	5
3	09:35	0.25	22.8	19	15	2.0	2.7	5
4	09:37	0.25	23.2	18	15	1	1.5	5
5	09:38	0.15	13.2	9	15	1.5	2.3	5
6	09:40	0.20	6.0	5	15	1.5	2.2	5
7	09:42	0.25	23.4	22	15	1.0	2.0	5
8	09:45	0.20	26.8	21	15	1.5	2.0	5
9	09:46	0.25	19.0	17	12	2.0	3.0	4
10	09:47	0.25	23.3	19	15	3.2	4.0	5
11	09:48	0.27	25.3	20	15	1.5	2.5	5
12	09:50	0.30	28.2	24	15	1.4	1.8	5
13	09:52	0.20	10.2	6	12	2.8	3.5	4
14	09:53	0.20	9.9	9	15	2.5	3.2	5
15	09:54	0.25	22.3	20	15	2.2	3.5	5
16	09:55	0.27	25.8	21	15	2.0	3.0	5
17	09:56	0.15	19.0	2.5	15	1.1	1.2	5
18	09:57	0.20	25.4	9.8	15	1.2	1.6	5
19	09:58	0.25	23.3	20	15	1.5	2.0	5
20	09:59	0.23	23.6	21	15	2.0	3.0	5

1.5 Minggu Kelima

1.5.1 Pengambilan Data Kelima Menggunakan Pupuk Organik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 3 cc/liter Pupuk ORGANIK
2. Penyiraman Setiap Sore

10 Februari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	08:57	0.25	25.7	19.5	18	2.8	4	6
2	08:58	0.30	20.9	18.5	18	3.4	3.9	6
3	08:59	0.35	21.8	17.0	15	2.1	2.2	5
4	08:60	0.25	23.1	19.0	18	1.8	2.5	6
5	09:02	0.25	17.8	14.5	18	1.9	2.5	6
6	09:03	0.30	22.3	18.3	18	1.8	2.5	6
7	09:04	0.25	22.2	19	18	2.3	3	6
8	09:05	0.30	19.5	16	15	3.1	4.1	5
9	09:06	0.25	19.2	16.4	15	2.3	3.0	5
10	09:08	0.25	18.9	15	15	2.1	4	5
11	09:10	0.25	6.2	3.5	15	2.3	2.5	5
12	09:11	0.25	25.4	20.7	18	1.9	2.4	6
13	09:12	0.30	23.9	20	18	1.9	2.5	6
14	09:13	0.30	25.0	21	18	1.8	2.5	6
15	09:14	0.30	28.5	23	18	2.3	3	6
16	09:16	0.25	8.0	6	15	3.1	4.1	5
17	09:17	0.30	26.5	22	18	2.3	3.0	6
18	09:18	0.30	27.1	21	18	3.1	4.1	6
19	09:19	0.15	18.0	17	15	2.3	3.0	5
20	09:22	0.20	23.2	20	18	2.1	4	6

1.5.2 Pengambilan Data Kelima Menggunakan Pupuk Anorganik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

10 Februari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	09:28	0.35	24.5	21	15	3.1	4.1	5
2	09:30	0.30	20.6	18	18	2.3	3.0	6
3	09:32	0.25	23.4	20	18	2.1	4	6
4	09:33	0.25	24.2	20	18	2.3	2.5	6
5	09:34	0.20	14.5	13	18	1.9	2.4	6
6	09:35	0.20	7.2	6	18	1.9	2.5	6
7	09:36	0.20	25.7	22	18	1.8	2.5	6
8	09:38	0.20	27.2	25	18	2.3	3	6
9	09:39	0.25	21.5	18.0	15	3.1	4.1	5
10	09:40	0.20	25.6	24.6	18	3.1	4.1	6
11	09:42	0.25	26.3	24	18	2.3	3.0	6
12	09:42	0.30	29.3	26	18	2.1	4	6
13	09:43	0.15	12.7	10	15	2.3	2.5	5
14	09:44	0.20	13.5	10	18	1.9	2.4	6
15	09:45	0.25	24.2	21	18	1.9	2.5	6
16	09:50	0.30	27.5	25	18	1.8	2.5	6
17	09:51	0.18	24.0	20.5	18	1.1	1.2	6
18	09:52	0.25	28.4	25.8	18	1.2	1.6	6
19	09:53	0.27	26.3	24	18	1.9	2.5	6
20	09:54	0.25	26.4	24	18	3.1	4.1	6

1.6 Minggu Keenam

1.6.1 Pengambilan Data Keenam Menggunakan Pupuk Organik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 3 cc/liter Pupuk ORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

17 Februari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	08:03	0.30	28	20	21	3.3	3.5	7
2	08:04	0.30	23.1	19	21	3.9	3.3	7
3	08:06	0.35	23.8	18	18	3.2	3.5	6
4	08:08	0.30	25.3	20	21	3.2	3.6	7
5	08:09	0.30	19.7	15	21	3.3	3.5	7
6	08:10	0.30	25.4	19	21	1.5	1.6	7
7	08:12	0.30	23.5	20	21	3.2	3.5	7
8	08:13	0.30	21.8	17	18	3.3	3.5	6
9	08:14	0.20	21.5	17	18	1.2	1.3	6
10	08:15	0.25	20.2	16	18	2.6	2.7	6
11	08:16	0.30	7.8	4	18	2.1	2.2	6
12	08:17	0.30	26.3	21	21	2.2	2.6	7
13	08:20	0.30	25.4	21	21	2.2	2.5	7
14	08:21	0.30	27.5	23	21	1.3	1.5	7
15	08:22	0.30	30.8	24	21	2.2	2.3	7
16	08:23	0.25	10.2	7	18	1.6	1.7	6
17	08:24	0.35	29.4	23	21	1.1	1.2	7
18	08:25	0.25	30.3	23	21	3.2	3.6	7
19	08:28	0.30	19.8	18	18	3.3	3.5	6
20	08:29	0.30	25.4	21	21	3.9	3.3	7

1.6.2 Pengambilan Data Keenam Menggunakan Pupuk Anorganik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

17 Februari 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	08:35	0.38	28.5	25	18	4.3	4.5	6
2	08:38	0.35	28.2	24	21	2.9	2.3	7
3	08:39	0.30	27.2	24	21	3.2	3.5	7
4	08:40	0.30	29.1	25	21	2.2	2.6	7
5	08:42	0.25	21.2	19	21	3.3	3.5	7
6	08:44	0.25	9.1	8	21	3.5	3.6	7
7	08:45	0.25	27.9	25	21	1.2	1.5	7
8	08:30	0.25	30.3	27	21	2.3	2.5	7
9	08:35	0.25	26.9	25.5	18	2.2	2.3	6
10	08:38	0.25	30.3	25.2	21	2.6	2.7	7
11	08:39	0.30	30.8	27.5	21	2.1	2.2	7
12	08:40	0.35	33.2	29.8	21	2.2	2.6	7
13	08:42	0.25	17.7	14	18	2.2	2.5	6
14	08:44	0.25	17.8	15	21	2.3	2.5	7
15	08:45	0.30	28.3	26	21	3.2	3.3	7
16	08:50	0.35	29.2	25	21	3.6	3.7	7
17	16:15	0.20	27.0	25.5	21	4.1	4.2	7
18	16:16	0.30	32.4	28.8	21	3.2	4.6	7
19	16:17	0.33	29.1	25	21	3.6	3.7	7
20	16:18	0.30	29.5	25	21	4.1	4.2	7

1.7 Minggu Kedelapan

1.7.1 Pengambilan Data Ketujuh Menggunakan Pupuk Organik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 3 cc/liter Pupuk ORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

3 Maret 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	08:03	0.35	31.2	28.3	30	4.3	4.5	10
2	08:04	0.35	26.7	24.2	27	4.9	4.3	9
3	08:06	0.35	25.3	21.4	30	4.2	4.5	10
4	08:08	0.35	31.7	28.1	33	3.2	3.6	10
5	08:09	0.35	31.2	28.5	33	3.3	3.5	10
6	08:10	0.30	30.5	27.7	30	1.5	1.6	10
7	08:12	0.30	28.2	24.3	30	3.2	3.5	10
8	08:13	0.35	26.3	23.9	30	3.3	3.5	10
9	08:14	0.30	23.8	19.3	30	1.2	1.3	10
10	08:15	0.30	23.2	19.6	30	2.6	2.7	10
11	08:16	0.40	27.2	24.2	33	2.1	2.2	10
12	08:17	0.45	28.4	25.9	27	2.2	2.6	9
13	08:20	0.35	25.1	20.1	27	2.2	2.5	9
14	08:21	0.30	24.2	20.7	30	1.3	1.5	10
15	08:22	0.40	23.2	20.2	30	2.2	2.3	10
16	08:23	0.40	28.6	24.6	33	1.6	1.7	10
17	08:24	0.30	20.6	18.2	30	1.1	1.2	10
18	08:25	0.40	22.4	19.8	27	4.2	4.6	9
19	08:28	0.35	26.4	24.2	30	4.3	4.5	10
20	08:29	0.35	27.8	24.9	30	4.9	4.3	10

1.7.2 Pengambilan Data Ketujuh Menggunakan Pupuk Anorganik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

3 Maret 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	08:35	0.45	40.6	38	30	4.3	4.5	10
2	08:38	0.45	37.2	35	27	2.9	2.3	9
3	08:39	0.45	33.7	29	27	3.2	3.5	9
4	08:40	0.40	37.8	35	27	2.2	2.6	9
5	08:42	0.45	20.6	19	30	3.3	3.5	10
6	08:44	0.40	30.2	29	30	3.5	3.6	10
7	08:45	0.40	31.5	29	30	1.2	1.5	10
8	08:30	0.50	32.2	28	30	2.3	2.5	10
9	08:35	0.45	32.1	28	30	2.2	2.3	10
10	08:38	0.30	31.6	29	30	2.6	2.7	10
11	08:39	0.40	32.2	31	30	2.1	2.2	10
12	08:40	0.45	38.7	37	30	2.2	2.6	10
13	08:42	0.45	40.3	40	30	2.2	2.5	10
14	08:44	0.35	40.9	39	30	2.3	2.5	10
15	08:45	0.45	42.2	39	33	3.2	3.3	11
16	08:50	0.40	24.3	19	33	3.6	3.7	11
17	16:15	0.40	40.8	37	33	4.1	4.2	11
18	16:16	0.50	40.3	38	33	3.2	4.6	11
19	16:17	0.45	35.6	28	30	3.6	3.7	10
20	16:18	0.45	36.2	31	30	4.1	4.2	10

1.8 Pengambilan Data Terakhir Hari ke 60

1.8.1 Pengambilan Data Terakhir Hari ke 60 Menggunakan Pupuk Organik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 3 cc/liter Pupuk ORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

15 Maret 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	09:00	0.40	33.2	30.3	30	3.3	3.5	10
2	09:01	0.40	28.7	25.2	30	3.9	3.3	10
3	09:03	0.40	28.3	22.4	30	3.2	3.5	10
4	09:04	0.40	33.7	30.1	33	3.2	3.6	11
5	09:05	0.35	33.2	30.5	33	3.3	3.5	11
6	09:08	0.35	31.5	28.7	30	1.5	1.6	10
7	09:09	0.35	34.2	30.3	30	3.2	3.5	10
8	09:10	0.40	28.3	24.9	30	3.3	3.5	10
9	09:11	0.35	25.8	20.3	30	1.2	1.3	10
10	09:12	0.35	25.2	20.6	30	2.6	2.7	10
11	09:13	0.40	30.2	25.2	33	2.1	2.2	11
12	09:14	0.45	24.4	20.9	30	2.2	2.6	10
13	09:15	0.35	27.1	20.1	30	2.2	2.5	10
14	09:16	0.35	26.2	20.7	30	1.3	1.5	10
15	09:18	0.45	25.2	20.2	30	2.2	2.3	10
16	09:19	0.45	32.6	25.6	33	1.6	1.7	11
17	09:20	0.35	22.6	19.2	30	1.1	1.2	10
18	09:21	0.40	25.4	20.8	30	3.2	3.6	10
19	09:22	0.40	29.4	25.2	30	3.3	3.5	10
20	09:23	0.40	30.8	25.9	30	3.9	3.3	10

1.8.2 Pengambilan Data Terakhir Hari ke 60 Menggunakan Pupuk Anorganik

1. Penyiraman 1 Minggu Sekali, dengan Dosis 2 gr/liter Pupuk ANORGANIK

2. Penyiraman Setiap Sore

15 Maret 2013

No	Waktu	Diameter (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Batang (cm)	Banyak Daun	Lebar Daun (cm)	Panjang Daun (cm)	Banyak Cabang Daun
1	09:32	0.50	42.6	40	36	4.3	4.5	12
2	09:33	0.50	38.2	36	33	2.9	2.3	11
3	09:35	0.50	34.7	30	33	3.2	3.5	11
4	09:37	0.40	39.8	35	33	2.2	2.6	11
5	09:38	0.45	22.6	20	30	3.3	3.5	10
6	09:40	0.45	34.2	30	33	3.5	3.6	11
7	09:42	0.45	35.5	30	30	1.2	1.5	10
8	09:45	0.50	35.2	30	33	2.3	2.5	11
9	09:46	0.50	35.1	30	33	2.2	2.3	11
10	09:47	0.35	34.6	30	33	2.6	2.7	11
11	09:48	0.45	34.2	32	30	2.1	2.2	10
12	09:50	0.45	40.7	38	36	2.2	2.6	12
13	09:52	0.45	42.3	40	36	2.2	2.5	12
14	09:53	0.35	42.9	40	36	2.3	2.5	12
15	09:54	0.45	44.2	40	36	3.2	3.3	12
16	09:55	0.45	26.3	20	30	3.6	3.7	10
17	09:56	0.45	41.8	38	36	4.1	4.2	12
18	09:57	0.50	44.3	40	36	3.2	4.6	12
19	09:58	0.50	38.6	30	33	3.6	3.7	11
20	09:59	0.50	39.2	32	33	4.1	4.2	11

2. Data yang digunakan

2.1 Data Pengambilan Ketujuh

2.1.1 Data Pengambilan Ketujuh Pupuk Organik dan Anorganik

Pupuk organik (13 Januari 2013)

pupuk Anorganik (13 Januari 2013)

No	Tinggi tanaman(cm)	Panjang batang(cm)	Banyak cabang	Banyak daun	No	Tinggi tanaman(cm)	Panjang batang(cm)	Banyak cabang	Banyak daun
1	31.2	28.3	10	30	1	40.6	38	10	30
2	26.7	24.2	9	27	2	37.2	35	9	27
3	25.3	21.4	10	30	3	33.7	29	9	27
4	31.7	28.1	10	30	4	37.8	35	9	27
5	31.2	28.5	10	30	5	20.6	19	10	30
6	30.5	27.7	10	30	6	30.2	29	10	30
7	28.2	24.3	10	30	7	31.5	29	10	30
8	26.3	23.9	10	30	8	32.2	28	10	30
9	23.8	19.3	10	30	9	32.1	28	10	30
10	23.2	19.6	10	30	10	31.6	29	10	30
11	27.2	24.2	10	30	11	32.2	31	10	30
12	28.4	25.9	9	27	12	38.7	37	10	30
13	25.1	20.1	9	27	13	40.3	40	10	30
14	24.2	20.7	10	30	14	40.9	39	10	30
15	23.2	20.2	10	30	15	42.2	39	11	33
16	28.6	24.6	10	30	16	24.3	19	11	33
17	20.6	18.2	10	30	17	40.8	37	11	33
18	22.4	19.8	9	27	18	40.3	38	11	33
19	26.4	24.2	10	30	19	35.6	28	10	30
20	27.8	24.9	10	30	20	36.2	31	10	30

2.2 Data Pengambilan Terakhir

2.2.1 Data Pengambilan Terakhir Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik

Pupuk Organik (13 Januari 2013)

No	Tinggi tanaman(cm)	Panjang batang(cm)	Banyak cabang	Banyak daun
1	33.2	30.3	10	36
2	28.7	25.2	10	33
3	28.3	22.4	10	33
4	33.7	30.1	11	33
5	33.2	30.5	11	30
6	31.5	28.7	10	33
7	34.2	30.3	10	30
8	28.3	24.9	10	33
9	25.8	20.3	10	33
10	25.2	20.6	10	33
11	30.2	25.2	11	30
12	24.4	20.9	10	36
13	27.1	20.1	10	36
14	26.2	20.7	10	36
15	25.2	20.2	10	36
16	32.6	25.6	11	30
17	22.6	19.2	10	36
18	25.4	20.8	10	36
19	29.4	25.2	10	33
20	30.8	25.9	10	33

Pupuk Anorganik (13 Januari 2013)

No	Tinggi tanaman(cm)	Panjang batang(cm)	Banyak cabang	Banyak daun
1	42.6	40	12	36
2	38.2	36	11	33
3	34.7	30	11	33
4	39.8	35	11	33
5	22.6	20	10	30
6	34.2	30	11	33
7	35.5	30	10	30
8	35.2	30	11	33
9	35.1	30	11	33
10	34.6	30	11	33
11	34.2	32	10	30
12	40.7	38	12	36
13	42.3	40	12	36
14	42.9	40	12	36
15	44.2	40	12	36
16	26.3	20	10	30
17	41.8	38	12	36
18	44.3	40	12	36
19	38.6	30	11	33
20	39.2	32	11	33

3. Hasil Program

3.5 Data Ketujuh Pengambilan Tanaman Organik 3cc/L penyiraman Sore

- a) Tanaman ke-1
 Tinggi Tanaman = 33.2 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- b) Tanaman ke-2
 Tinggi Tanaman = 28.7 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- c) Tanaman ke-3
 Tinggi Tanaman = 28.299999999999997 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- d) Tanaman ke-4
 Tinggi Tanaman = 33.7 cm
 Jumlah daun = 33.0 buah
 Jumlah cabang = 11.0 buah
- e) Tanaman ke-5
 Tinggi Tanaman = 33.2 cm
 Jumlah daun = 33.0 buah
 Jumlah cabang = 11.0 buah
- f) Tanaman ke-6
 Tinggi Tanaman = 31.5 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- g) Tanaman ke-7
 Tinggi Tanaman = 34.2 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- h) Tanaman ke-8
 Tinggi Tanaman = 28.299999999999997 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- i) Tanaman ke-9
 Tinggi Tanaman = 25.8 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- j) Tanaman ke-10
 Tinggi Tanaman = 25.2 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- k) Tanaman ke-11
 Tinggi Tanaman = 30.2 cm
 Jumlah daun = 33.0 buah
 Jumlah cabang = 11.0 buah
- l) Tanaman ke-12
 Tinggi Tanaman = 24.4 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah

- m) Tanaman ke-13
 Tinggi Tanaman = 27.1 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- n) Tanaman ke-14
 Tinggi Tanaman = 26.200000000000003 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- o) Tanaman ke-15
 Tinggi Tanaman = 25.2 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- p) Tanaman ke-16
 Tinggi Tanaman = 32.6 cm
 Jumlah daun = 33.0 buah
 Jumlah cabang = 11.0 buah
- q) Tanaman ke-17
 Tinggi Tanaman = 22.6 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- r) Tanaman ke-18
 Tinggi Tanaman = 25.4 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- s) Tanaman ke-19
 Tinggi Tanaman = 29.4 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- t) Tanaman ke-20
 Tinggi Tanaman = 30.8 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah

3.6 Data Ketujuh Pengambilan Tanaman Anorganik 2gr/L penyiraman Sore

- a) Tanaman ke-1
Tinggi Tanaman = 42.6 cm
Jumlah daun = 36.0 buah
Jumlah cabang = 12.0 buah
- b) Tanaman ke-2
Tinggi Tanaman = 38.2 cm
Jumlah daun = 33.0 buah
Jumlah cabang = 11.0 buah
- c) Tanaman ke-3
Tinggi Tanaman = 34.699999999999996 cm
Jumlah daun = 33.0 buah
Jumlah cabang = 11.0 buah
- d) Tanaman ke-4
Tinggi Tanaman = 39.800000000000004 cm
Jumlah daun = 33.0 buah
Jumlah cabang = 11.0 buah
- e) Tanaman ke-5
Tinggi Tanaman = 22.6 cm
Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
Jumlah cabang = 10.0 buah
- f) Tanaman ke-6
Tinggi Tanaman = 34.2 cm
Jumlah daun = 33.0 buah
Jumlah cabang = 11.0 buah
- g) Tanaman ke-7
Tinggi Tanaman = 35.5 cm
Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
Jumlah cabang = 10.0 buah
- h) Tanaman ke-8
Tinggi Tanaman = 35.199999999999996 cm
Jumlah daun = 33.0 buah
Jumlah cabang = 11.0 buah
- i) Tanaman ke-9
Tinggi Tanaman = 35.099999999999994 cm
Jumlah daun = 33.0 buah
Jumlah cabang = 11.0 buah
- j) Tanaman ke-10
Tinggi Tanaman = 34.599999999999994 cm
Jumlah daun = 33.0 buah
Jumlah cabang = 11.0 buah
- k) Tanaman ke-11
Tinggi Tanaman = 34.2 cm
Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
Jumlah cabang = 10.0 buah
- l) Tanaman ke-12
Tinggi Tanaman = 40.699999999999996 cm
Jumlah daun = 36.0 buah
Jumlah cabang = 12.0 buah

- m) Tanaman ke-13
 Tinggi Tanaman = 42.3 cm
 Jumlah daun = 36.0 buah
 Jumlah cabang = 12.0 buah
- n) Tanaman ke-14
 Tinggi Tanaman = 42.9 cm
 Jumlah daun = 36.0 buah
 Jumlah cabang = 12.0 buah
- o) Tanaman ke-15
 Tinggi Tanaman = 44.2 cm
 Jumlah daun = 36.0 buah
 Jumlah cabang = 12.0 buah
- p) Tanaman ke-16
 Tinggi Tanaman = 26.3 cm
 Jumlah daun = 30.000000000000004 buah
 Jumlah cabang = 10.0 buah
- q) Tanaman ke-17
 Tinggi Tanaman = 41.8 cm
 Jumlah daun = 36.0 buah
 Jumlah cabang = 12.0 buah
- r) Tanaman ke-18
 Tinggi Tanaman = 44.3 cm
 Jumlah daun = 36.0 buah
 Jumlah cabang = 12.0 buah
- s) Tanaman ke-19
 Tinggi Tanaman = 38.6 cm
 Jumlah daun = 33.0 buah
 Jumlah cabang = 11.0 buah
- t) Tanaman ke-20
 Tinggi Tanaman = 39.2 cm
 Jumlah daun = 33.0 buah
 Jumlah cabang = 11.0 buah

4. Data Uji Coba

4.1 Tanaman Organik 3 cc/Liter Penyiraman Sore.

No	Tinggi tanaman			No	Banyak Cabang			No	Banyak Daun		
	Observasi	Simulasi	Perhitungan		Observasi	Simulasi	Perhitungan		Observasi	Simulasi	Perhitungan
1	33.2	28.2997	0,147599398	1	10	10	0	1	36	30.004	0,166555556
2	28.7	28.2997	0,013947735	2	10	10	0	2	33	30.004	0,090787879
3	28.3	28.2997	1,06007E-05	3	10	10	0	3	33	30.004	0,090787879
4	33.7	28.2997	0,160246291	4	11	10	0,090909091	4	33	30.004	0,090787879
5	33.2	28.2997	0,147599398	5	11	10	0,090909091	5	30	30.004	0,000133333
6	31.5	28.2997	0,101596825	6	10	10	0	6	33	30.004	0,090787879
7	34.2	28.2997	0,172523392	7	10	10	0	7	30	30.004	0,000133333
8	28.3	28.2997	1,06007E-05	8	10	10	0	8	33	30.004	0,090787879
9	25.8	28.2997	0,096887597	9	10	10	0	9	33	30.004	0,090787879
10	25.2	28.2997	0,123003968	10	10	10	0	10	33	30.004	0,090787879
11	30.2	28.2997	0,062923841	11	11	10	0,090909091	11	30	30.004	0,000133333
12	24.4	28.2997	0,15982377	12	10	10	0	12	36	30.004	0,166555556
13	27.1	28.2997	0,044269373	13	10	10	0	13	36	30.004	0,166555556
14	26.2	28.2997	0,080141221	14	10	10	0	14	36	30.004	0,166555556
15	25.2	28.2997	0,123003968	15	10	10	0	15	36	30.004	0,166555556
16	32.6	28.2997	0,131911043	16	11	10	0,090909091	16	30	30.004	0,000133333
17	22.6	28.2997	0,252199115	17	10	10	0	17	36	30.004	0,166555556
18	25.4	28.2997	0,114161417	18	10	10	0	18	36	30.004	0,166555556
19	29.4	28.2997	0,03742517	19	10	10	0	19	33	30.004	0,090787879
20	30.8	28.2997	0,081178571	20	10	10	0	20	33	30.004	0,090787879
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,102523	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,018182	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,099176
Presentase			10,25%	Presentase			1,8182 %	Presentase			9,917 %
Rata-rata Presentase								7,3284 %			

Tanaman Anorganik 2 gr/Liter Penyiraman Sore.

No	Tinggi tanaman			No	Banyak Cabang			No	Banyak Daun		
	Observasi	Simulasi	Perhitungan		Observasi	Simulasi	Perhitungan		Observasi	Simulasi	Perhitungan
1	42.6	39.2	0,147599	1	12	11.0	0	1	36	33	0,166555
2	38.2	39.2	0,013947	2	11	11.0	0	2	33	33	0,090787
3	34.7	39.2	1,06007E-05	3	11	11.0	0	3	33	33	0,090787
4	39.8	39.2	0,160246	4	11	11.0	0,09091	4	33	33	0,090787
5	22.6	39.2	0,147599	5	10	11.0	0,09091	5	30	33	0,000133
6	34.2	39.2	0,101596	6	11	11.0	0	6	33	33	0,090787
7	35.5	39.2	0,172523	7	10	11.0	0	7	30	33	0,000133
8	35.2	39.2	1,06007E-05	8	11	11.0	0	8	33	33	0,090787
9	35.1	39.2	0,096887	9	11	11.0	0	9	33	33	0,090787
10	34.6	39.2	0,123003	10	11	11.0	0	10	33	33	0,090787
11	34.2	39.2	0,062923	11	10	11.0	0,09091	11	30	33	0,000133
12	40.7	39.2	0,159823	12	12	11.0	0	12	36	33	0,166555
13	42.3	39.2	0,044269	13	12	11.0	0	13	36	33	0,166555
14	42.9	39.2	0,080141	14	12	11.0	0	14	36	33	0,166555
15	44.2	39.2	0,123003	15	12	11.0	0	15	36	33	0,166555
16	26.3	39.2	0,131911	16	10	11.0	0,09091	16	30	33	0,000133
17	41.8	39.2	0,252199	17	12	11.0	0	17	36	33	0,166555
18	44.3	39.2	0,114167	18	12	11.0	0	18	36	33	0,166555
19	38.6	39.2	0,0374251	19	11	11.0	0	19	33	33	0,090787
20	39.2	39.2	0,0811785	20	11	11.0	0	20	33	33	0,090787
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,102523	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,0181	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ Y_t - Y'_t }{Y_t}$			0,099176
Presentase			10,2523%	Presentase			1,8181%	Presentase			9,91756%
Rata-rata Presentase								7,329355 %			

5. Foto Objek Penelitian

5.1 Persiapan bahan penelitian



5.2 Foto tanaman kedelai minggu ke 2



5.3 Foto Tanaman kedelai



5.4 Foto beberapa kedelai organik dan Anorganik



5.5 Kumpulan tanaman Kedelai



5.6 Foto satu tanaman kedelai



5.7 Foto pupuk organik cair



5.8 Foto pupuk anorganik/ Urea



5.9 Foto Lux Meter



5.9 Foto Lux Tanaman Kedelai Usia 60 hari



5.10 Foto Lock Pengukuran kedelai di lapangan

Lock Penelitian

1	20,3	18	6	18
2	15,2	17	6	18
3	19,4	17	6	18
4	20,8	17	6	18
5	21,4	19	6	18
6	22,3	20	6	18
7	24,3	20	6	18
8	20,7	19	5	15
9	19,6	17	5	15
10	14,1	12	5	13
11	23,4	20	5	18
12	15,3	15	5	15
13	15,5	15	9	13
14	20,6	11	5	15
15	18,4	11	5	15
16	20,3	19	5	15
17	14,4	11	5	15
18	18,3	15	5	15
19	17,8	19	5	15
20	18,1	15	5	15

5.11 Foto Lock Pengukuran kedelai di lapangan

Lock Penelitian

1	10,8	1. 20,7	1. 6,5	1. 6,7
2	24,4	2. 18,3	2. 20,6	2. 9,7
3	24,6	3. 23,2	3. 24,6	3. 20,8
4	24,6	4. 21,0	4. 27,2	4. 22,1
5	10,8	5. 20,7	5. 6,5	5. 6,7
6	24,4	6. 18,3	6. 20,6	6. 9,7
7	24,6	7. 23,2	7. 24,6	7. 20,8
8	24,6	8. 21,0	8. 27,2	8. 22,1
9	10,8	9. 20,7	9. 6,5	9. 6,7
10	24,4	10. 18,3	10. 20,6	10. 9,7
11	24,6	11. 23,2	11. 24,6	11. 20,8
12	24,6	12. 21,0	12. 27,2	12. 22,1
13	10,8	13. 20,7	13. 6,5	13. 6,7
14	24,4	14. 18,3	14. 20,6	14. 9,7
15	24,6	15. 23,2	15. 24,6	15. 20,8
16	24,6	16. 21,0	16. 27,2	16. 22,1
17	10,8	17. 20,7	17. 6,5	17. 6,7
18	24,4	18. 18,3	18. 20,6	18. 9,7
19	24,6	19. 23,2	19. 24,6	19. 20,8
20	24,6	20. 21,0	20. 27,2	20. 22,1