BAB 2
LANDASAN TEORI

2.1 Sumberdaya Lahan

Lahan (*land*) atau sumberdaya lahan (*land resources*) adalah lingkungan fisik yang terdiri dari iklim, relief, tanah, air dan vegetasi serta benda yang ada diatasnya sepanjang ada pengaruhnya terhadap penggunaan tanah. Sumberdaya lahan merupakan sumberdaya alam yang sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia karena diperlukan dalam setiap kegiatan manusia, seperti untuk pertanian, daerah industri, daerah pemukiman, jalan untuk transportasi, daerah rekreasi atau daerah-daerah yang dipelihara kondisi alamnya untuk tujuan ilmiah. Sumberdaya lahan (*land resources*) sebagai lingkungan fisik terdiri dari iklim, relief, tanah, air dan vegetasi serta benda yang ada di atasnya sepanjang ada pengaruhnya terhadap penggunaan lahan. Oleh karena itu sumberdaya lahan dapat dikatakan sebagai ekosistem karena adanya hubungan yang dinamis antara organisme yang ada di atas lahan tersebut dengan lingkungannya. Dalam rangka memuaskan kebutuhan dan keinginan manusia yang terus berkembang dan untuk memacu pertumbuhan ekonomi yang semakin tinggi, pengelolaan sumberdaya lahan seringkali kurang bijaksana dan tidak mempertimbangkan aspek keberlanjutannya (untuk jangka pendek) sehingga kelestariannya semakin terancam. Akibatnya, sumberdaya lahan yang berkualitas tinggi menjadi berkurang dan manusia semakin bergantung pada sumberdaya lahan yang bersifat marginal (kualitas lahan yang rendah) [6].

2.2 Konversi Lahan

Faktor-faktor yang menentukan konversi lahan dikelompokkan menjadi tiga, yaitu faktor ekonomi, faktor sosial, dan peraturan pertanahan yang ada. Selain itu faktor yang mendorong konversi lahan pertanian adalah : a) pertumbuhan penduduk, b) kebutuhan lahan untuk kegiatan non pertanian, c) nilai *land rent* yang lebih tinggi pada aktivitas pertanian non pangan, d) sosial budaya,

e) degradasi lingkungan, e)otonomi daerah yang mengutamakan pembangunan pada sektor yang lebih menguntungkan untuk peningkatan Pendapatan Asli Daerah, dan f) lemahnya sistem perundang-undangan dan penegakan hukun dari peraturan yang ada.

Land rent adalah surplus ekonomi suatu lahan yang dapat dibedakan atas (i) surplus yang selalu tetap (*rent as an unearned increment*), definisi ini memberikan kesan bahwa rente lahan adalah surplus yang selalu tetap atau mendapat hasil tanpa berusaha (*windfall return*), yang diperoleh akibat pemilikan lahan, dan (ii) surplus sebagai hasil dari investasi (*rent as return on investment*), dalam pengertian ini lahan dipandang sebagai faktor produksi. *Land rent* secara sederhana didefinisikan sebagai surplus ekonomi, yaitu pendapatan bersih atau *benefit* yang diterima suatu bidang lahan tiap meter persegi tiap tahun akibat dilakukannya suatu kegiatan pada bidang lahan tersebut. Pendapatan bersih atau *benefit* ini berasal dari total penerimaan dikurangi dengan total biaya produksi yang dikeluarkan. Hasil kajian empiris memberikan perbandingan nilai *land rent* lahan untuk sawah dan kelapa sawit sebesar 1:1 [7].

2.3 Parameter Klasifikasi Tingkat Potensi Lahan Pertanian

Dalam menentukan tingkat potensi lahan pertanian di suatu daerah, petugas dari dinas pertanian bekerja sama dengan pihak BPS untuk mengelola data – data pendukung yang diambil dari data sensus melalui prosedur yang dinamakan pengisian rekam data tahunan. Rekam data tahunan ini mencakup pengolahan data di berbagai sektor, mulai dari tingkat kepadatan penduduk, sensus ekonomi daerah hingga ke sektor pertanian. Pada sektor pertanian inilah, data pendukung tersebut akan menjadi parameter untuk menentukan ketegori tingkat luas lahan pertanian di suatu wilayah. Berdasarkan observasi langsung dan wawancara terhadap pejabat terkait di lingkungan dinas Departemen Pertanian, data parameter itu terdiri dari data luas wilayah, luas lahan potensial, luas penggunan lahan pertanian dan non-pertanian, serta tingkat kecenderungan peralihan lahan ke non-pertanian. Berikut deskripsi dari setiap parameter yang digunakan :

1. Luas Wilayah

Luas wilayah adalah keterangan luas dalam hitungan meter persegi yang dimiliki oleh suatu wilayah kecamatan sebagai lingkup pemerintahannya.

2. Luas Lahan Potensial

Luas lahan potensial merupakan suatu lahan yang dinyatakan memiliki potensi untuk digunakan dalam sektor pertanian. Luas potensial tersebut memiliki kriteria seperti tanah yang subur atau dekat dengan perairan sehingga sangat strategis apabila pemanfaatannya digunakan untuk bercocok tanam.

3. Penggunaan Lahan Pertanian

Dari sekian luasnya suatu wilayah yang dimiliki oleh sutau kecamatan, luas lahan yang dipakai khusus untuk sektor pertanian dinyatakan sebagai Penggunaan Lahan Pertaniannya. Penggunaan lahan ini dimanfaatkan oleh berbagai komoditi dari sektor pertanian seperti penggunaan lahan oleh sawah, lahan jagung, kedelai dan lainnya.

4. Penggunaan Lahan Non-pertanian

Pembangunan area pabrik, perumahan, jalan dan lainnya yang memanfaatkan luas dari wilayah suatu kecamatan disebut sebagai faktor Penggunaan Lahan Non-pertanian. Penggunaan lahan non-pertanian ini kadang juga melibatkan lahan potensial yang menyebabkan luas lahan pertaniannya semakin berkurang.

5. Tingkat Peralihan

Tingkat peralihan dari sektor pertanian ke sektor lainnya dinyatakan pada tiga klasifikasi yaitu kecil, sedang dan besar. Tingkat peralihan kecil dinyatalan apabila suatu kecamatan memiliki sektor pembangunan non-pertanian pada rentang 0 – 10%, sedang pada rentang 11 – 20% dan tinggi pada rentang 21 – 30%.

Dari data parameter tersebut akan disimpulkan apakah suatu wilayah termasuk pada kategori potensi luas lahan pertanian yang “kurang berkelanjutan”,

“cukup berkelanjutan” atau “berkelanjutan”, berikut penjelasan dari setiap kategorinya :

A. Kurang Berkelanjutan

Potensi luas lahan pertanian yang dikategorikan “kurang berkelanjutan” yaitu suatu wilayah yang memiliki luas lahan pertanian yang tidak cukup luas serta lahan potensialnya memiliki kecenderungan peralihan ke sektor non pertanian yang cukup tinggi, sehingga diperkirakan kedepannya luas lahan pertaniannya akan semakin berkurang yang menyebabkan kontribusi hasil produksi pertaniannya pun tidak bisa dijadikan sebagai wilayah andalan.

B. Cukup Berkelanjutan

Untuk wilayah yang dikategorikan “cukup berkelanjutan”, adalah wilayah dengan potensi lahan dan produksi pertaniannya yang masih cukup besar, hal ini bisa dikarenakan wilayah tersebut memiliki luas lahan pertanian yang cukup dengan kecenderungan peralihan ke sektor non-pertanian yang masih wajar.

C. Berkelanjutan

Untuk kategori potensi luas lahan yang “berkelanjutan” dapat diartikan sebagai wilayah dengan tingkat kecenderungan peralihan ke sektor non-pertanian yang masih sangat kecil dibandingkan dengan luas lahan pertanian dan lahan potensialnya, sehingga wilayah tersebut dapat menjadi andalan pemasok hasil produksi pertanian untuk wilayah lainnya.

Pengkategorian tingkat potensi luas lahan tersebut sangat dipengaruhi oleh masing-masing parameternya. Suatu wilayah dengan tingkat kecenderungan peralihan lahan yang tinggi masih dapat dikatakan memiliki potensi luas lahan pertanian yang cukup apabila luas wilayahnya besar dengan luas lahan potensial yang juga besar serta penggunaan lahan pertaniannya yang masih luas, sedangkan suatu wilayah dengan tingkat kecenderungan peralihan yang masih rendah dapat dikatakan sudah memiliki tingkat potensi luas lahan yang kurang apabila luas wilayahnya kecil dengan lahan potensialnya yang juga kecil.

2.4 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (AI) merupakan sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan oleh manusian menjadi lebih baik. Kecerdasan buatan juga membantu manusia dalam membuat keputusan atau mencari informasi dengan lebih akurat [8]. Dalam perkembangannya kecerdasan buatan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

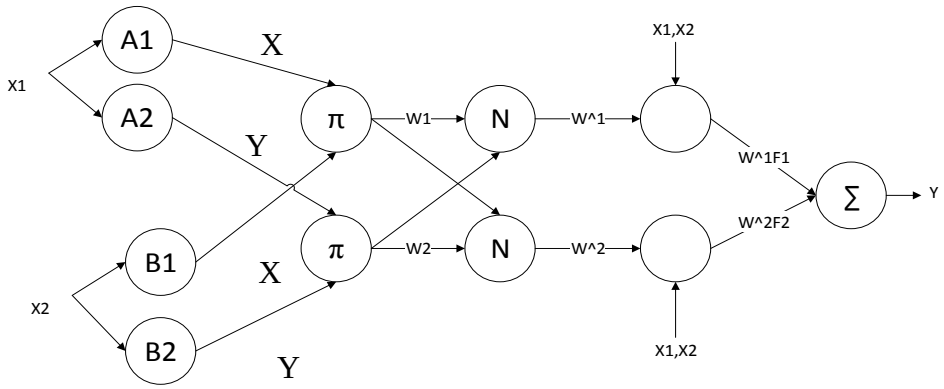
1. Sistem Pakar (*Expert System*), komputer sebagai sarana untuk menyimpan pengetahuan para pakar sehingga komputer memiliki keahlian menyelesaikan permasalahan dengan meniru keahlian yang dimiliki pakar.
2. Pengolahan Bahasa Alami (*Natural Language Processing*), user dapat berkomunikasi dengan komputer menggunakan bahasa sehari-hari, misal bahasa inggris, bahasa indonesia, dan sebagainya.
3. Pengenalan Ucapan (*Speech Recognition*), manusia dapat berkomunikasi dengan komputer menggunakan suara.
4. Robotika & Sistem Sensor.
5. *Computer Vision*, menginterpretasikan gambar atau objek-objek tampak melalui komputer.
6. *Intelligent Computer-Aided Instruction*, komputer dapat digunakan sebagai tutor yang dapat melatih & mengajar.
7. *Game Playing*, komputer digunakan untuk dapat menyelesaikan suatu tugas atau perintah yang menjadi aturan pada sebuah permainan.
8. *Soft Computing*, merupakan sebuah inovasi dalam membangun sistem cerdas yaitu sistem yang memiliki keahlian seperti manusia pada domain tertentu, mampu beradaptasi dan belajar agar dapat bekerja lebih baik jika terjadi perubahan lingkungan. *Soft computing* mengeksploitasi adanya toleransi terhadap ketidaktepatan, ketidakpastian, dan kebenaran parsial untuk dapat diselesaikan dan dikendalikan dengan mudah agar sesuai dengan realita yang terjadi.

2.5 *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) 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.

2.5.1 Langkah-langkah ANFIS

System inferensi fuzzy model Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) direpresentasikan sebagai jaringan syaraf *feed forward* lima lapis khusus pada struktur ANFIS yang digambarkan dalam arsitektur jaringan syaraf tiruan [9] seperti berikut :



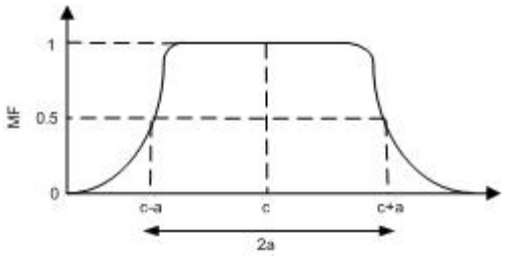
Gambar 2.1 Struktur ANFIS

Pada gambar 2.1 terlihat sistem inferensi fuzzy yang digambarkan pada arsiterktur jaringan syaraf tiruan terdiri atas lima lapisan dengan fungsi yang berbeda-beda. Berikut merupakan penjelasan dari tiap lapisan yang ada dalam struktur ANFIS :

1. Lapisan 1

Semua simpul pada lapisan ini adalah simpul adaptif (parameternya dapat berubah). Parameter a,b,c pada fungsi keanggotaan gbell dinamakan parameter premis yang adaptif, dengan b yang biasa nya bernilai 1 untuk menentukan nilai

keanggotaan bell tidak terbalik. Berikut gambar kurva keanggotaan *Generalized Bell* yang dapat dilihat pada gambar 2.2, sementara untuk persamaan gbellnya dapat dilihat pada persamaan 2.1.



Gambar 2.2 Kurva *Generalized-Bell*

$$gbell(x,a,b,c) = \frac{1}{1+\left|\frac{x-c}{a}\right|^{2b}} \qquad \ldots(2.1)$$

Koefisien b: koefisien adalah angka positif, dan biasanya bernilai 1. Jumlah tersebut terkait dengan bagian atas kurva dan menandakan bahwa kurva berbentuk lonceng dan penyebab naik ke bagian datar. Koefisien a menyatakan lebar dari titik pusat hingga batas keanggotaan dan koefisien c menyatakan titik pusat *membership function*. Nilai a,b,c dan jumlah himpunan masukan fuzzy (x) ditentukan pada awal proses dan akan berubah melalui proses pembelajaran dinamakan parameter premis yang adaptif.

2. Lapisan 2

Semua simpul pada lapisan ini adalah nonadaptif (parameter tetap). Fungsi simpul ini adalah mengalikan setiap sinyal masukan yang datang. Fungsi simpul :

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x).\mu_{B_i}(y), untuk\ i = 1,2 \qquad \ldots(2.2)$$

Keterangan :

x	=	Nilai masukan
y	=	Nilai masukan
w_i	=	Bobot ke-i
μ_i	=	Nilai keanggotaan kelas-i
$O2_{,i}$	=	Nilai keluaran lapisan 2 ke-i

Tiap keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan (*firing strength*) tiap aturan *fuzzy*. Fungsi ini dapat diperluas apabila bagian premis memiliki lebih dari dua himpunan *fuzzy*. Banyaknya simpul pada lapisan ini menunjukkan banyaknya aturan yang dibentuk. Fungsi perkalian yang digunakan adalah interpretasi kata hubung *and* dengan menggunakan operator *t-norm*.

3. Lapisan 3

Lapisan Setiap simpul pada lapisan ini adalah simpul nonadaptif yang menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternomalisasi (*normalized firing strength*) yaitu rasio keluaran simpul ke-i pada lapisan sebelumnya terhadap seluruh keluaran lapisan sebelumnya, dengan bentuk fungsi simpul:

$$O_{3.i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, untuk\ i = 1, 2 \qquad \ldots (2.3)$$

Keterangan :

w_i	=	Bobot ke-i
$\bar{w}_i$	=	derajat pengaktifan ternomalisasi ke-i
$O_{3,i}$	=	Nilai keluaran lapisan 3 ke-i

Apabila dibentuk lebih dari dua aturan, fungsi dapat diperluas dengan membagi w_i dengan jumlah total w untuk semua aturan.

4. Lapisan 4

Setiap simpul pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan fungsi simpul :

$$O_{4.i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i(p_i x + q_i y + r_i) \qquad \ldots (2.4)$$

Dengan $\bar{w}_i$ adalah derajat perngaktifan ternormalisasi dari lapisan 3 dan parameter p, q, r menyatakan parameter konsekuen yang adaptif.

Keterangan :

$\bar{w}_i$	=	derajat pengaktifan ternomalisasi ke-I
f_i	=	sinyal kontrol ke –i
$O_{4,i}$	=	Nilai keluaran lapisan 4 ke-i

5. Lapisan 5

Pada lapisan ini hanya ada satu simpul tetap yang fungsinya untuk menjumlahkan semua masukan. Fungsi simpul :

$$O_{5.i} = \sum_i \bar{w}_i f_i \quad \ldots (2.5)$$

Keterangan :

$\bar{w}_i$ = derajat pengaktifan ternomalisasi ke-I

f_i = sinyal kontrol ke –i

$O_{5,i}$ = Nilai keluaran lapisan 5 ke-i

Jaringan adaptif dengan lima lapisan tersebut ekuivalen dengan system inferensi fuzzy TSK.

2.5.2 Proses Belajar ANFIS

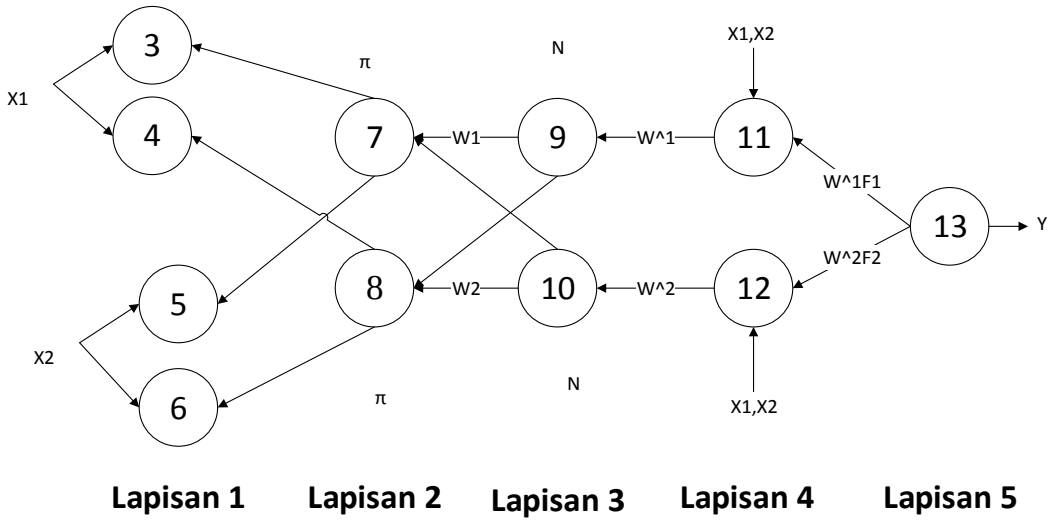
Proses belajar yang ada digunakan untuk memperbaharui parameter premis dan parameter konsukuen yang ada pada jaringan ANFIS. Pembelajaran *hybrid* yang dilakukan terdiri atas dua bagian yaitu arah maju (*forward pass*) dan arah mundur (*backward pass*).

Pada arah maju, parameter premis dibuat tetap. Dengan menggunakan metode *Recursive Least Square Estimator* (RLSE), parameter konsekuen diperbaiki berdasarkan pasangan data masukan – keluaran. Metode RLSE dapat diterapkan karena parameter konsekuen yang diperbaiki adalah parameter linier. Metode RLSE akan mempercepat proses belajar *hybrid*. Kemudian setelah parameter konsekuen didapatkan, data masukan dilewatkan jaringan adaptif kembali dan hasil keluaran jaringan adaptif ini dibandingkan dengan keluaran yang sebenarnya [10]. Pada arah mundur, parameter konsekuen dibuat tetap. Proses pembelajaran hibrid ANFIS dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Proses Pembelajaran Hybrid ANFIS

	Arah Maju	Arah Mundur
Parameter Premis	Tetap	*Backpropagation-Error*
Parameter Konsekuen	LSE	Tetap

Kesalahan yang terjadi antara keluaran jaringan adaptif dan keluaran sebenarnya dipropagasikan balik dengan menggunakan gradient descent untuk memperbaiki parameter premis. Pembelajaran ini dikenal sebagai algoritma *Backpropagation-Error*. Berikut arsitektur jaringan pada saat menghitung *Backpropagation-Error* :



Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan *Backpropagation-error*

1. *Error* pada lapisan ke-5

Apabila kita memiliki jaringan seperti pada Gambar 2.3, yang hanya memiliki 1 simpul pada lapisan *output* (simpul 13), maka propagasi *error* yang menuju pada lapisan ke-5 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_{13} = \frac{\partial E_p}{\partial X_{13}} = -2\left(y_p - y_p^*\right) \qquad \ldots (2.6)$$

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

2. *Error* pada lapisan ke-4

Pada lapisan 4 tidak dilakukan perhitungan *error* ini dikarenakan pada alur mundur tidak terjadi update nilai parameter konsekuen yang terdapat pada lapisan 4 atau bisa dikatakan tetap.

3. *Error* pada lapisan ke-3

Dengan melihat gambar 2.3, propagasi *error* yang menuju pada lapisan 3, yaitu simpul 9 dan simpul 10, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_9 = \left(\frac{\partial E_p}{\partial X_{13}}\right)\left(\frac{\partial f_{13}}{\partial X_{11}}\right)\left(\frac{\partial f_{11}}{\partial X_9}\right) = \varepsilon_{11}\left(\frac{\partial f_{11}}{\partial X_9}\right) \quad \ldots(2.9)$$

$$\varepsilon_{10} = \left(\frac{\partial E_p}{\partial X_{13}}\right)\left(\frac{\partial f_{13}}{\partial X_{12}}\right)\left(\frac{\partial f_{12}}{\partial X_{10}}\right) = \varepsilon_{12}\left(\frac{\partial f_{12}}{\partial X_{10}}\right) \quad \ldots(2.10)$$

4. *Error* pada lapisan ke-2

Dengan melihat gambar 2.3, propagasi *error* yang menuju pada lapisan ke-2 yaitu simpul 7 dan simpul 8, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_7 = \left(\frac{\partial E_p}{\partial X_{13}}\right)\left(\frac{\partial f_{13}}{\partial X_{11}}\right)\left(\frac{\partial f_{11}}{\partial X_9}\right)\left(\frac{\partial f_9}{\partial X_7}\right) + \left(\frac{\partial E_p}{\partial X_{13}}\right)\left(\frac{\partial f_{13}}{\partial X_{12}}\right)\left(\frac{\partial f_{12}}{\partial X_{10}}\right)\left(\frac{\partial f_{10}}{\partial X_7}\right) \quad \ldots(2.11)$$

$$\varepsilon_8 = \left(\frac{\partial E_p}{\partial X_{13}}\right)\left(\frac{\partial f_{13}}{\partial X_{12}}\right)\left(\frac{\partial f_{12}}{\partial X_{10}}\right)\left(\frac{\partial f_{10}}{\partial X_8}\right) + \left(\frac{\partial E_p}{\partial X_{13}}\right)\left(\frac{\partial f_{13}}{\partial X_{11}}\right)\left(\frac{\partial f_{11}}{\partial X_9}\right)\left(\frac{\partial f_9}{\partial X_8}\right) \quad \ldots(2.12)$$

5. *Error* pada lapisan ke-1

Dengan melihat gambar 2.3, propagasi *eror* yang menuju pada lapisan 1, yaitu simpul 3, 4, 5, dan 6 sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_7\left(\left(\frac{\partial f_7}{\partial X_3}\right)\right) \quad \ldots(2.13)$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_8\left(\left(\frac{\partial f_8}{\partial X_4}\right)\right) \quad \ldots(2.14)$$

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_7\left(\left(\frac{\partial f_7}{\partial X_5}\right)\right) \quad \ldots(2.15)$$

$$\varepsilon_6 = \varepsilon_8\left(\left(\frac{\partial f_8}{\partial X_6}\right)\right) \quad \ldots(2.16)$$

2.6 Perancangan Terstruktur

Perancangan ini bertujuan untuk membuat model solusi terhadap masalah yang sudah dimodelkan secara lengkap pada tahap analisis struktur. Tahap analisis ini meliput perancangan ERD, Diagram Konteks, DFD dan Kamus Data [11]. Berikut penjelasan dari setiap poinnya.

1. *Entitiy Relationship Diagram* (ERD)

ERD adalah diagram grafikal keseluruan struktur logikadari sebuah basis data. ERD tidak menggambarkan aliran data atau proses data, tetapi ERD lebih menggambarkan data pada data *store.* ERD ini berfungsi untuk menggambarkan relasi dari dua tabel yang dapat digolongkan dalam tiga macam bentuk relasi, yaitu relasi satu ke satu, satu kebanyak dan relasi banyak ke banyak.

Model ERD yang berisi komponen-komponen himpunan entitas dan himpunan relasi yang masing-masing dilengkapi dengan atribut-atribut yang mempresentasikan seluruh fakta yang ditinijau.

2. Diagram Konteks

Diagram Konteks adalah sebuah diagram yang mencakup masukan-maskan dasar, sistem umum dan keluaran. Diagram ini merupakan tingkatan tertinggi dalam diagram aliran data dan hanya memuat satu proses. Menunujukan sistem secara keseluruhan, diagram konteks tidak memuat penyimpanan dan penggambaran aliran data yang sederhana. Semua entitas luar yang ditunjukan pada diagram konteks berikut aliran data-aliran data utama yang menuju dan dari sistem.

3. *Data Flow Diagram* (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) adalah representasi grafik dari sebuah sistem. DFD menggambarkan komponen-komponen sebuah sistem, aliran-aliran data dari komponen-komponen yang ada mulai dari aliran asal, tujuan, dan penyimpanan dari data tersebut.

DFD digunakan untuk dua hal utama, yaitu untuk membuat dokumentasi dari sistem yang ada atau untuk menyusun dokumentasi untuk sistem yang baru.

DFD merupakan alat bantu dari pengembangan sebuah bantu dari pengembangan sebuah sistem yang dibangun secara terstruktur atau procedural.

4. Kamus Data

Kamus data adalah katalog fakta tentang data dan kebutuhan-kebutuhan informasi dari suatu sistem informasi. Kamus data dapat mendefinisikan data yang mengalir pada sistem dengan lengkap. Kamus data juga dapat digunakan pada tahap analisa dan perancangan sistem. Dengan adanya kamus data, didapat definisi-definisi dari bentuk-bentuk yang kurang dimengerti dalam isi DFD seperti aliran data, file, proses, dan elemen-elemen data.

5. *Flowchart*

Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urut-urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong *analyst* dan *programmer* untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian. *Flowchart* biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah khususnya masalah yang perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut.

Flowchart adalah bentuk gambar/diagram yang mempunyai aliran satu atau dua arah secara *sequensial*. *Flowchart* digunakan untuk merepresentasikan maupun mendesain program. Oleh karena itu *flowchart* harus bisa merepresentasikan komponen-komponen dalam bahasa pemrograman.

2.7 *Software* Pendukung

Pada perancangan sistem pengklasifikasian tingkat potensi luas lahan pertanian ini diperlukan *software* yang dapat memenuhi kebutuhan untuk menyelesaikan pembuatan program. Berikut penjelasan dari setiap peranti *software* yang digunakan

1. MySQL

MySQL adalah sebuah implementasi dari sistem manajemen basisdata relasional (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis. Setiap pengguna dapat secara bebas menggunakan MySQL, namun dengan batasan perangkat lunak

tersebut tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat komersial. MySQL sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam basisdata yang telah ada sebelumnya; SQL (*Structured Query Language*). SQL adalah sebuah konsep pengoperasian basisdata, terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis.

Kehandalan suatu sistem basisdata (DBMS) dapat diketahui dari cara kerja pengoptimasi-nya dalam melakukan proses perintah-perintah SQL yang dibuat oleh pengguna maupun program-program aplikasi yang memanfaatkannya. Sebagai peladen basis data, MySQL mendukung operasi basisdata transaksional maupun operasi basisdata non-transaksional. Pada modus operasi non-transaksional, MySQL dapat dikatakan unggul dalam hal unjuk kerja dibandingkan perangkat lunak peladen basisdata kompetitor lainnya. Namun demikian pada modus non-transaksional tidak ada jaminan atas reliabilitas terhadap data yang tersimpan, karenanya modus non-transaksional hanya cocok untuk jenis aplikasi yang tidak membutuhkan reliabilitas data seperti aplikasi blogging berbasis web (*wordpress*), CMS, dan sejenisnya. Untuk kebutuhan sistem yang ditujukan untuk bisnis sangat disarankan untuk menggunakan modus basisdata transaksional, hanya saja sebagai konsekuensinya unjuk kerja MySQL pada modus transaksional tidak secepat unjuk kerja pada modus non-transaksional. Adapun beberapa keistimewaan dari MySQL sehingga membuat MySQL dipilih oleh kebanyakan orang yaitu :

1. Portabilitas

   MySQL dapat berjalan stabil pada berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, FreeBSD, Mac Os X Server, Solaris, Amiga, dan masih banyak lagi.

2. Perangkat lunak sumber terbuka *(open source)*

   MySQL didistribusikan sebagai open source sehingga dapat digunakan secara gratis.

3. *Multi-user*

   MySQL dapat digunakan oleh beberapa pengguna dalam waktu yang bersamaan tanpa mengalami masalah atau konflik.

4. *Performance tuning*

   MySQL memiliki kecepatan yang menakjubkan dalam menangani query sederhana, dengan kata lain dapat memproses lebih banyak SQL per satuan waktu.

5. Ragam tipe data

   MySQL memiliki ragam tipe data yang sangat kaya, seperti signed / unsigned integer, float, double, char, text, date, timestamp, dan lain-lain.

6. Perintah dan Fungsi

   MySQL memiliki operator dan fungsi secara penuh yang mendukung perintah Select dan Where dalam perintah (*query*).

7. Keamanan

   MySQL memiliki beberapa lapisan keamanan seperti password yang terenkripsi.

8. Skalabilitas dan Pembatasan

   MySQL mampu menangani basis data dalam skala besar, dengan jumlah record lebih dari 50 juta dan 60 ribu tabel serta 5 milyar baris. Selain itu batas indeks yang dapat ditampung mencapai 32 indeks pada tiap tabelnya.

9. Konektivitas

   MySQL dapat melakukan koneksi dengan klien menggunakan protokol TCP/IP, Unix soket (UNIX), atau named pipes (NT).

10. Lokalisasi

    MySQL dapat mendeteksi pesan kesalahan pada klien dengan menggunakan lebih dari dua puluh bahasa. Meski pun demikian, bahasa Indonesia belum termasuk di dalamnya.

11. Antar muka

    MySQL memiliki antar muka (interface) terhadap berbagai aplikasi dan bahasa pemrograman dengan menggunakan fungsi API (Application Programming Interface).

12. Klien dan Peralatan

    MySQL dilengkapi dengan berbagai *tool* yang dapat digunakan untuk administrasi basis data, dan pada setiap peralatannya terdapat petunjuk online.

13. Struktur tabel

MySQL memiliki struktur tabel yang lebih fleksibel dalam menangani ALTER TABLE, dibandingkan basis data lainnya semacam PostgreSQL ataupun Oracle.

2. Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi console, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Visual Studio mencakup kompiler, SDK, Integrated Development Environment (IDE), dan dokumentasi (umumnya berupa MSDN Library). Kompiler yang dimasukkan ke dalam paket Visual Studio antara lain Visual C++, Visual C#, Visual Basic, Visual Basic .NET, Visual InterDev, Visual J++, Visual J#, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe.

Microsoft Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam native code (dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di atas Windows) ataupun managed code (dalam bentuk Microsoft Intermediate Language di atas .NET Framework). Selain itu, Visual Studio juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi Silverlight, aplikasi Windows Mobile (yang berjalan di atas .NET Compact Framework).

Visual Studio kini telah menginjak versi Visual Studio 9.0.21022.08, atau dikenal dengan sebutan Microsoft Visual Studio 2008 yang diluncurkan pada 19 November 2007, yang ditujukan untuk platform Microsoft .NET Framework 3.5. Versi sebelumnya, Visual Studio 2005 ditujukan untuk platform .NET Framework 2.0 dan 3.0. Visual Studio 2003 ditujukan untuk .NET Framework 1.1, dan Visual Studio 2002 ditujukan untuk .NET Framework 1.0. Versi-versi tersebut di atas kini dikenal dengan sebutan Visual Studio .NET, karena memang membutuhkan Microsoft .NET Framework. Sementara itu, sebelum muncul Visual Studio .NET, terdapat Microsoft Visual Studio 6.0 (VS1998).

2.8 *Confusion Matrix Multi-Class*

Confusion Matrix Multi Class adalah sebuah matriks yang dapat memberikan gambaran mengenai tingkat akurasi dan presisi dari sebuah model. Dimensi *Confusion Matrix Multi Class* memiliki kondisi atau kelas lebih dari 2 sehingga ukuran maktriksnya pun lebih dari 2 x 2 tabel matriks [12]. *Confusion Matrix* berisi informasi tentang nilai yang berdasarkan nilai aktualnya dengan nilai hasil prediksi atau klasifikasi pada setiap kelasnya. Untuk memberikan gambaran mengenai *Confusion Matrix Multi-Class* ini, berikut akan ditampilkan lebih jelas pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Confusion Matrix Multi-Class*

		Aktual			Total Prediksi
		A	B	C	
Prediksi	A	TP (A)	FN (B) / FP (A)	FN (C) / FP (A)	nP (A)
	B	FN (A) / FP (B)	TP (B)	FN (C) / FP (B)	nP (B)
	C	FN (A) / FP (C)	FN (B) / FP (C)	TP (C)	nP (C)
Total Aktual		nA (A)	nA (B)	nA (C)	N

Keterangan :

- N= Jumlah Banyaknya Data
- nA = Jumlah data aktual untuk suatu kategori
- nP = Jumlah data prediksi untuk suatu kategori
- TP (True Positif) = Kondisi yang menyatakan nilai prediksi sesuai dengan nilai aktualnya
- FN (False Negatif) = Kondisi yang menyatakan suatu prediksi bernilai negatif tetapi aktualnya justru bernilai positif
- FP (False Positif) = Kondisi yang menyatakan suatu prediksi bernilai positif tetapi aktualnya justru bernilai negatif

Untuk menghitung kinerja klasifikasi, maka dapat dilakukan 3 perhitungan nilai yaitu *precision, recall* dan *accuracy*. *Precision* adalah nilai yang menyatakan berapa banyak data yang relevan, *recall* untuk menghitung berapa banyak data relevan yang dipilih sementara *accuracy* untuk menghitung tingkat kekurasian

prediksi [13]. Dari tabel 2.2, dapat diidentifikasi berapa banyak jumlah data hasil prediksi yang sesuai dengan nilai aktualnya. Selain itu dapat dilihat juga berapa banyak hasil prediksi yang menghasilkan keluaran yang tidak sesuai dengan nilai aktualnya. Untuk nilai prediksi yang tepat maka akan diinisialisasikan sebagai nilai True Positif (TP).

Nilai *True Positif* (TP) akan selalu membentuk diagonal pada tabel, semua nilai TP akan dijumlahkan kemudian dibagi dengan banyaknya data atau penjumlahan dari semua nilai pada kolom tabel untuk menghitung nilai akurasi, berikut persamaannya.

$$Accuracy = \frac{TP\ (A) + TP\ (B) + TP\ (C)}{N} \qquad \text{... (2.17)}$$

Nilai *precision* didapat dari penghitungan nilai prediksi yang tepat pada suatu kelas dibagi dengan total jumlah nilai prediksi yang ada pada kelas tersebut, berikut persamaannya.

$$Precision = \frac{TP\ (A)}{nP\ (A)} \qquad \text{... (2.18)}$$

Nilai *recall* didapat dari penghitungan nilai prediksi yang tepat pada suatu kelas dibagi dengan total jumlah nilai aktual yang ada pada kelas tersebut, berikut persamaannya.

$$Recall = \frac{TP\ (A)}{nA\ (A)} \qquad \text{... (2.19)}$$