BAB 3
ANALISIS DAN KEBUTUHAN SISTEM

1.1. Analisis

Pada bagian ini akan dilakukan analisis dan perancangan pada sistem yang akan dibangun, yaitu penerapan algoritma *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* dalam menentukan tingkat potensi longsor menggunakan data tematik.

1.1.1. Analisis Masalah

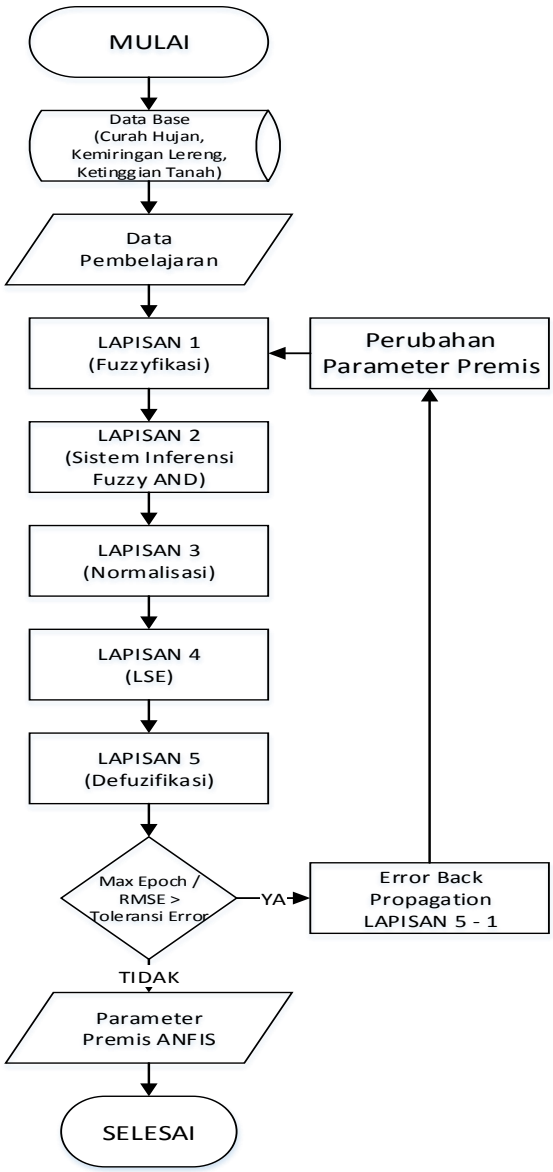
Longsor merupakan kejadian bencana alam yang sering terjadi tiba-tiba, sehingga sulit untuk diprediksi kejadiannya. Menurut data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) terdapat 494 kejadian longsor pada tahun 2011-2014 atau 4 tahun terakhir ini. Salah satu cara untuk memperkecil terjadinya longsor adalah dengan menentukan tingkat longsor menggunakan beberapa faktor penyebab, yaitu kemiringan lereng, ketinggian tanah dan curah hujan.

Berdasarkan hasil studi literatur penggunaan algoritma *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) sebelumnya yang berjudul "Prediksi Curah Hujan dan Debit Menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS)" yang ditulis oleh Rizki Maulana, beberapa kesimpulan yang didapat yaitu model dinamika temporal hidrometeorologi dapat diidentifikasi secara akurat oleh ANFIS dengan menggunakan data pentad yang menghasilkan nilai training dan prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan data bulanan, metode temporal hasil identifikasi ANFIS juga layak dipergunakan untuk memprediksi curah hujan dan debit sungai, karena hasil prediksi dapat memberikan nilai kesalahan (RMSE) yang cukup kecil dan nilai korelasi yang mendekati 1.

Dengan begitu pengimplementasian sistem penentuan tingkat potensi longsor yang baik pastilah diperlukan beberapa kriteria yaitu tingkat keakurasian yang tinggi dan kecepatan baik dalam menentukan tingkatan faktor-faktor pendukung terjadinya longsor ataupun dalam proses pembelajarannya. Algoritma ANFIS memiliki keunggulan yaitu teknik pembelajaran dari jaringan syaraf tiruan untuk mengoptimasi proses, sehingga dapat mengurangi waktu proses pencarian.

1.1.2. Analisis Data Masukan

Setelah dilakukan analisis masalah dari sistem, maka tahap selanjutnya adalah menentukan analisis dari sistem yang akan dibangun. Adapun analisis sistem yang akan dibangun dapat dilihat dari *flowmap* gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowmap* Analisis dari Sistem yang akan dibangun

Berdasarkan gambar 3.1, terdapat data input yaitu data curah hujan, kemiringan lereng dan ketinggian tanah yang akan dimasukan kedalam sistem sebagau data pembelajaran. Pada alur maju yaitu lapisan 1 terdapat proses *fuzzyfikasi*, lapisan 2 proses inferensi fuzzy, lapisan 3 proses normalisasi, lapisan 4 merupakan proses LSE yang akan menghasilkan parameter konsekuen dan lapisan 5 merupakan proses *defuzifikasi* yang akan menghasilkan *output*. Setelah lapisan 1-

5 selesai dikerjakan, selanjutnya akan dicek apakah iterasi sudah melebihi batas iterasi yang ditetapkan atau rmse melebihi batas toleransi *error* yang ditetapkan, jika kedua kondisi tersebut benar maka akan dilakukan perhitungan *Error Back Propagation* Lapisan 5-1 yang dimana akan memperbarui nilai parameter premis, kemudian akan dilanjutkan kembali ke perhitungan lapisan 1, jika salah satu kondisi salah maka proses selanjutnya adalah menghitung parameter premis yang baru.

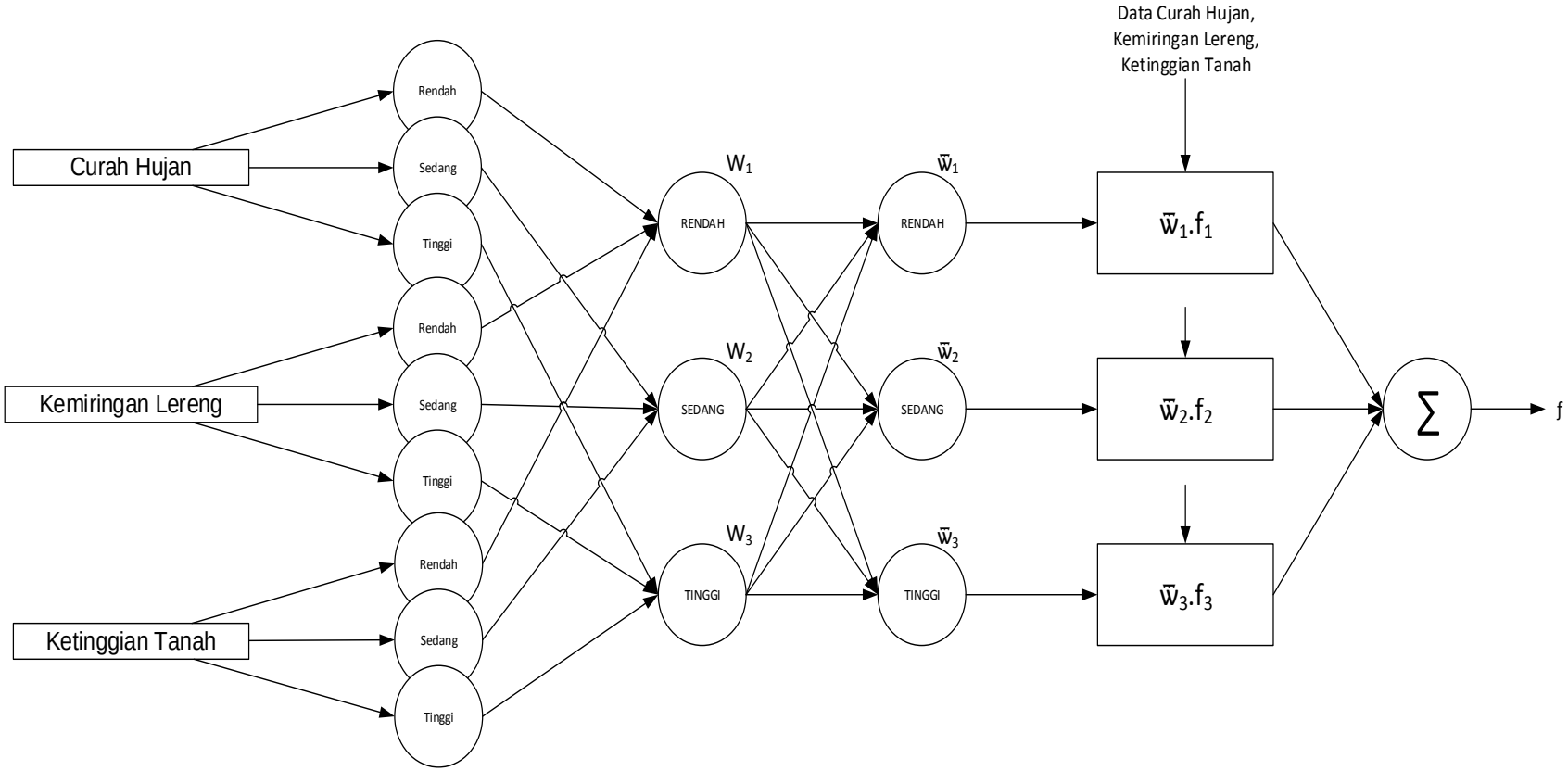
1.1.3. Analisis Kebutuhan Data

Untuk menjalankan sistem ini dibutuhkan masukan data yang dijadikan sebagai bahan perbandungan dengan data yang ada pada basis data. Adapun data yang diperlukan untuk pembuatan aplikasi ini yaitu :

1. Data shapefile kota bogor yang merupakan hasil olahan citra satelit yang berformat *.shp
2. Data citra LANDSAT untuk pembuatan peta kemiringan lereng yang berformat *.TIFF.
3. Gambar yang merupakan hasil dari pengolahan citra satelit menggunakan *software ArcGIS*, yaitu gambar faktor penyusun longsor kemiringan lereng yang berformat *.bmp.
4. Data curah hujan per kecamatan kota Bogor dari kementrian PU.
5. Data ketinggian tanah per kecamatan kota Bogor yang diambil dari website pemerintah kota bogor profilwilayah.kotabogor.go.id.

1.1.4. Analisis Metode

Analisis metode disini akan membahas sample data yang akan dilakukan simulasi pada algoritma ANFIS hingga output yang akan diharapkan. Awal data yang akan diproses masih berupa citra LANDSAT yaitu berupa citra mentah yang masih belum diolah. Pengolah citra LANDSAT menggunakan *software* ArcGIS. Setelah pengolahan citra satelit yaitu LANDSAT tersebut maka didapatlah nilai kemiringan lereng yang nantinya akan digabung dengan paramater curah hujan dan ketinggian tanah yang akan direpresentasikan dalam fungsi keanggotaan *gbell*. Berikut struktur ANFIS yang digunakan dalam menentukan tingkat potensi longsor dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 struktur anfis yang digunakan

Dari gambar 3.2 dapat dijelaskan bahwa setiap faktor-faktor pendukung terjadinya longsor memiliki 3 kategori yaitu rendah sedang dan tinggi yang diolah pada lapisan 1, kemudian dihitung pembobotan untuk tiap kategori pada lapisan 2, kemudian dihitung rata-rata bobot pada lapisan 3, kemudian menghitung nilai pembelajaran menggunakan LSE pada lapisan 4 dan menghitung nilai akhir pada lapisan 5.

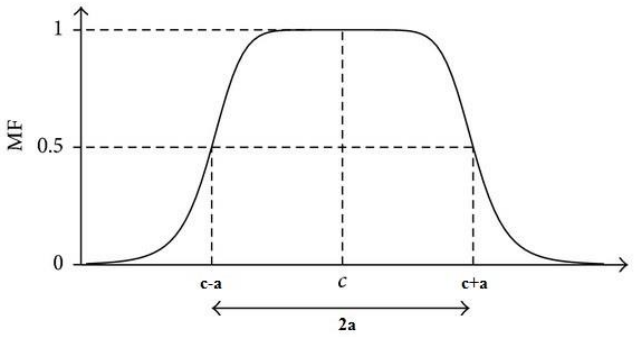
Sample data yang digunakan sebanyak 3 data rawan longsor tinggi, 3 data rawan longsor sedang dan 3 data tidak rawan longsor. Yang akan menghasilkan target keluaran 1. Rawan longsor tinggi, 2. Rawan longsor sedang, 3. Tidak rawan longsor. Yang ditampilkan pada tabel 3.1.

Nilai masukan : Curah Hujan, Kemiringan Lereng, Ketinggian Tanah (3 inputan),

Tabel 3. 1 Data Masukan dan Target Keluaran

No	Nama Kelurahan	Curah Hujan	Kemiringan Lereng	Ketinggian Tanah	Target Keluaran
1	Kebon Kalapa	3750	0	400	1
2	Bantarjati	3000	10	300	1
3	Bondongan	800	45	2600	1
4	Cibuluh	2000	13	251	2
5	Cilendek Barat	4250	8	200	2
6	Sindangsari	4000	0	2150	2
7	Pasir Kuda	2900	0	400	3
8	Babakan Pasar	3750	6	450	3
9	Gudang	3750	8	400	3

Parameter premis akan diinisialisasi berdasarkan data masukan yang ada padat tabel 3.1. parameter premis c merupakan titik pusat dari data yang ada, parameter premis b merupakan nilai koefisien yang bernilai 1 untuk menentukan nilai keanggotaan bell tidak terbalik, parameter premis a merupakan lebar dari titik pusat data ke data yang terkecil atau terbesar. Kurva fungsi keanggotaan dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Kurva Fungsi Keanggotaan

Berdasarkan gambar 3.3 dan tabel 3.1 maka parameter premis yang akan digunakan dalam perhitungan dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Tabel Parameter Premis

		Curah Hujan	Kemiringan Lereng	Ketinggian Tanah
Rendah	a	425	4	25
	b	1	1	1
	c	3325	4	425
Sedang	a	1125	6,5	975
	b	1	1	1
	c	3125	6,5	1175
Tinggi	a	1475	22,5	1150
	b	1	1	1
	c	2275	22,5	1450

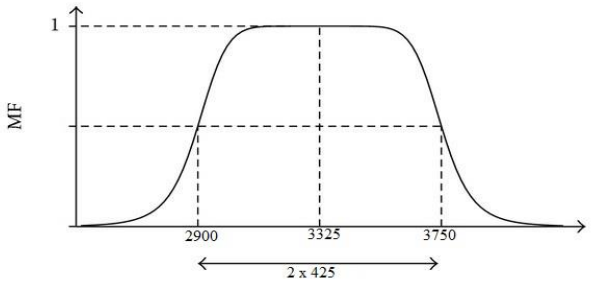
1. Lapisan 1

Menentukan *membership function* dari 3 parameter yaitu Curah Hujan, Ketinggian Tanah dan Kemiringan Lereng, fungsi keanggotaannya sebagai berikut:

dengan menggunakan persamaan 2.1. Kemudian menghitung nilai *membership function*.

Data Ke-1 : Kelurahan Kebon Kelapa

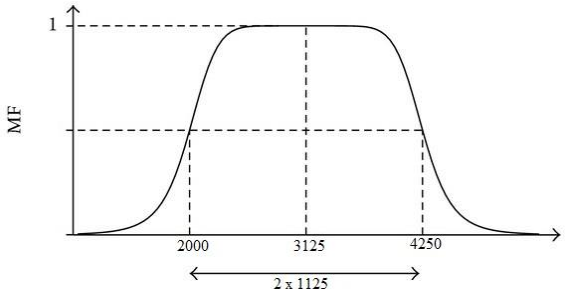
Curah Hujan x = 3750 :



Gambar 3. 4 Kurva Keanggotaan Curah Hujan Rendah

Rendah (R) : gbell(x; 425; 1; 3325)

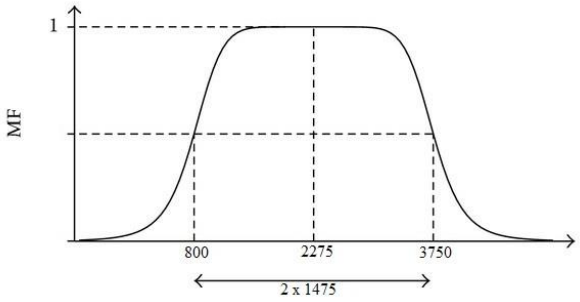
$$\mu_R\,(3750) = gbell(3750,425,1,3325) = \frac{1}{1+\left|\frac{3750-3325}{425}\right|^2} = 0{,}5$$



Gambar 3. 5 Kurva Keanggotaan Curah Hujan Sedang

Sedang (S) : gbell(x; 1125; 1; 3125)

$$\mu_S\,(3750) = gbell(3750,1125,1,3125) = \frac{1}{1+\left|\frac{3750-3125}{1125}\right|^2} = 0{,}76415$$



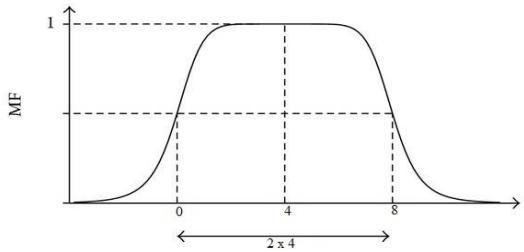
Gambar 3. 6 Kurva Keanggotaan Curah Hujan Tinggi

Tinggi (T) : gbell(x; 1475; 1; 2275)

$$\mu_T\,(3750) = gbell(3750,1475,1,2275) = \frac{1}{1+\left|\frac{3750-2275}{1475}\right|^2} = 0{,}5$$

Dari hasil *membership function* yang ada menunjukkan bahwa nilai curah hujan pada daerah Kebon Kelapa memiliki nilai keanggotaan paling besar pada himpunan Tinggi (T).

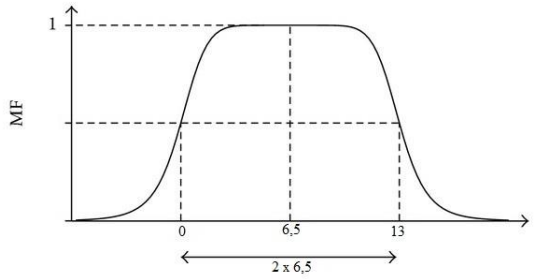
Kemiringan Lereng x = 0:



Gambar 3. 7 Kurva Keanggotaan Kemiringan Lereng Rendah

Rendah (R) : gbell(x; 4; 1; 4)

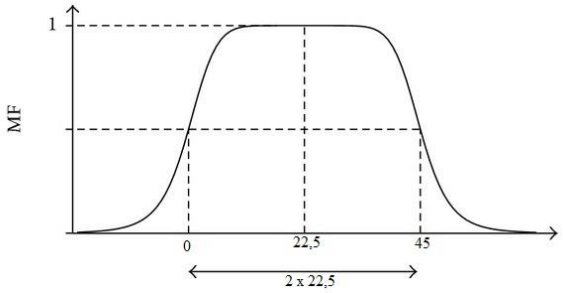
$\mu_R\ (0) = gbell(0{,}4{,}1{,}4) = \frac{1}{1+\left|\frac{0-4}{4}\right|^2}$ = 0,5



Gambar 3. 8 Kurva Keanggotaan Kemiringan Lereng Sedang

Sedang (S) : gbell(x; 6,5; 1; 6,5)

$\mu_S\ (0) = gbell(0, 6{,}5, 1, 6{,}5) = \frac{1}{1+\left|\frac{0-6{,}5}{6{,}5}\right|^2}$ = 0,5



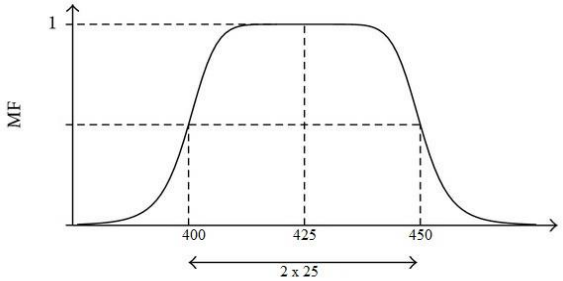
Gambar 3. 9 Kurva Keanggotaan Kemiringan Lereng Tinggi

Tinggi (T) : gbell(x; 22,5; 1; 22,5)

$\mu_T\ (0) = gbell(0, 22{,}5, 1, 22{,}5) = \frac{1}{1+\left|\frac{0-22{,}5}{22{,}5}\right|^2}$ = 0,5

Dari hasil *membership function* yang ada menunjukkan bahwa nilai kemiringan lereng pada daerah Kebon Kelapa memiliki nilai keanggotaan paling besar pada himpunan Sedang (S) dan Tinggi (T).

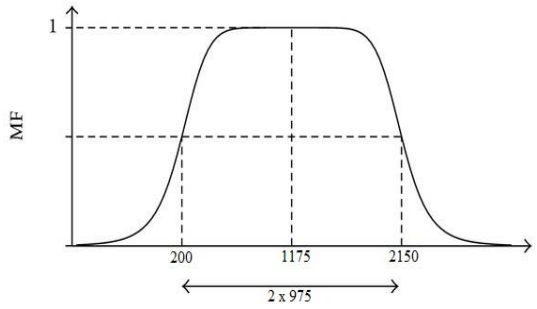
Ketinggian Tanah x = 400 :



Gambar 3. 10 Kurva Keanggotaan Ketinggian Tanah Rendah

Rendah (R) : gbell(x; 25; 1; 425)

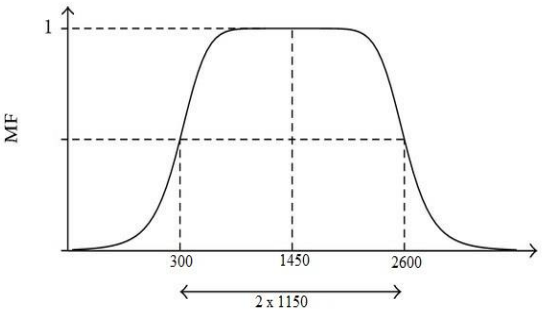
$$\mu_R\,(400) = gbell(400,25,1,425) = \frac{1}{1+\left|\frac{400-425}{25}\right|^2} = 0{,}5$$



Gambar 3. 11 Kurva Keanggotaan Ketinggian Tanah Sedang

Sedang (S) : gbell(x; 975; 1; 1175)

$$\mu_S\,(400) = gbell(400,975,1,1175) = \frac{1}{1+\left|\frac{400-1175}{975}\right|^2} = 0{,}61281$$



Gambar 3. 12 Kurva Keanggotaan Ketinggian Tanah Tinggi

Tinggi (T) : gbell(x; 1150; 1; 1450)

$$\mu_T\,(400) = gbell(400,1150,1,1450) = \frac{1}{1+\left|\frac{400-1450}{1150}\right|^2} = 0{,}54536$$

Dari hasil *membership function* yang ada menunjukkan bahwa nilai kemiringan lereng pada daerah Kebon Kelapa memiliki nilai keanggotaan paling besar pada himpunan Tinggi (T).

Berdasarkan hasil perhitungan *membership function* setiap parameter, maka didapat hasil sebagai berikut, yang dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Tabel *membership function*

No	Curah Hujan			MF	Kemiringan Lereng			MF	Ketinggian Tanah			MF
	Rendah (R)	Sedang (S)	Tinggi (T)		Rendah (R)	Sedang (S)	Tinggi (T)		Rendah (R)	Sedang (S)	Tinggi (T)	
1	0,5	0,76415	0,5	**0,76415**	0,5	0,5	0,5	**0,5**	0,5	0,61281	0,54536	**0,61281**
2	0,631	0,9878	0,80541	**0,9878**	0,30769	0,77523	0,76415	**0,77523**	0,03846	0,5539	0,5	**0,5539**
3	0,02755	0,18971	0,5	**0,5**	0,00943	0,02771	0,5	**0,5**	0,00013	0,31887	0,5	**0,5**
4	0,09328	0,5	0,96641	**0,96641**	0,16495	0,5	0,8487	**0,8487**	0,02023	0,52684	0,47915	**0,52684**
5	0,1743	0,5	0,35805	**0,5**	0,5	0,94944	0,70656	**0,94944**	0,01219	0,5	0,4584	**0,5**
6	0,28389	0,62308	0,42235	**0,62308**	0,5	0,5	0,5	**0,5**	0,00021	0,5	0,72965	**0,72965**
7	0,5	0,96154	0,84778	**0,96154**	0,5	0,5	0,5	**0,5**	0,5	0,61281	0,54536	**0,61281**
8	0,5	0,76415	0,5	**0,76415**	0,8	0,99412	0,65029	**0,99412**	0,5	0,64395	0,56943	**0,64395**
9	0,5	0,76415	0,5	**0,76415**	0,5	0,94944	0,70656	**0,94944**	0,5	0,61281	0,54536	**0,61281**

2. Lapisan 2

Pada lapisan 2 ini akan dihitung nilai W_1,W_2,W_3 dari setiap nilai keanggotaan yang didapat dari tabel 3.3, menggunakan persamaan 2.2, berikut perhitungan untuk data ke-1:

$W_1=\mu_R$(Curah Hujan).μ_R(Kemiringan Lereng).μ_R(Ketinggian Tanah)

=0,5*0,5*0,5

= 0,125

$W_2=\mu_S$(Curah Hujan).μ_S(Kemiringan Lereng).μ_S(Ketinggian Tanah)

=0,76415*0,5*0,61281

= 0,23414

$W_3=\mu_T$(Curah Hujan).μ_T(Kemiringan Lereng).μ_T(Ketinggian Tanah)

=0,5*0,5*0,54536

= 0,13634

Hasil perhitungan dari lapisan 2 dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Tabel Hasil Perhitungan Lapisan 2

Data Ke-	W_1	W_2	W_3
1	0,125	0,23414	0,13634
2	0,00746	0,42416	0,30773
3	0,0000008	0,00168	0,125
4	0,00031	0,13171	0,39299
5	0,00106	0,23736	0,11597
6	0,00003	0,15577	0,15408
7	0,125	0,29462	0,23117
8	0,2	0,489177	0,18515
8	0,125	0,444604	0,19266

3. Lapisan 3

Pada langkah ini akan dihitung derajat pengaktifan *firing strength (W_i)* dengan menggunakan hasil dari tabel 3.4 dan *t-norm* yang menggunakan rumus pada persamaan 2.3, dengan perhitungan sebagai berikut :

Perhitungan untuk data ke-1 :

$$\overline{W_1} = \frac{W_1}{W_1+W_2+W_3} = \frac{0.125}{0,49548}=0,25228$$

$$\overline{W_2} = \frac{W_2}{W_1+W_2+W_3} = \frac{0,23414}{0,49548}=0,47255$$

$$\overline{W_3} = \frac{W_3}{W_1+W_2+W_3} = \frac{0,13634}{0,49548}=0,27517$$

Hasil perhitungan lapisan 3 dapat dilihat pada tael 3.5.

Tabel 3. 5 Tabel Hasil Perhitungan Lapisan 3

Data ke-	$\overline{W_1}$	$\overline{W_2}$	$\overline{W_3}$
1	0,25228	0,47255	0,27517
2	0,0101	0,57369	0,41621
3	0,000002	0,01323	0,98676
4	0,00059	0,25087	0,74854
5	0,003	0,66976	0,32724
6	0,0001	0,50267	0,49723
7	0,19207	0,45271	0,35522
8	0,22875	0,55949	0,21176
9	0,16398	0,58326	0,25275

4. Lapisan 4

Pada lapisan ini dilakukan perhitungan mengubah hasil fuzzy kedalam himpunan klasik (crisp). Pada lapisan ini dilakukan perhitungan LSE untuk mendapatkan nilai parameter koefisien.

Perhitungan untuk data ke-1:

$w_1 = \overline{W_1} * \boldsymbol{Curah\ Hujan} = 0,25228 * 3750 = 946,05091$

$x_1 = \overline{W_1} * \boldsymbol{Kemiringan\ Lereng} = 0,25228 * 0 = 0$

$y_1 = \overline{W_1} * \boldsymbol{Ketinggian\ Tanah} = 0,25228 * 400 = 100,9121$

$z_1 = \overline{W_1} = 0,25228$

$w_2 = \overline{W_2} * \boldsymbol{Curah\ Hujan} = 0,47255 * 3750 = 1772,07088$

$x_2 = \overline{W_2} * \boldsymbol{Kemiringan\ Lereng} = 0,47255 * 0 = 0$

$y_2 = \overline{W_2} * \boldsymbol{Ketinggian\ Tanah} = 0,47255 * 400 = 189,02089$

$z_2 = \overline{W_2} = 0,47255$

$w_3 = \overline{W_3} * \boldsymbol{Curah\ Hujan} = 0,27517 * 3750 = 1031,87821$

$x_3 = \overline{W_3} * \boldsymbol{Kemiringan\ Lereng} = 0,27517 * 0 = 0$

$y_3 = \overline{W_3} * \boldsymbol{Ketinggian\ Tanah} = 0,27517 * 400 = 110,06701$

$z_3 = \overline{W_3} = 0,27517$

hasil dari perhitungan ditas, dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Hasil Perhitung Nilai Koefisien

data ke-	w1	x1	y1	z1	w2	x2	y2	z2	w3	x3	y3	z3
1	946,05091	0	100,9121	0,25228	1772,07088	0	189,02089	0,47255	1031,87821	0	110,06701	0,27517
2	30,30001	0,101	3,03	0,0101	1721,06478	5,73688	172,10648	0,57369	1248,63521	4,16212	124,86352	0,41621
3	0,00022	0,00012	0,0007	0,000002	10,5877	0,59556	34,41003	0,01323	789,41208	44,40443	2565,58926	0,98676
4	1,18558	0,00771	0,14879	0,00059	501,73588	3,26128	62,96785	0,25087	1497,07854	9,73101	187,88336	0,74854
5	12,74599	0,02399	0,59981	0,003	2846,49727	5,35811	133,95281	0,66976	1390,75674	2,61789	65,44737	0,32724
6	0,38476	0	0,20681	0,00096	2010,68064	0	1080,74084	0,50267	1988,9346	0	1069,05235	0,49723
7	557,01079	0	76,82907	0,19207	1312,85783	0	181,08384	0,45271	1030,13138	0	142,08709	0,355212
8	857,80545	1,37249	102,93665	0,22875	2098,09457	3,35695	251,77135	0,55949	794,09998	1,27056	95,292	0,21176
9	614,94047	1,31187	65,59365	0,16398	2187,23957	4,66611	233,30555	0,58326	947,81995	2,02202	101,10079	0,25275

Setelah melakukan mendapat nilai LSE, selanjutnya dilakukanlah pembelajaran *hybrid* sebagai berikut :

Perhitungan pembelajaran arah maju (*forward pass*) yang bertujuan untuk mencari nilai parameter koefisien. Dengan langkah yaitu memasukan hasil hitung koefisien yang ada pada tabel 3.6 menjadi matriks A, yaitu sebagai berikut :

$$A = \begin{array}{c} \begin{matrix} \text{w1} & \text{x1} & \text{y1} & \text{z1} & \text{w2} & \text{x2} & \text{y2} & \text{z2} & \text{w3} & \text{x3} & \text{y3} & \text{z3} \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} \mathbf{946} & \mathbf{0} & \mathbf{100} & \mathbf{0,2} & \mathbf{1772} & \mathbf{0} & \mathbf{189} & \mathbf{0,4} & \mathbf{1031} & \mathbf{0} & \mathbf{110} & \mathbf{0,2} \\ \mathbf{30} & \mathbf{0,1} & \mathbf{3} & \mathbf{0,01} & \mathbf{1721} & \mathbf{5} & \mathbf{172} & \mathbf{0,5} & \mathbf{1248} & \mathbf{4} & \mathbf{124} & \mathbf{0,4} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{10} & \mathbf{0,5} & \mathbf{34} & \mathbf{0,01} & \mathbf{789} & \mathbf{44} & \mathbf{2565} & \mathbf{0,9} \\ \mathbf{1} & \mathbf{0,007} & \mathbf{0,1} & \mathbf{0} & \mathbf{501} & \mathbf{3} & \mathbf{62} & \mathbf{0,2} & \mathbf{1497} & \mathbf{9} & \mathbf{187} & \mathbf{0,7} \\ \mathbf{12} & \mathbf{0,02} & \mathbf{0,5} & \mathbf{0} & \mathbf{2846} & \mathbf{5} & \mathbf{133} & \mathbf{0,6} & \mathbf{1390} & \mathbf{2} & \mathbf{65} & \mathbf{0,3} \\ \mathbf{0,4} & \mathbf{0} & \mathbf{0,2} & \mathbf{0} & \mathbf{2010} & \mathbf{0} & \mathbf{1080} & \mathbf{0,5} & \mathbf{1988} & \mathbf{0} & \mathbf{1069} & \mathbf{0,4} \\ \mathbf{557} & \mathbf{0} & \mathbf{76,8} & \mathbf{0,1} & \mathbf{1312} & \mathbf{0} & \mathbf{181} & \mathbf{0,4} & \mathbf{1030} & \mathbf{0} & \mathbf{142} & \mathbf{0,3} \\ \mathbf{857} & \mathbf{1} & \mathbf{102} & \mathbf{0,2} & \mathbf{2098} & \mathbf{3} & \mathbf{251} & \mathbf{0,5} & \mathbf{794} & \mathbf{1} & \mathbf{95} & \mathbf{0,2} \\ \mathbf{614} & \mathbf{1} & \mathbf{65} & \mathbf{0,1} & \mathbf{2187} & \mathbf{4} & \mathbf{233} & \mathbf{0,5} & \mathbf{947} & \mathbf{2} & \mathbf{101} & \mathbf{0,2} \end{bmatrix} \end{array}$$

Dari matriks A tersebut akan dicari nilai parameter konsekuen θ(*teta*) dengan menggunakan metode *Least Squares Estimator* (LSE), menggunakan rumus :

$$\boldsymbol{\theta = \mathbf{inv}(A^T \mathbf{A}) A^T . y}$$

dengan, **y = *output* target** yang sudah ditetapkan sebelumnya dari tabel 3.1.

$$A^T = \begin{bmatrix} \mathbf{946} & \mathbf{30} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{12} & \mathbf{0,4} & \mathbf{557} & \mathbf{857} & \mathbf{614} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0,1} & \mathbf{0} & \mathbf{0,007} & \mathbf{0,02} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\ \mathbf{100} & \mathbf{3} & \mathbf{0} & \mathbf{0,1} & \mathbf{0,5} & \mathbf{0,2} & \mathbf{76,8} & \mathbf{102} & \mathbf{65} \\ \mathbf{0,2} & \mathbf{0,01} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0,1} & \mathbf{0,2} & \mathbf{0,1} \\ \mathbf{1772} & \mathbf{1721} & \mathbf{10} & \mathbf{501} & \mathbf{2846} & \mathbf{2010} & \mathbf{1312} & \mathbf{2098} & \mathbf{2187} \\ \mathbf{0} & \mathbf{5} & \mathbf{0,5} & \mathbf{3} & \mathbf{5} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{3} & \mathbf{4} \\ \mathbf{189} & \mathbf{172} & \mathbf{34} & \mathbf{62} & \mathbf{133} & \mathbf{1080} & \mathbf{181} & \mathbf{251} & \mathbf{233} \\ \mathbf{0,4} & \mathbf{0,5} & \mathbf{0,01} & \mathbf{0,2} & \mathbf{0,6} & \mathbf{0,5} & \mathbf{0,4} & \mathbf{0,5} & \mathbf{0,5} \\ \mathbf{1031} & \mathbf{1248} & \mathbf{789} & \mathbf{1497} & \mathbf{1390} & \mathbf{1988} & \mathbf{1030} & \mathbf{794} & \mathbf{947} \\ \mathbf{0} & \mathbf{4} & \mathbf{44} & \mathbf{9} & \mathbf{2} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} \\ \mathbf{110} & \mathbf{124} & \mathbf{2565} & \mathbf{187} & \mathbf{65} & \mathbf{1069} & \mathbf{142} & \mathbf{95} & \mathbf{101} \\ \mathbf{0,2} & \mathbf{0,4} & \mathbf{0,9} & \mathbf{0,7} & \mathbf{0,3} & \mathbf{0,4} & \mathbf{0,3} & \mathbf{0,2} & \mathbf{0,2} \end{bmatrix}$$

$$y = \begin{bmatrix} \mathbf{1} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \\ \mathbf{3} \\ \mathbf{3} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\theta} = \begin{bmatrix} -0,00286 \\ 0,34638 \\ -0,01031 \\ 3,27006 \\ 0,000008 \\ -0,17161 \\ -0,01030 \\ 6,87620 \\ -0,00034 \\ -0,07240 \\ 0,00126 \\ 4,46193 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w1 \\ x1 \\ y1 \\ z1 \\ w2 \\ x2 \\ y2 \\ z2 \\ w3 \\ x3 \\ y3 \\ z3 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya akan dihitung nilai $\overline{\boldsymbol{W_1}}.\boldsymbol{f_i}$, menggunakan persamaan 2.4 untuk menghitung *output* dari proses fuzzyfikasi berdasarkan parameter konsekuen, yaitu:
Perhitungan untuk data ke-1:

$\overline{\boldsymbol{W_1}}.\boldsymbol{f_1}$ = 0,25228*((-0,00286*3750)+(0,34638*0)+(-0,01031*400)+(3,27006))
= -0,99565

$\overline{\boldsymbol{W_2}}.\boldsymbol{f_2}$ = 0,47255*((0,000008*3750)+(-0.17161*0)+(-0,01030*400)+(6,87620))
= 1,27508

$\overline{\boldsymbol{W_3}}.\boldsymbol{f_3}$ = 0,27517*((-0,00034*3750)+(-0,07240*0)+(0,00126*400)+(4,46193))
= 1,83574

Hasil perhitungan lapisan 4 dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Tabel Hasil Perhitungan Lapisan 4

data ke-	$\overline{W_1}.f_1$	$\overline{W_2}.f_2$	$\overline{W_3}.f_3$
1	-2,92114	1,31662	1,01562
2	-0,04988	1,20136	1,28856
3	-0,00002	-0,36553	4,15223
4	-0,0003	0,52079	2,36313
5	-0,02451	2,32898	0,88017
6	-0,00291	-7,65908	2,88938
7	-1,75706	1,25826	1,41374
8	-2,29117	0,69463	0,70294
9	-1,44435	0,82433	0,78649

5. Lapisan 5

Pada lapisan ini hanya ada satu rumus tetap yang fungsinya untuk menjumlahkan semua masukan yang berasal dari lapisan keempat. Perhitungan lapisan 5 disini menggunakan tabel 3.7 dan menggunakan persamaan 2.5, dengan hasil perhitungan lapisan 5 dapat dilihat pada tabel 3.8.

Perhitungan untuk data ke-1:

$$\sum \overline{W_1} f_1 = \overline{W_1} f_1 + \overline{W_2} f_2 + \overline{W_3} f_3 = (-2,92114) + (1,31662) + (1,01562) = \textbf{-0,58889}$$

Tabel 3. 8 Tabel Hasil Perhitungan Lapisan 5

data ke-	$\sum \overline{W_i} f_i$
1	-0,58889
2	2,44003
3	3,78669
4	2,88360
5	3,18464
6	-4,77261
7	0,91493
8	-0,89360
9	0,16647

1.1.4.1. RMSE (Root Mean Squared Error)

RMSE adalah rata-rata kuadrat dari perbedaan nilai estimasi dengan nilai observasi suatu variabel. Jika nilai RMSE semakin kecil maka estimasi model atau variabel yang digunakan tersebut semakin valid.

Berikut merupakan rumus untuk menggunakan nilai RMSE :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} (Y_t - \sum \overline{W_i} f_{i_t})^2}{n}}$$

Dengan :

Y_t = target output ke-t

$\sum \overline{W_i} f_{i_t}$ = hasil perhitungan lapisan 5 ke-t

n = jumlah data

$$RMSE = \sqrt{\frac{(1 - (-0,58889))^2 + \cdots + (3 - 0,16647)^2}{9}}$$

= 0,71637

1.1.4.2. Error Back Propagation (EBP)

Untuk melakukan koreksi kesalahan keluaran jaringan digunakan metode *gradient descent* (penurunan gradien) menggunakan algortima EBP. Prosedur

propagasi balik menghitung sinyal kesalahan secara mundur dari lapisan keluaran hingga lapisan masukan yang terdapat pada tahap maju.

a. Hitung eror di lapisan ke-5

Propagasi *error* pada lapisan ke-5 ini dapat dihitung menggunakan persamaan 2.6, dari perhitungan propagasi *error* lapisan ke-5 didapatlah hasil:

$\boldsymbol{\varepsilon_5 = -2(1 - (-0,58889))}$ = 2,230338 (data ke-1)

$\boldsymbol{\varepsilon_5 = -2(1 - 2,44003)}$ = 1,31668 (data ke-2)

$\boldsymbol{\varepsilon_5 = -2(1 - 3,78669)}$ = 0,88269 (data ke-3)

$\boldsymbol{\varepsilon_5 = -2(2 - 2,88360)}$ = 2,09404 (data ke-4)

$\boldsymbol{\varepsilon_5 = -2(2 - 3,18464)}$ = 0,76154 (data ke-5)

$\boldsymbol{\varepsilon_5 = -2(2 - (-4,77261))}$ = 1,59674 (data ke-6)

$\boldsymbol{\varepsilon_5 = -2(3 - 0,91493)}$ = 2,23034 (data ke-7)

$\boldsymbol{\varepsilon_5 = -2(3 - (-0,89360))}$ = 2,26247 (data ke-8)

$\boldsymbol{\varepsilon_5 = -2(3 - 0,16647)}$ = 2,23034 (data ke-9)

b. Hitung eror di lapisan ke-4 :

Pada lapisan 4 tidak dilakukan perhitungan kesalahan, dikarenakan pada alur mundur tidak terjadi *update* nilai parameter konsekuen yang terdapat pada lapisan 4.

c. Hitung eror di lapisan ke-3 :

Propagasi eror pada lapisan ke-3 dapat dihitung menggunakan persamaan 2.7 & 2.8, sehingga menghasilkan :

$$\boldsymbol{\varepsilon_{3,i} = (w_i * Curah\ Hujan + x_i * Kemiringan\ Lereng + y_i * Ketinggian\ Tanah + z_i) * \varepsilon_5}$$

Dengan nilai w_i, x_i, y_i, z_i yang didapat dari hasil perhitungan pada lapisan ke-4.

Perhitungan untuk data ke-1:

$\boldsymbol{\varepsilon_{3,1}}$ =2,230338 *((-0,00286*3750)+(0.34638*0)+(-0,01031*400)+(3,27006))

= -25,839

$\boldsymbol{\varepsilon_{3,2}}$ =2,230338 *((0,000085*3750)+(-0.17161*0)+(-0,01030*400)+(6,87620))

= 6,856487

$\boldsymbol{\varepsilon_{3,3}}$ =2,230338 *((-0,00034*3750)+(-0,07240*0)+(0,00127*400)+(4,46193))

= 8,20032

Hasil dari perhitungan propagasi *error* pada lapisan ke-3 dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Eror lapisan ke-3

Data ke-	ε_{31}	ε_{32}	ε_{33}
1	-25,839	6,856487	8,20032
2	-6,50979	3,060672	4,061309
3	-9,04658	-24,3313	3,720255
4	-1,12725	4,66855	6,595332
5	-6,23087	2,897171	2,035332
6	-48,4619	-23,8459	9,264979
7	-25,839	6,856487	8,20032
8	-27,378	5,7898	8,461433
9	-25,839	6,856487	8,20032

d. Hitung eror di lapisan ke-2 :

Propagasi *error* pada lapisan ke-2 dapat dihitung menggunakan menggunakan hasil dari tabel 3.9 dan persamaan 2.9 & 2.10, sehingga menghasilkan rumus :

$$\boldsymbol{\varepsilon_{2,i} = \frac{W_i}{(W_1+W_2+W_3)^2} * \varepsilon_{3i}}$$

Perhitungan untuk data ke-1 :

$$\boldsymbol{\varepsilon_{2,1}} = \frac{W_1}{W_1+\cdots W_3} * \varepsilon_{3,1} = \frac{0.10865}{(1{,}26420)^2} * -25{,}839 = -1{,}75657$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_{2,2}} = \frac{W_2}{W_1+\cdots W_3} * \varepsilon_{3,2} = \frac{0{,}52435}{(1{,}26420)^2} * 6{,}856487 = 2{,}249547$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_{2,3}} = \frac{W_3}{W_1+\cdots W_3} * \varepsilon_{3,3} = \frac{0{,}63120}{(1{,}26420)^2} * 8{,}20032 = 3{,}238673$$

Hasil perhitungan propagasi *error* pada lapisan ke-2 dapat dilihat pada tabel 3.10.

Tabel 3. 10 eror lapisan ke-2

Data ke-	$\boldsymbol{\varepsilon_{21}}$	$\boldsymbol{\varepsilon_{22}}$	$\boldsymbol{\varepsilon_{23}}$
1	-1,75657	2,249547	3,238673
2	-0,4478	0,753118	0,82654
3	-0,20198	-17,1326	27,7481
4	-0,10109	1,092864	1,131391
5	-0,639	0,747899	0,559382
6	-3,32652	-19,3815	36,57479
7	-1,75657	2,249547	3,238673
8	-1,5906	1,936168	3,596637

Data ke-	ε_{21}	ε_{22}	ε_{23}
9	-1,75657	2,249547	3,238673

e. Hitung eror di lapisan ke-1 :

Propagasi eror pada lapisan ke-1 dapat dihitung menggunakan persamaan 2.11 sampai 2.14 dan menggunakan hasil perhitungan propagasi *error* lapisan ke-2 pada tabel 3.10, sehingga menghasilkan :

$$\varepsilon_{1,1} = \varepsilon_{2,1} * ((\mu_r Kemiringan\ Lereng) * (\mu_r Ketinggian\ Tanah))$$
$$\varepsilon_{1,2} = \varepsilon_{2,2} * ((\mu_s Kemiringan\ Lereng) * (\mu_s Ketinggian\ Tanah))$$
$$\varepsilon_{1,3} = \varepsilon_{2,3} * ((\mu_t Kemiringan\ Lereng) * (\mu_t Ketinggian\ Tanah))$$
$$\varepsilon_{1,4} = \varepsilon_{2,1} * ((\mu_r Curah\ Hujan) * (\mu_r Ketinggian\ Tanah))$$
$$\varepsilon_{1,5} = \varepsilon_{2,2} * ((\mu_s Curah\ Hujan) * (\mu_s Ketinggian\ Tanah))$$
$$\varepsilon_{1,6} = \varepsilon_{2,3} * ((\mu_t Curah\ Hujan) * (\mu_t Ketinggian\ Tanah))$$
$$\varepsilon_{1,7} = \varepsilon_{2,1} * ((\mu_r Curah\ Hujan) * (\mu_r Kemiringan\ Lereng))$$
$$\varepsilon_{1,8} = \varepsilon_{2,2} * ((\mu_s Curah\ Hujan) * (\mu_s Kemiringan\ Lereng))$$
$$\varepsilon_{1,9} = \varepsilon_{2,3} * ((\mu_t Curah\ Hujan) * (\mu_t Kemiringan\ Lereng))$$

Dengan :

$\varepsilon_{2.i}$ = nilai eror lapisan 2 ke-i

μ_r = nilai lapisan ke-1 data ke-i setiap parameter yang merupakan kategori rendah

μ_s = nilai lapisan ke-1 data ke-i setiap parameter yang merupakan kategori sedang

μ_t = nilai lapisan ke-1 data ke-i setiap parameter yang merupakan kategori tinggi

Berdasarkan rumus-rumus pada lapisan ke-1 dapat dilihat hasil dari propagasi *error* lapisan ke-1 pada tabel 3.11.

Tabel 3. 11 error lapisan ke-1

Data Ke-	$\varepsilon_{1,1}$	$\varepsilon_{1,2}$	$\varepsilon_{1,3}$	$\varepsilon_{1,4}$	$\varepsilon_{1,5}$	$\varepsilon_{1,6}$	$\varepsilon_{1,7}$	$\varepsilon_{1,8}$	$\varepsilon_{1,9}$
1	-0,432385552	1,384336364	2,052228667	-0,238557546	1,843051372	3,194130221	-0,620249619	1,226734993	2,064685775
2	-0,179118772	0,70881702	0,635799833	-0,143295018	0,732763541	0,782522871	-0,229272028	0,689659804	0,651059029
3	-7,5556E-05	-0,237886321	4,496692064	-0,001144279	-0,585212353	3,523599406	-0,010584577	-3,99024792	16,71248025
4	-0,039259731	1,071750449	0,902351571	-0,060598549	1,053212062	0,933995681	-0,058012949	1,05279912	0,840151908
5	-0,468993899	0,640653271	0,394007154	-0,176848727	0,536555413	0,495765078	-0,202808173	0,497120382	0,4148821
6	-0,025091006	-0,844393759	6,288210573	-0,012239515	-1,055492198	9,674170113	-1,038522864	-9,923315452	23,04774288
7	-0,432385552	1,384336364	2,052228667	-0,238557546	1,843051372	3,194130221	-0,620249619	1,226734993	2,064685775
8	-0,313225612	1,136832796	2,296107675	-0,172814131	1,513534788	3,573708444	-0,561645925	1,055841868	2,292891338
9	-0,432385552	1,384336364	2,052228667	-0,238557546	1,843051372	3,194130221	-0,620249619	1,226734993	2,064685775

Setelah mendapatkan nilai error pada lapisan ke-1, maka selanjutnya akan dilakukan *update* nilai $\mu_{i,}$ dimana menggunakan rumus :

$$\mu_i baru = \mu_i lama + \varepsilon_{i,j} \qquad \textbf{persamaan (3.1)}$$

Hasil dari persamaan 3.1 dapat dilihat pada tabel 3.12.

Tabel 3. 12 Tabel μ_i baru, hasil persamaan (3.1)

Data Ke-	CH Rendah	CH Sedang	CH Tinggi	KL Rendah	KL Sedang	KL Tinggi	KT Rendah	KT Sedang	KT Ttinggi
1	0,008994	2,236407	3,048338	0,561442	2,483051	3,83413	-0,31256	2,188273	3,054785
2	0,460881	1,68179	1,620415	0,656705	1,67394	1,582523	0,270728	1,68966	1,612597
3	0,890793	0,519052	5,183682	0,057679	-0,27752	4,400312	-0,00423	-3,94512	16,89732
4	0,901917	2,044723	1,779064	0,549158	2,043311	1,781005	0,57892	2,043286	1,781771
5	-0,12305	1,386767	1,360045	0,740582	1,427424	1,263519	0,597192	1,458659	1,332313
6	0,365153	-0,04439	7,272826	0,78776	-0,41549	10,31417	-1,02909	-9,85524	23,31638
7	0,008994	2,236407	3,048338	0,561442	2,483051	3,83413	-0,31256	2,188273	3,054785
8	0,128154	1,988904	3,292217	0,627186	2,153535	4,213708	-0,31549	1,973273	3,290398
9	0,008994	2,236407	3,048338	0,561442	2,483051	3,83413	-0,31256	2,188273	3,054785

Setelah mendapatkan nilai μ_i yang baru, maka selanjutnya untuk mendapatkan nilai parameter fungsi keanggotaan bell yang baru, digunakan rumus dari persamaan turunan fungsi keanggotaan fuzzy sebagai berikut :

$$\frac{d\mu_i}{da} = \frac{2b}{a}\mu_i(1-\mu_i) \qquad \textbf{persamaan (3.2)}$$

$$\frac{d\mu_i}{db} = \begin{cases} -2ln\left|\frac{x-c}{a}\right|\mu_i(1-\mu_i) & x \neq c \\ x = c \end{cases} \qquad \textbf{persamaan (3.3)}$$

$$\frac{d\mu_i}{dc} = \begin{cases} -\frac{2b}{x-c}\mu_i(1-\mu_i) & x \neq c \\ x = c \end{cases} \qquad \textbf{persamaan (3.4)}$$

Dari ketiga persamaan tersebut, maka akan menghasilkan nilai parameter fungsi keanggotaan bell yang baru, yang dapat dilihat pada tabel 3.13, 3.14 dan 3.15.

Tabel 3. 13 Tabel Nilai Parameter fungsi keanggotaan bell $\frac{d\mu_i}{da}$, hasil persamaan (3.2)

No.	Nilai parameter fungsi keanggotaan bell yang baru ($\frac{d\mu_i}{da}$)								
	CH Rendah	CH Sedang	CH Tinggi	KL Rendah	KL Sedang	KL Tinggi	KT Rendah	KT Sedang	KT Ttinggi
1	0,000246564	8,40307E-05	1,93796E-06	0,032	0,02304	0,01152	0,002130178	0,000147929	1,96059E-05
2	0,0002304	1,7531E-05	7,57396E-06	0,032	0,005536332	0,008	0,0025	0	7,39645E-05
3	9,72217E-05	0,000122655	0,000107517	0,011072664	0,021301775	0,005404391	6,31886E-05	0,00017236	0,000301352
4	5,53633E-05	1,7531E-05	5,40439E-05	0,04759072	0,000980296	0,006479238	0,002312495	3,76886E-05	0,000109946
5	0,000226267	0,000126285	1,64044E-05	0,01515024	0,009722174	0,008915381	0,0016	0,000147929	0,000151502
6	0,000237954	0,000106667	7,57396E-06	0,032	0,02304	0,01152	9,33951E-05	0,000253758	0,000392942
7	0,000246564	8,40307E-05	1,93796E-06	0,032	0,02304	0,01152	0,002130178	0,000147929	1,96059E-05
8	0,000246564	8,40307E-05	1,93796E-06	0,032	0,02304	0,01152	0,001855621	0,000303005	4,97509E-06
9	0,000246564	8,40307E-05	1,93796E-06	0,032	0,02304	0,01152	0,002130178	0,000147929	1,96059E-05

Tabel 3. 14 Tabel Nilai Parameter fungsi keanggotaan bell $\frac{d\mu_i}{db}$, hasil persamaan (3.3)

No.	Nilai parameter fungsi keanggotaan bell yang baru ($\frac{d\mu_i}{db}$)								
	CH Rendah	CH Sedang	CH Tinggi	KL Rendah	KL Sedang	KL Tinggi	KT Rendah	KT Sedang	KT Ttinggi
1	-0,058082022	0,220698677	0,02149261	0,221807098	0,132563899	0,132563899	-0,172742531	0,119041266	0,045144301
2	0,132563899	0,094234245	0,062998466	0,221807098	0,153499722	0,221807098	0	0	0,119041266
3	0,204131067	0,208998308	0,169035585	-0,153499722	-0,172742531	0,212031394	-0,03191945	-0,131515428	-0,22358429
4	0,153499722	0,094234245	0,212031394	0,106195622	0,045144301	0,221762565	0,129979566	0,043771311	0,152857976
5	-0,144111363	0,204201955	0,109842412	0,182404768	0,204131067	0,213197791	0,221807098	0,119041266	0,182404768
6	-0,106195622	0,221807098	0,062998466	0,221807098	0,132563899	0,132563899	-0,043471259	-0,166	-0,19677565
7	-0,058082022	0,220698677	0,02149261	0,221807098	0,132563899	0,132563899	-0,172742531	0,119041266	0,045144301
8	-0,058082022	0,220698677	0,02149261	0,221807098	0,132563899	0,132563899	-0,207686995	0,182404768	0,014904048
9	-0,058082022	0,220698677	0,02149261	0,221807098	0,132563899	0,132563899	-0,172742531	0,119041266	0,045144301

Tabel 3. 15 Tabel Nilai Parameter fungsi keanggotaan bell $\frac{d\mu_i}{dc}$, hasil persamaan (3.4)

No.	Nilai parameter fungsi keanggotaan bell yang baru ($\frac{d\mu_i}{dc}$)								
	CH Rendah	CH Sedang	CH Tinggi	KL Rendah	KL Sedang	KL Tinggi	KT Rendah	KT Sedang	KT Ttinggi
1	-0,000219168	-0,000201674	-3,10073E-05	0,064	0,03072	0,01536	-0,00142012	-0,00073964	0,000196059
2	-0,0003072	-0,000105186	6,05917E-05	-0,064	0,022145329	0,016	-0,0025	0	0,000369822
3	0,000277776	0,00021645	0,000159285	-0,002768166	-0,01420118	-0,0144117	-5,0551E-06	-3,747E-05	-0,0001435
4	-0,000221453	0,000105186	0,000144117	-0,0594884	0,00980296	0,01524527	-0,00306291	0,000384578	0,00044155
5	-0,000164558	-0,000216489	-8,74902E-05	-0,0505008	0,02777764	0,01620978	-0,0032	0,000739645	0,000505008
6	-0,000190363	-0,000213333	-6,05917E-05	0,064	0,03072	0,01536	-9,1117E-06	-6,8583E-05	-0,00023815
7	-0,000219168	-0,000201674	-3,10073E-05	0,064	0,03072	0,01536	-0,00142012	-0,00073964	0,000196059
8	-0,000219168	-0,000201674	-3,10073E-05	0,064	0,03072	0,01536	-0,00106036	-0,00101002	9,95019E-05
9	-0,000219168	-0,000201674	-3,10073E-05	0,064	0,03072	0,01536	-0,00142012	-0,00073964	0,000196059

Maka dari hasil nilai parameter fungsi keanggotaan bell yang baru pada tabel 3.13, 3.14 dan 3.15, maka parameter fungsi keanggotaan bell yang baru adalah :

Fungsi keanggotaan fuzzy yang lama + turunannya

$$a_{baru\ i} = a_{lama\ i} + \frac{d\mu_i}{da} \qquad \textbf{persamaan (3.5)}$$

$$b_{baru\ i} = b_{lama\ i} + \frac{d\mu_i}{db} \qquad \textbf{persamaan (3.6)}$$

$$c_{baru\ i} = c_{lama\ i} + \frac{d\mu_i}{dc} \qquad \textbf{persamaan (3.7)}$$

Dengan hasil perhitungan dari persamaan 3.5, 3.6, 3.7 dapat dilihat pada tabel 3.16, 3.17 dan 3.18.

Tabel 3. 16 Parameter keanggotaan fuzzy yang baru [a], hasil persamaan (3.5)

No.	[a] baru								
	CH Rendah	CH Sedang	CH Tinggi	KL Rendah	KL Sedang	KL Tinggi	KT Rendah	KT Sedang	KT Ttinggi
1	2000	3000	4000	10,032	20,02304	40,01152	200,0021	500,0001	1000
2	2000	3000	4000,00001	10,032	20,00554	40,008	200,0025	500	1000
3	2000	3000	4000,00011	10,01107	20,0213	40,0054	200,0001	500,0002	1000
4	2000	3000	4000,00005	10,04759	20,00098	40,00648	200,0023	500	1000
5	2000	3000	4000,00002	10,01515	20,00972	40,00892	200,0016	500,0001	1000
6	2000	3000	4000,00001	10,032	20,02304	40,01152	200,0001	500,0003	1000
7	2000	3000	4000	10,032	20,02304	40,01152	200,0021	500,0001	1000
8	2000	3000	4000	10,032	20,02304	40,01152	200,0019	500,0003	1000
9	2000	3000	4000	10,032	20,02304	40,01152	200,0021	500,0001	1000

Tabel 3. 17 Parameter keanggotaan fuzzy yang baru [b], hasil persamaan (3.6)

No.	[b] baru								
	CH Rendah	CH Sedang	CH Tinggi	KL Rendah	KL Sedang	KL Tinggi	KT Rendah	KT Sedang	KT Ttinggi
1	0,941918	1,220699	1,021493	1,221807	1,132564	1,132564	0,827257	1,119041	1,045144
2	1,132564	1,094234	1,062998	1,221807	1,1535	1,221807	1	1	1,119041
3	1,204131	1,208998	1,169036	0,8465	0,827257	1,212031	0,968081	0,868485	0,776416
4	1,1535	1,094234	1,212031	1,106196	1,045144	1,221763	1,12998	1,043771	1,152858
5	0,855889	1,204202	1,109842	1,182405	1,204131	1,213198	1,221807	1,119041	1,182405
6	0,893804	1,221807	1,062998	1,221807	1,132564	1,132564	0,956529	0,834	0,803224
7	0,941918	1,220699	1,021493	1,221807	1,132564	1,132564	0,827257	1,119041	1,045144
8	0,941918	1,220699	1,021493	1,221807	1,132564	1,132564	0,792313	1,182405	1,014904
9	0,941918	1,220699	1,021493	1,221807	1,132564	1,132564	0,827257	1,119041	1,045144

Tabel 3. 18 Parameter keanggotaan fuzzy yang baru [c], hasil persamaan (3.7)

No.	[c] baru								
	CH Rendah	CH Sedang	CH Tinggi	KL Rendah	KL Sedang	KL Tinggi	KT Rendah	KT Sedang	KT Ttinggi
1	1500	2499,9998	3500	5,064	15,03072	30,01536	99,99858	299,9993	500,0002
2	1500	2499,9999	3500	4,936	15,02215	30,016	99,9975	300	500,0004
3	1500	2500,0002	3500	4,997232	14,9858	29,98559	99,99999	300	499,9999
4	1500	2500,0001	3500	4,940512	15,0098	30,01525	99,99694	300,0004	500,0004
5	1500	2499,9998	3500	4,949499	15,02778	30,01621	99,9968	300,0007	500,0005
6	1500	2499,9998	3500	5,064	15,03072	30,01536	99,99999	299,9999	499,9998
7	1500	2499,9998	3500	5,064	15,03072	30,01536	99,99858	299,9993	500,0002
8	1500	2499,9998	3500	5,064	15,03072	30,01536	99,99894	299,999	500,0001
9	1500	2499,9998	3500	5,064	15,03072	30,01536	99,99858	299,9993	500,0002

Hasil tersebut kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan banyaknya data, yang akan digunakan sebagai parameter premis baru. Setelah didapat parameter premis baru dan pengukuran sinyal kesalahan, maka selanjutnya akan dilakukan proses ANFIS dari alur maju sampai alur mundur, hingga menghasilkan sinyal kesalahan terkecil atau iterasi maksimum.

Dari proses iterasi yang sudah dilakukan, didapatkan hasil error terkecil pada iterasi ke-500. Hasil akhir dapat dilihat pada tabel 3.19.

Tabel 3. 19 Hasil Akhir

Data ke-	Target Output	Output Jaringan	*error*
1	1	2,27961	-1,27961
2	1	0,83992	0,16008
3	1	0,15287	0,84713
4	2	1,28058	0,71942
5	2	2,45559	-0,45559
6	2	2,44072	-0,44072
7	3	2,27961	0,72039
8	3	2,19158	0,80842
9	3	2,27961	0,72039

1.1.5. Analisis Kebutuhan Data Non Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional ini dilakukan untuk mengetahui spesifikasi kebutuhan untuk sistem yang akan dibangun. Spesifikasi kebutuhan melibatkan analisis perangkat lunak/*Software* dan analisis perangkat keras/*Hardware*.

1.1.5.1. Analisis Perangkat Lunak

Minimal spesifikasi perangkat lunak/*software* yang diperlukan untuk pembangunan sistem ini dapat dilihat pada tabel 3.20.

Tabel 3. 20 Spesifikasi Perangkat Lunak

Keterangan	Keadaan yang sekarang	Keadaan yang dibutuhkan
Sistem Operasi	Windows 8.1	Windows XP SP 3
Sistem Manajemen Basis Data	MySQL	MySQL
Server Basis Data	XAMPP	XAMPP

Keterangan	Keadaan yang sekarang	Keadaan yang dibutuhkan
Pengembangan Aplikasi	Microsoft Visual Studio 2013	Microsoft Visual Studio 2010
Sistem Pengolahan Citra	ArcGIS 10.2	ArcGIS 9.3

1.1.5.2. Analisis Perangkat Keras

Minimal spesifikasi perangkat keras/*Hardware* yang diperlukan dalam pembangunan sistem ini yaitu sebuah *Personal Computer* / *Laptop* yang digunakan untuk mengolah citra dan menggunakan sistem ini. Adapun spesifikasi Perangkat keras/*Hardware* yang dibutuhkan *Personal Computer*/*Laptop* dapat dilihat pada tabel 3.21.

Tabel 3. 21 Spesifikasi Perangkat Keras

Keterangan	Keadaan yang sekarang	Keadaan yang dibutuhkan
Processor	Processor Intel Core i5 2,5 GHz	Processor Core 2 Duo 2,2 GHz
RAM	RAM 4 GB	RAM 1 GB
VGA	VGA 2 GB	VGA 1 GB
Monitor	Monitor 14”	Monitor 14”
Hard Disk yang tersedia	50 GB	2 GB
Peranti pendukung	*Keyboard* dan *mouse*	*Keyboard* dan *mouse*

1.1.5.3. Analisis Pengguna

Analisis pengguna bertujuan untuk mengetahui siapa saja dan seperti apa karakteristik yang dimiliki oleh pengguna yang dapat menggunakan sistem yang akan dibuat. Adapun spesifikasi dari pengguna/*brainware* yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sistem dapat dilihat pada tabel 3.22.

Tabel 3. 22 Tabel Analisis Pengguna

Pengguna	Tanggung Jawab	Hak Akses	Tingkat Pendidikan	Tingkat Keterampilan	Pengalaman
User	mengoperasikan sistem sesuai dengan kebutuhan akan data output dari aplikasi	-mengolah data parameter (Curah Hujan, Kemiringan Lereng,	SMA/Setara sampai dengan S1	Memahami bagaimana cara mengoperasikan sebuah komputer.	-

		Ketinggian Tanah). -melihat peta sebaran data setiap parameter. -mengoperasikan algoritma anfis dari lapisan-1 hingga akhir.		-memahami fungsi dari sistem yang digunakan.	

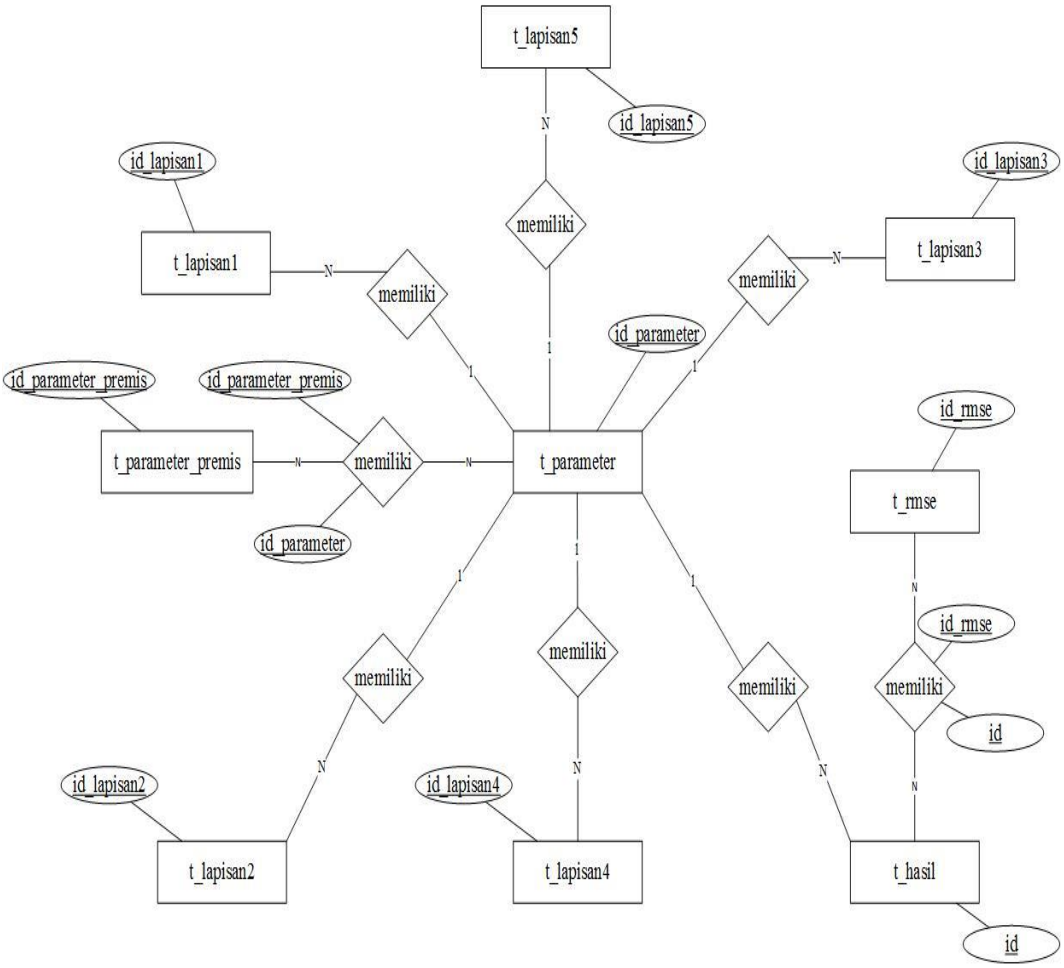
Dengan kondisi yang terdapat pada tabel 3.22, dapat diambil kesimpulan bahaw sistem yang akan dibangun dapat digunakan oleh siapapun dengan latar belakang pendidikan SMA/setara sampai dengan S1yang terpenting adalah mampu mengoperasikan komputer dan memahami fungsi dari sistem yang digunakan.

1.1.6. Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional yang akan dilakukan pada tugas akhir ini meliputi perancangan ERD, diagram konteks, *Data Flow Diagram* (DFD), Spesifikasi Proses dan Kamus Data.

1.1.6.1. *Entity Relationship Diagram* (ERD)

Struktur logika dan basis data dapat digambarkan dalam sebuah grafik dengan menggunakan ERD. ERD merupakan hubungan antara entitas yang digunakan daam sistem untuk menggambarkan hubungan antara atau struktur data dan relasi antar data. Adapun ERD dari sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3. 13 ERD Sistem yang Akan Dibangun

1.1.6.2. Kamus Data ERD

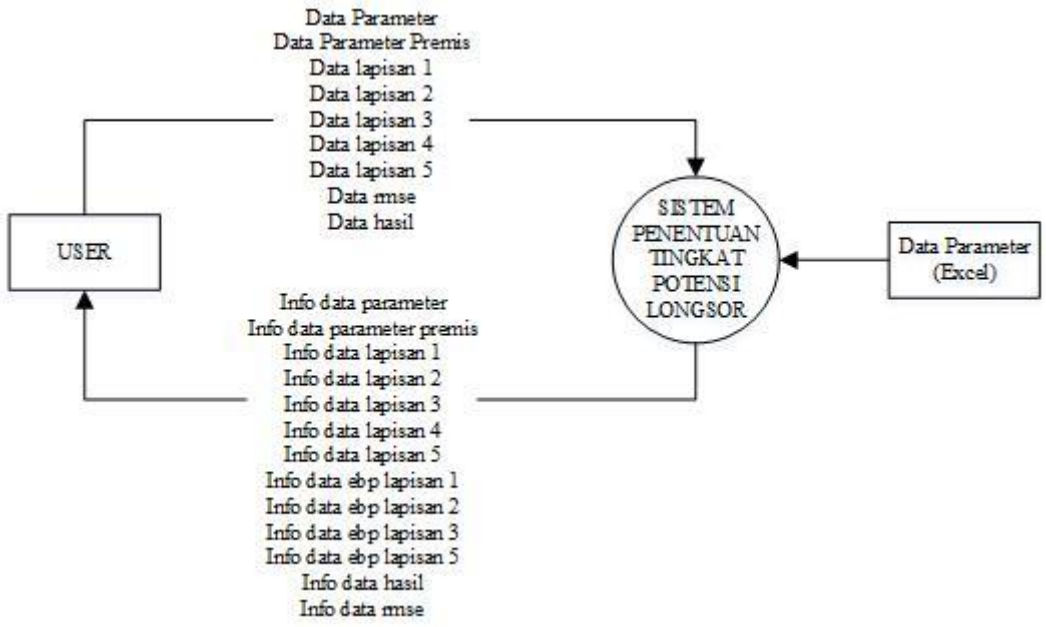
Kamus data dari *Entity Relationship Data* berdasarkan sistem yang akan dibangun adalah :

1. t_detail_hasil = (id, id_rmse)
2. t_detail_parameter = (id_parameter, id_parameter_premis)
3. t_hasil = (id, id_parameter, target_output, output_jaringan, eror)
4. t_lapisan1 = (id_lapisan1, id_parameter, ch_rendah, ch_sedang, ch_tinggi, kl_rendah, kl_sedang, kl_tinggi, kt_rendah, kt_sedang, kt_tinggi)
5. t_lapisan2 = (id_lapisan2, id_parameter, W1, W2, W3)
6. t_lapisan3 = (id_lapisan3, id_parameter, W1, W2, W3)
7. t_lapisan4 = (id_lapisan4, id_parameter, W1f1, W2f2, W3f3)
8. t_lapisan5 = (id_lapisan5, id_parameter, sigma)

9. t_parameter = (id_parameter, kelurahan, curah_hujan, kemiringan_lereng, ketinggian_tanah, target_output)
10. t_parameter_premis = (id_parameter_premis, a_rendah, b_rendah, c_rendah, a_sedang, b_sedang, c_sedang, a_tinggi, b_tinggi, c_tinggi)
11. t_rmse = (id_rmse, rmse)

1.1.6.3. Diagram Konteks

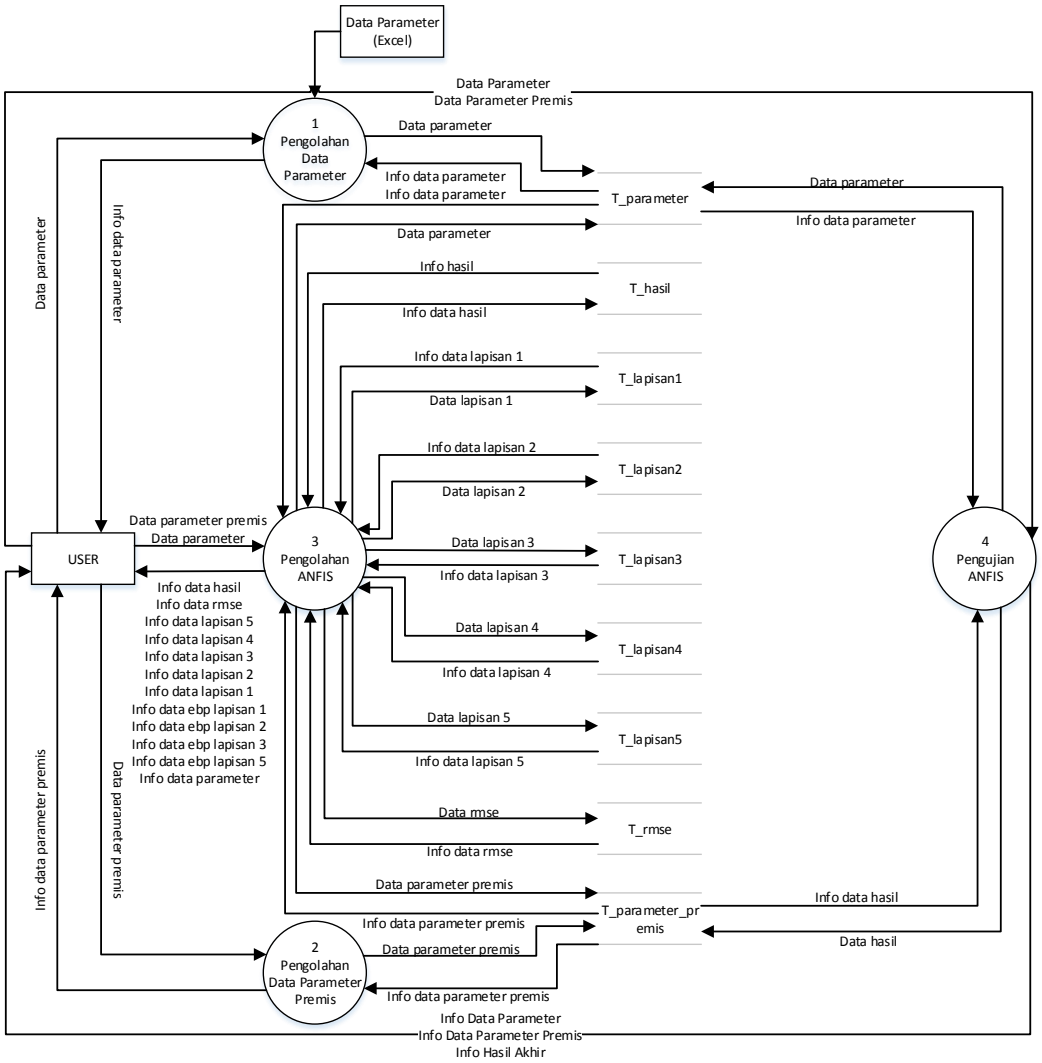
Diagram konteks merupakan tingkatan tertinggi dalam diagram aliran data dan hanya memuat satu proses yang menunjukkan sistem secara keseluruhan. Proses tersebut diberi nilai nol. Semua entitas eksternal yang ditunjukkan pada diagram konteks yang berupa aliran-aliran data utama menuju dan dari sistem. Berikut merupakan Diagram Konteks yang akan sistem bangun, dapat dilihat pada gambar 3.14.



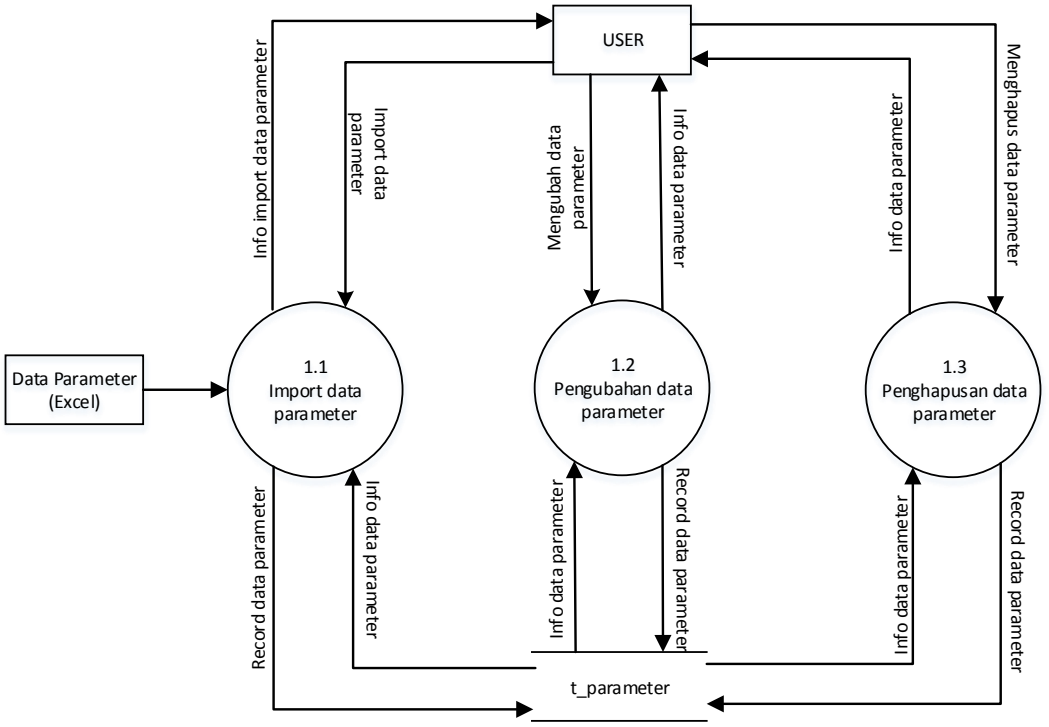
Gambar 3. 14 Diagram Konteks Sistem yang Akan Dibangun

1.1.6.4. *Data Flow Diagram* (DFD)

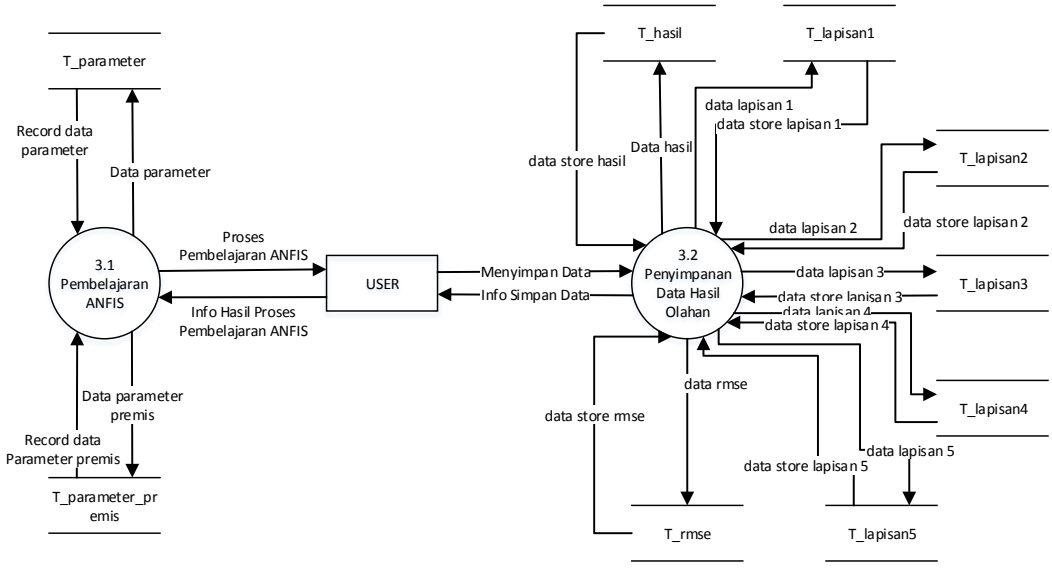
DFD (*Data Flow Diagram*) merupakan sebuah teknik yang menggambarkan aliran data dan informasi yang digunakan sebagai perjalanan data dari masukan hingga menuju keluaran. Berikut ini adalah DFD pada sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 3.15, 3.16 dan 3.17.



Gambar 3. 15 DFD Level 1 Sistem Penentuan Tingkat Potensi Longsor



Gambar 3. 16 DFD Level 2 Pengolahan Data Parameter



Gambar 3. 17 DFD Level 2 Pengolahan ANFIS

1.1.6.5. Spesifikasi Proses

Spesifikasi proses yang akan dijelaskan adalah sebagai gambaran proses aliran dari *Data Flow Diagram*. Spesifikasi proses akan menjelaskan deksripsi dari sistem

yang akan dibangun sesuai kebutuhan sistem. Spesifikasi proses dapat dilihat pada tabel 3.23.

Tabel 3. 23 Spesifikasi Proses

No	Proses	Keterangan
1	No.Proses	1
	Nama Proses	Pengolahan Data Parameter
	Source	User
	Input	Data Parameter
	Output	Info Parameter
	Destination	Tabel parameter
	Logika Proses	12. User Melakukan Pengolahan Data Parameter 13. Sistem Menampilkan Info Hasil Olah Data Parameter
2	No.Proses	2
	Nama Proses	Pengolahan Data Parameter Premis
	Source	User
	Input	Data Parameter Premis
	Output	Info Parameter Premis
	Destination	Tabel parameter_premis
	Logika Proses	1. User Melakukan Pengolahan Data Parameter Premis 2. Sistem Menampilkan Info Hasil Olah Data Parameter Premis
3	No.Proses	3
	Nama Proses	Pengolahan ANFIS
	Source	User
	Input	Data parameter dan data parameter_premis
	Output	Info data parameter, info data lapisan1, info data lapisan 2, info data info lapisan 3, info data lapisan 4, info data lapisan 5, info data ebp lapisan 1, info data ebp lapisan 2, info data ebp lapisan 3, info data ebp lapisan 4, info data ebp lapisan 5, info data rmse, info data hasil
	Destination	Tabel parameter, tabel hasil, tabel lapisan 1, tabel lapisan 2, tabel lapisan 3, tabel lapisan 4, tabel lapisan 5, tabel rmse
	Logika Proses	1. User Melakukan Pengolahan ANFIS 2. Sistem Menampilkan Info Hasil Pengolahan ANFIS

No	Proses	Keterangan
4	No.Proses	4
	Nama Proses	Pengujian ANFIS
	Source	User
	Input	Data parameter dan data parameter premis
	Output	Info data parameter premis, info data parameter, info data hasil akhir
	Destination	Tabel parameter
	Logika Proses	1. User Melakukan Uji Coba ANFIS 2. Sistem Menampilkan Info Hasil Uji Coba ANFIS
5	No.Proses	1.1
	Nama Proses	*Import* Data Parameter
	Source	User
	Input	Data parameter
	Output	Info Data Parameter
	Destination	Tabel parameter
	Logika Proses	1. User menekan *button import* 2. Sistem menyimpan data parameter baru ke dalam *database* 3. Sistem menghapus file excel yang sudah di-*import* 4. Sistem menampilkan info hasil *import* data parameter
6	No.Proses	1.2
	Nama Proses	Pengubahan Data Parameter
	Source	User
	Input	Data parameter
	Output	Info data parameter
	Destination	Tabel parameter
	Logika Proses	1. User merubah data parameter 2. Sistem mengecek data parameter yang akan diubah 3. Sistem menyimpan data parameter yang diubah 4. Sistem menampilkan info hasil ubah data parameter

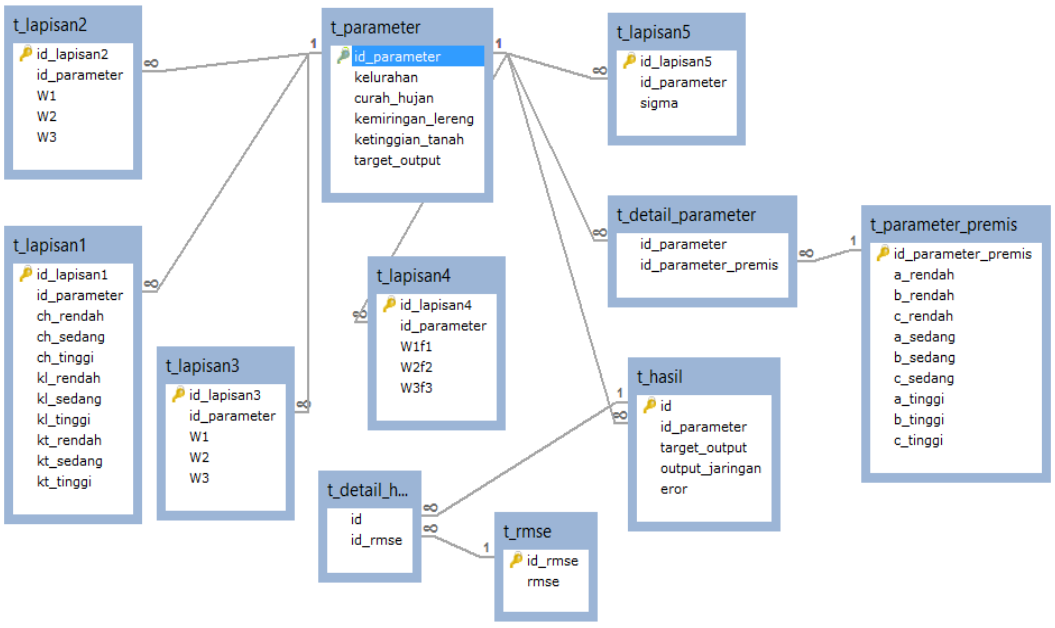
No	Proses	Keterangan
7	No.Proses	1.3
	Nama Proses	Penghapusan Data Parameter
	Source	User
	Input	Data parameter
	Output	Info data parameter
	Destination	Tabel parameter
	Logika Proses	1. User memilih data yang akan dihapus 2. User menekan *button* hapus 3. Sistem akan menghapus data yang dipih 4. Sistem menampilkan info hasil hapus data parameter
8	No.Proses	3.1
	Nama Proses	Pembelajaran ANFIS
	Source	User
	Input	Data parameter dan data parameter premis
	Output	Info Hasil pembelajaran ANFIS
	Destination	-
	Logika Proses	1. User menekan *button* pembelajaran 2. sistem melakukan pembelajaran menggunakan data parameter dan data parameter premis 3. sistem memberi info hasil dari pembelajaran ANFIS
9	No.Proses	3.2
	Nama Proses	Penyimpanan Data Hasil Olahan
	Source	User
	Input	Data hasil pembelajaran ANFIS
	Output	Info simpan data
	Destination	Tabel hasil, tabel rmse, tabel lapisan 1, tabel lapisan 2, tabel lapisan 3, tabel lapisan 4, tabel lapisan 5
	Logika Proses	1. User menekan *button* simpan 2. Sistem akan menyimpan data hasil pembelajaran ke dalam *database* 3. Sistem menampilkan info hasil penyimpanan

1.1.7. perancangan sistem

Perancangan sistem adalah proses menyusun atau mengembangkan sistem informasi yang baru. Perancangan sistem juga merupakan bagian dari langkah-langkah dalam pembangunan sebuah sistem, agar sistem dapat dibuat dan berjalan dengan baik. Perancangan sistem itu sendiri terdiri dari perancangan database, struktur menu dan antarmuka.

1.1.7.1. Diagram Relasi

Skema relasi merupakan rangkaian hubungan antara dua tabel atau lebih pada sistem *database*. Berikut skema relasi pada penerapan algoritma ANFIS dalam menentukan tingkat potensi longsor menggunakan data tematik. Diagram relasi dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3. 18 Gambar Skema Relasi

1.1.7.2. Struktur Tabel

Struktur tabel adalah spesifikasi dalam pembangunan sebuah *database* yang akan diterapkan dalam suatu sistem. Adapula struktur tabel yang akan diterapkan dalam sistem yang akan dibangun yaitu :

1. Tabel t_parameter

   Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data nama kelurahan, parameter longsor dan juga target output. Tabel parameter dapat dilihat pada tabel 3.24 :

Tabel 3. 24 Tabel parameter

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_parameter	Int	3	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increment*
Kelurahan	Varchar	25		*Not Null*
Curah_hujan	decimal	6,1		*Not Null*
Kemiringan_lereng	decimal	6,1		*Not Null*
Ketinggian_tanah	decimal	6,1		*Not Null*
Target_output	decimal	6,1		*Not Null*

2. Tabel t_lapisan1

   Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data-data yang hasil olahan pada lapisan ke-1. Tabel lapisan1 dapat dilihat pada tabel 3.25 :

Tabel 3. 25 Tabel lapisan 1

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_lapisan1	Int	3	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increment*
Id_parameter	Int	3		*Foreign Key* (*Reference*)
Ch_rendah	decimal	30,8		*Not Null*
Ch_sedang	decimal	30,8		*Not Null*
Ch_tinggi	decimal	30,8		*Not Null*
Kl_rendah	decimal	30,8		*Not Null*
Kl_sedang	decimal	30,8		*Not Null*
Kl_tinggi	decimal	30,8		*Not Null*
Kt_rendah	decimal	30,8		*Not Null*
Kt_sedang	decimal	30,8		*Not Null*
Kt_tinggi	decimal	30,8		*Not Null*

3. Tabel t_lapisan2

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data-data yang hasil olahan pada lapisan ke-2. Tabel lapisan2 dapat dilihat pada tabel 3.26 :

Tabel 3. 26 Tabel lapisan 2

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_lapisan2	Int	3	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increment*
Id_parameter	Int	3		*Foreign Key* (*Reference*)
W1	decimal	30,8		*Not Null*
W2	decimal	30,8		*Not Null*
W3	decimal	30,8		*Not Null*

4. Tabel t_lapisan3

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data-data yang hasil olahan pada lapisan ke-3. Tabel lapisan3 dapat dilihat pada tabel 3.27 :

Tabel 3. 27 Tabel lapisan 3

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_lapisan3	Int	3	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increment*
Id_parameter	Int	3		*Foreign Key* (*Reference*)
W1	decimal	30,8		*Not Null*
W2	decimal	30,8		*Not Null*
W3	decimal	30,8		*Not Null*

5. Tabel t_lapisan4

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data-data yang hasil olahan pada lapisan ke-4. Tabel lapisan4 dapat dilihat pada tabel 3.28 :

Tabel 3. 28 Tabel lapisan 4

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_lapisan4	Int	3	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increment*
Id_parameter	Int	3		*Foreign Key* (*Reference*)
W1f1	decimal	30,8		*Not Null*
W2f2	decimal	30,8		*Not Null*
W3f3	decimal	30,8		*Not Null*

6. Tabel t_lapisan5

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data-data yang hasil olahan pada lapisan ke-5. Tabel lapisan5 dapat dilihat pada tabel 3.29 :

Tabel 3. 29 Tabel lapisan 5

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_lapisan5	Int	3	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increment*
Id_parameter	Int	3		*Foreign Key* (*Reference*)
sigma	decimal	30,8		*Not Null*

7. Tabel parameter_premis

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data parameter premis yang akan digunakan pada lapisan ke-1. Tabel parameter_premis dapat dilihat pada tabel 3.30 :

Tabel 3. 30 Tabel Parameter Premis

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_parameter_premis	Varchar	20	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increment*
A_rendah	decimal	30,8		*Not Null*
B_rendah	Decimal	30,8		*Not Null*
C_rendah	Decimal	30,8		*Not Null*
A_sedang	Decimal	30,8		*Not Null*
B_sedang	Decimal	30,8		*Not Null*
C_sedang	Decimal	30,8		*Not Null*
A_tinggi	Decimal	30,8		*Not Null*
B_tinggi	Decimal	30,8		*Not Null*
C_tinggi	Decimal	30,8		*Not Null*

8. Tabel t_rmse

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan nilai rmse. Tabel rmse dapat dilihat pada tabel 3.31 :

Tabel 3. 31 Tabel rmse

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_rmse	Int	3	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increment*

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
rmse	Decimal	30,8		*Not Null*

9. Tabel t_hasil

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan nilai akhir dari operasi ANFIS. Tabel hasil dapat dilihat pada tabel 3.32 :

Tabel 3. 32 Tabel Hasil

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id	Int	3	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increment*
Id_parameter	Int	3		*Foreign Key* (*Reference*)
Output_jaringan	Int	2		*Not Null*
Error	Int	2		*Not Null*
Target_output	Int	2		*Not Null*

10. Tabel t_detail_hasil

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data hasil dan data rmse. Tabel detail hasil dapat dilihat pada tabel 3.33 :

Tabel 3. 33 Tabel Detail Hasil

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id	Int	3		*Foreign Key* (*Reference*), *Not Null*
Id_rmse	Int	3		*Foreign Key* (*Reference*), *Not Null*

11. Tabel t_detail_parameter

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data parameter dan data parameter premis. Tabel detail parameter dapat dilihat pada tabel 3.34 :

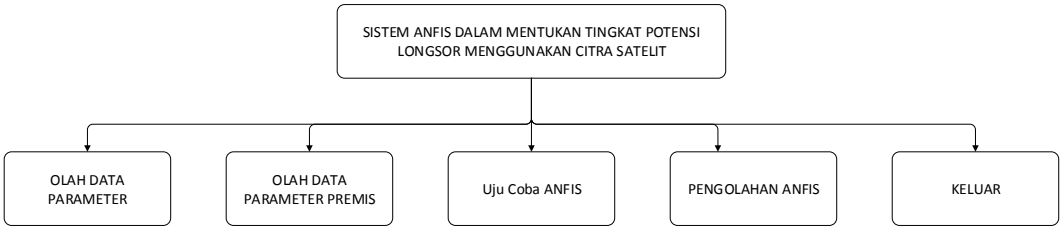
Tabel 3. 34 Tabel Detail Parameter

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_parameter	Int	3		*Foreign Key* (*Reference*), *Not Null*

Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Id_parameter_premis	Varchar	20		*Foreign Key* (*Reference*), *Not Null*

1.1.7.3. Perancangan Struktur Menu

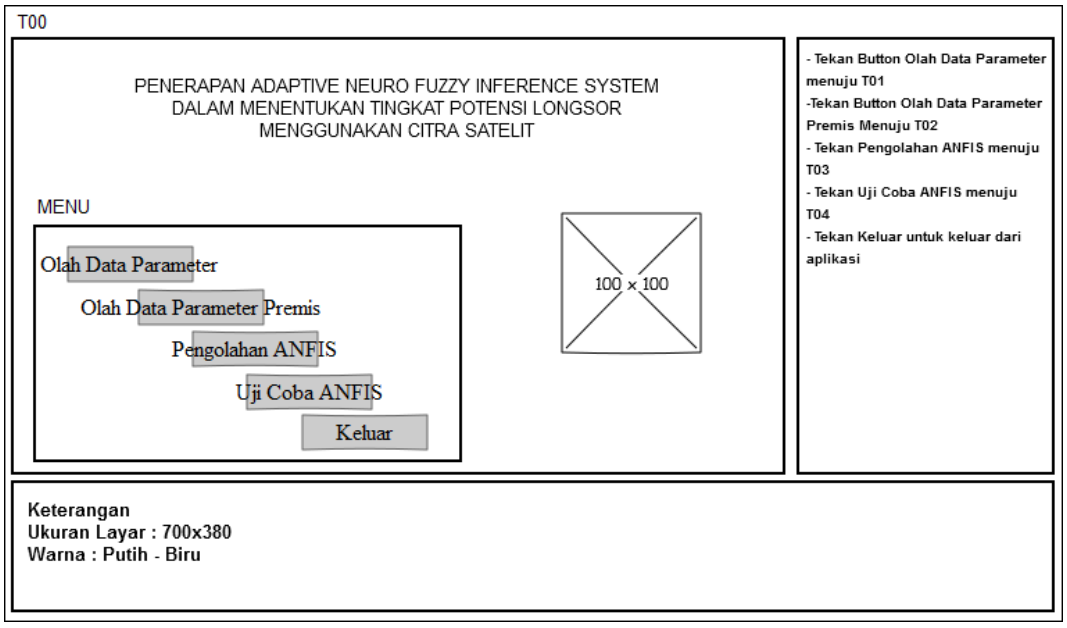
Perancangan struktur menu berisikan menu dan sub menu yang berfungsi untuk memudahkan user dalam menggunakan sistem ini. struktur menu sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Struktur Menu

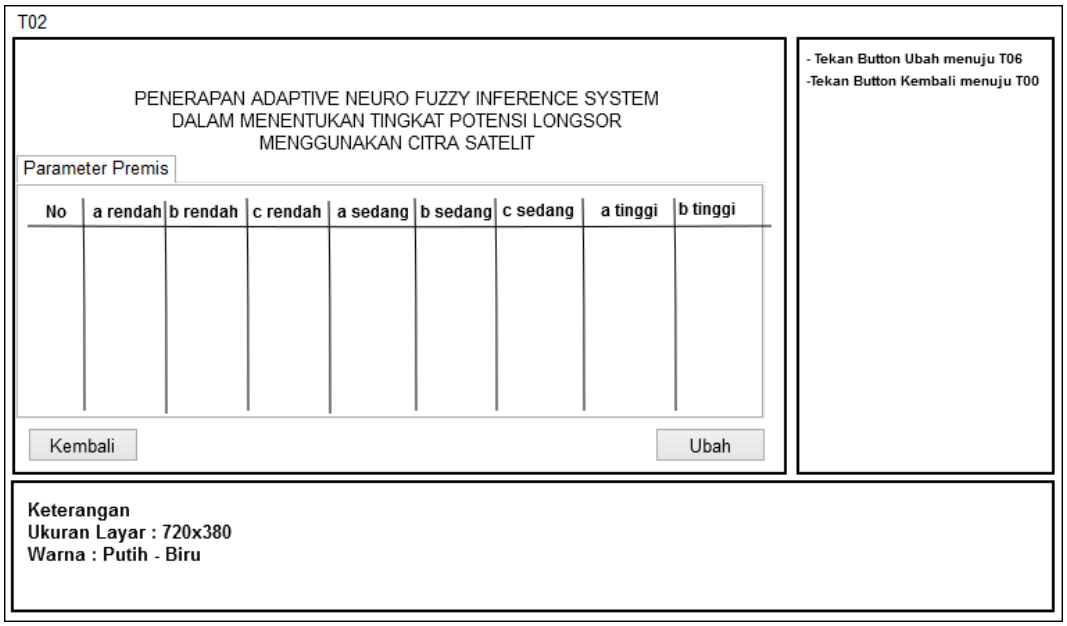
1.1.7.4. Perancangan Antarmuka

1. Antarmuka Halaman Depan



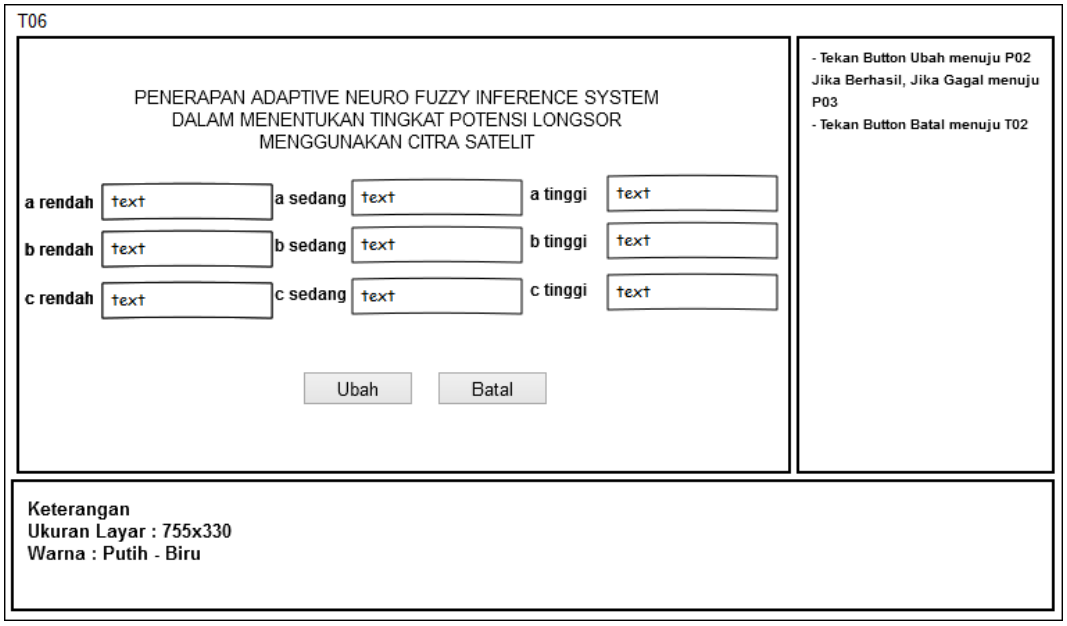
Gambar 3. 20 Antarmuka Halaman Depan

2. Olah Data Parameter Premis



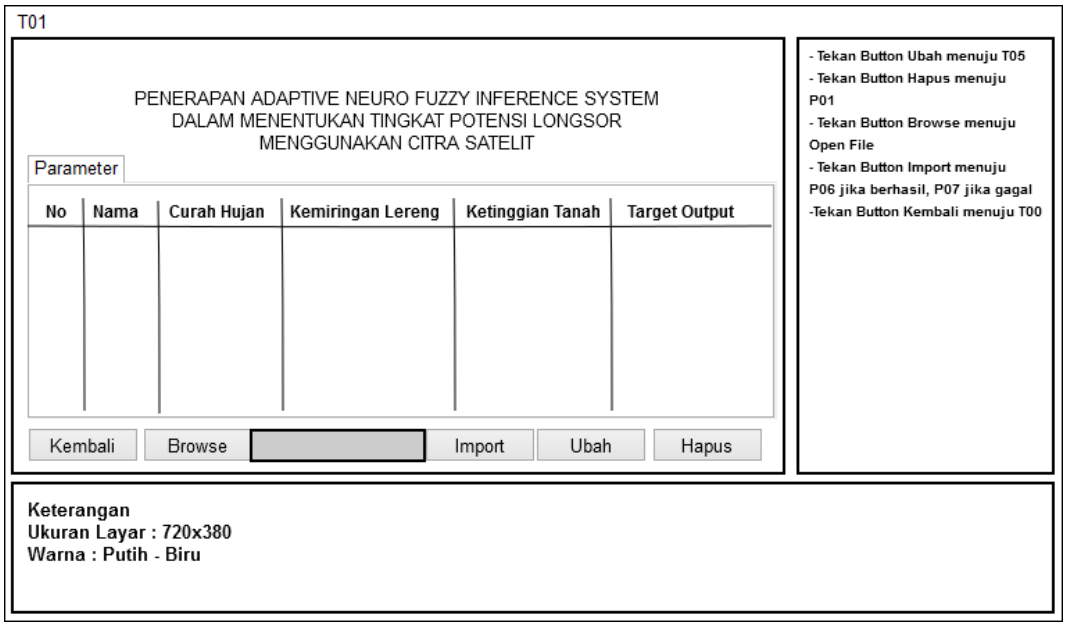
Gambar 3. 21 Olah Data Parameter Premis

3. Ubah Data Parameter Premis



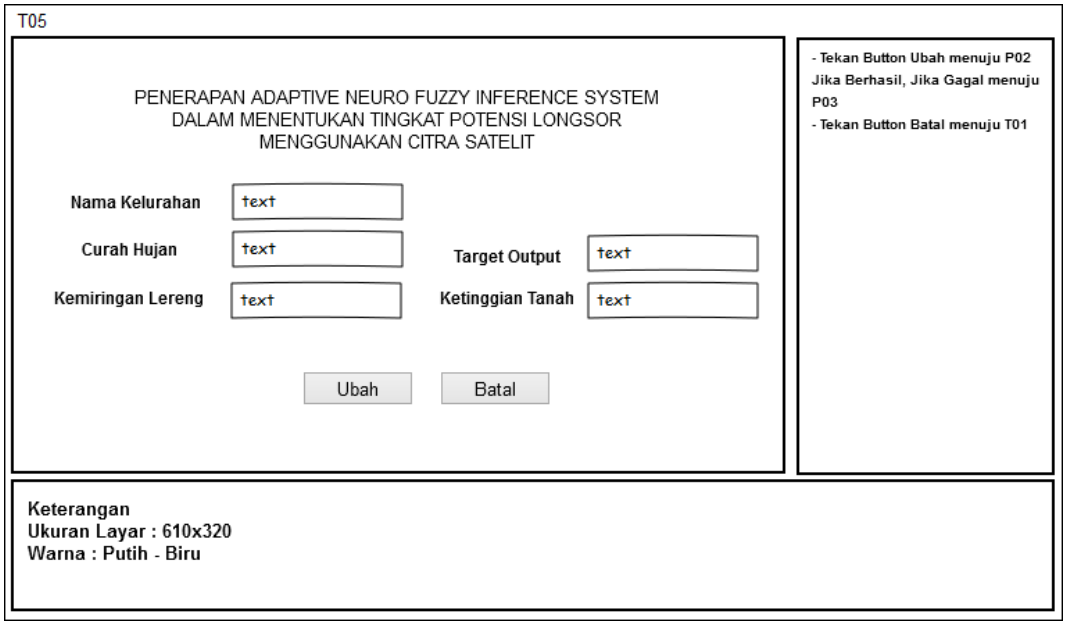
Gambar 3. 22 Ubah Data Parameter Premis

4. Olah Data Parameter



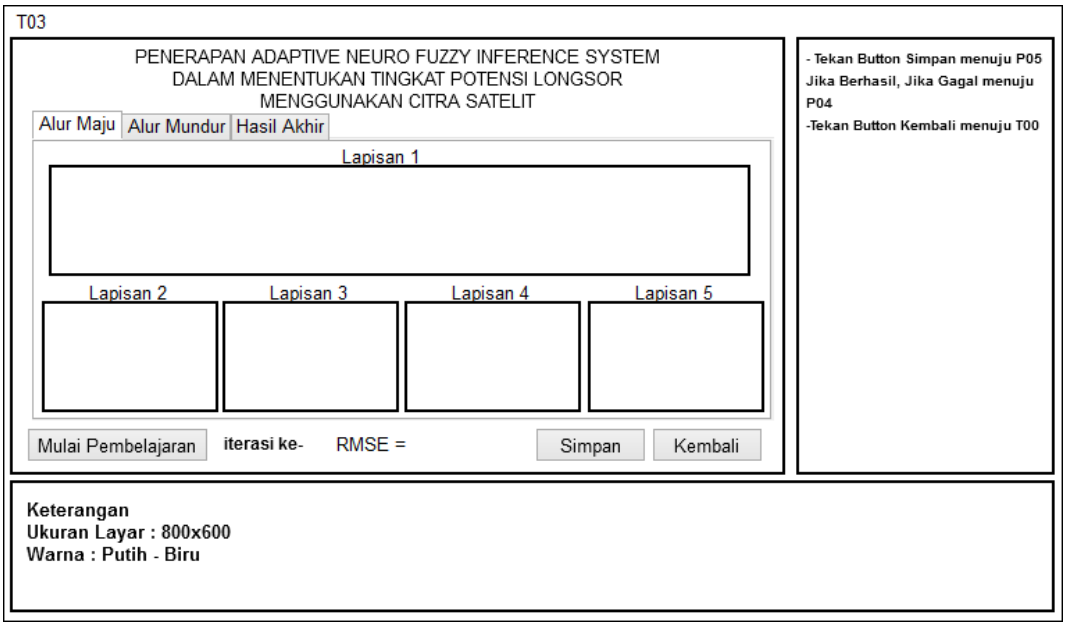
Gambar 3. 23 Olah Data Parameter

5. Ubah Data Parameter



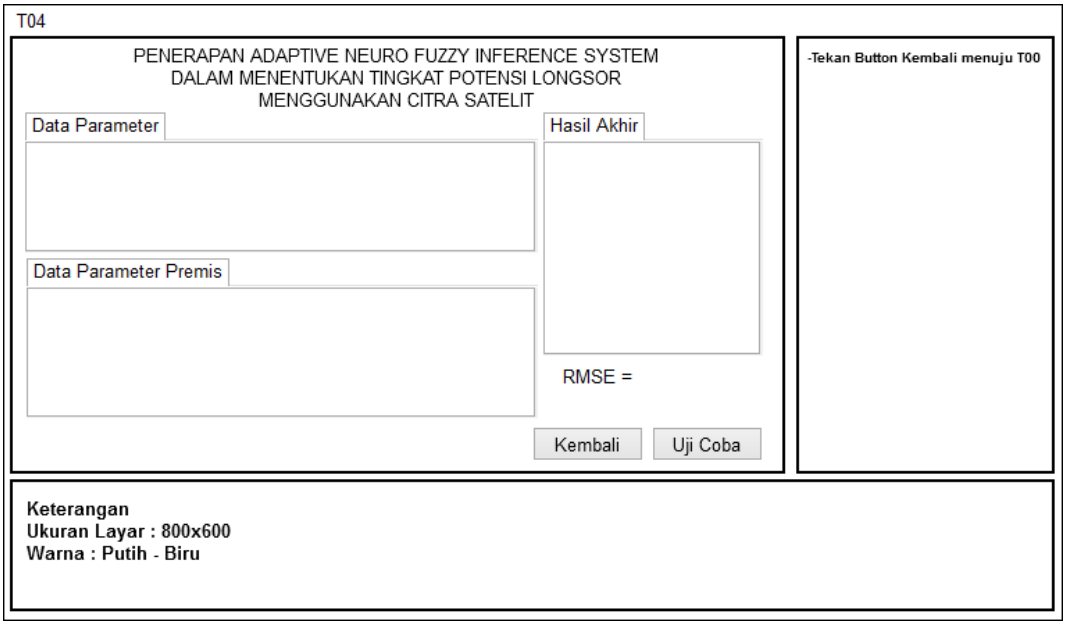
Gambar 3. 24 Ubah Data Parameter

6. Pengolahan Anfis



Gambar 3. 25 Pengolahan Anfis

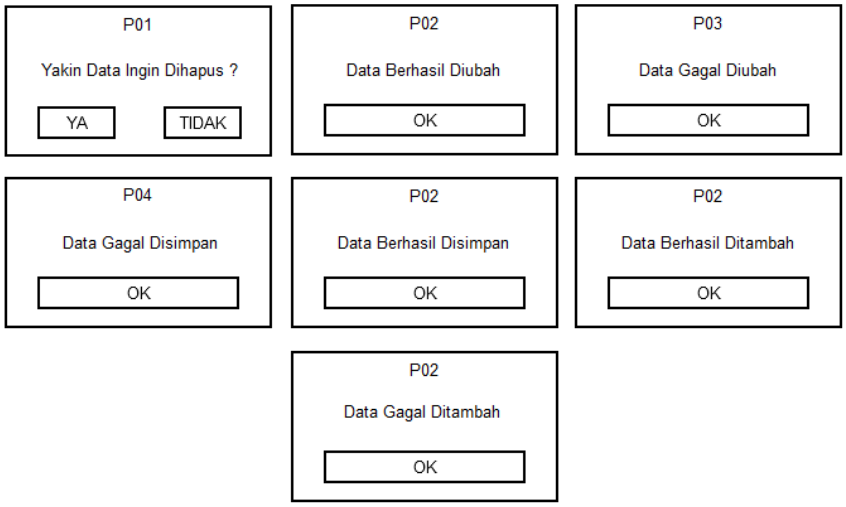
7. Uji Coba ANFIS



Gambar 3. 26 Uji Coba ANFIS

1.1.7.5. Perancangan Pesan

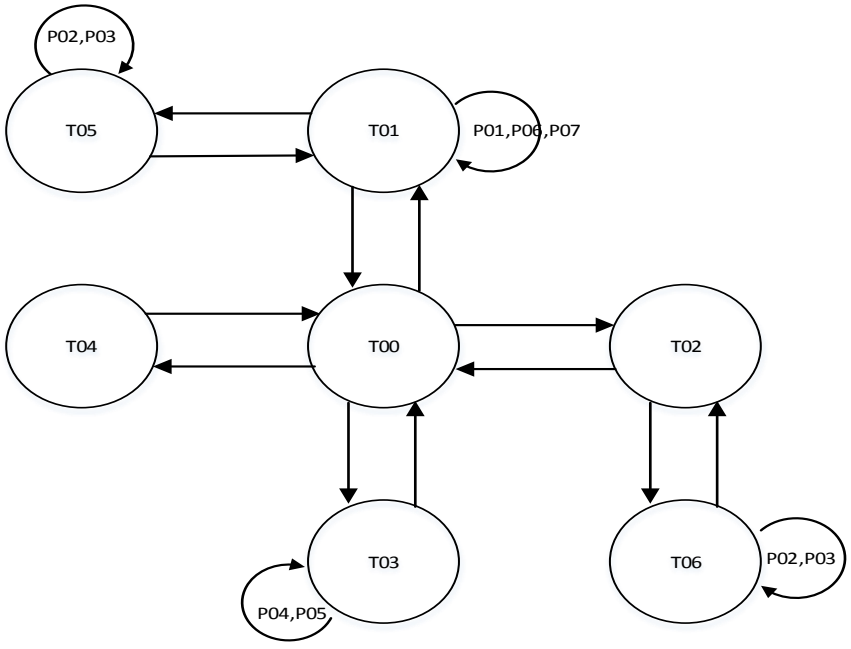
Berikut adalah perancangan pesan untuk sistem yang akan dibangun, perancangan pesan dapat dilihat pada gambar 3.27.



Gambar 3. 27 Perancangan Pesan

1.1.7.6. Jaringan Semantik

Berikut adalah Jaringan Semantik dan tabel dari jaringan semantik untuk sistem yanng akan dibangun, jaringan semantik dapat dilihat pada gambar 3.28.



Gambar 3. 28 Jaringan Semantik

Berikut adalah tabel dari jaringan semantik untuk sistem yang akan dibangun, tabel jaringan semantik dapat dilihat pada tabel 3.35.

Tabel 3. 35 Tabel Jaringan Semantik

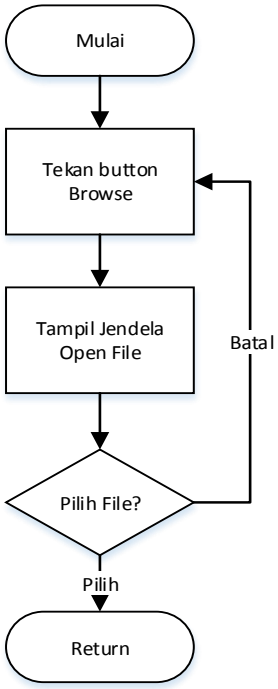
Simbol	Keterangan
T00	Tampilan Halaman Utama
T01	Tampilan Olah Data Parameter
T02	Tampilan Olah Data Parameter Premis
T03	Tampilan Pengolahan ANFIS
T04	Tampilan Uji Coba ANFIS
T05	Tampilan Ubah Parameter
T06	Tampilan Ubah Parameter Premis
P01	Yakin Data Ingin Dihapus ?
P02	Data Berhasil Diubah
P03	Data Gagal Diubah
P04	Data Gagal Disimpan
P05	Data Berhasil Disimpan
P06	Data Berhasil Ditambah
P07	Data Gagal Ditambah

1.1.7.7. Prosedural Perancangan

Prosedural perancangan merupakan alur sistem yang akan dibangun dalam pengimplementasian Algoritma *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* untuk Menentukan Tingkat Potensi Longsor.

1. Prosedural *Browse file*

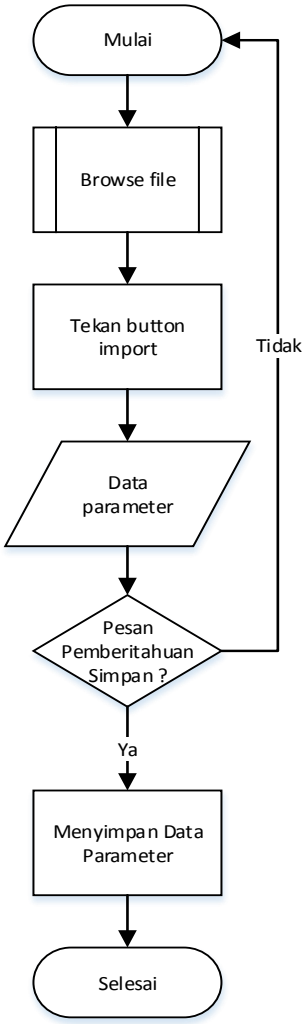
Prosedural *Browse file* merupakan prosedur yang digunakan untuk memilih *file* berformat *excel* yang digunakan dalam *import* data. Prosedural *browse file* dapat dilihat pada gambar 3.29



Gambar 3. 29 *Flowchart* Browse File

2. Prosedural *import* data

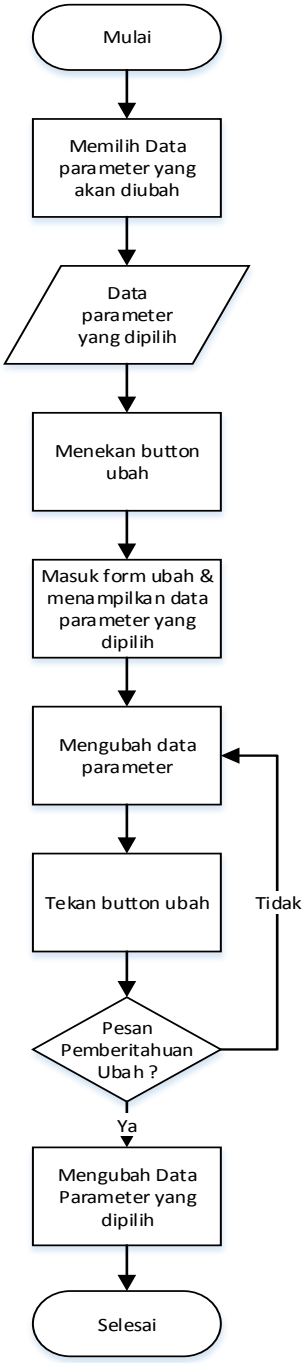
Prosedural *import* data merupakan prosedur yang digunakan untuk memasukan data parameter yang berasal dari *file excel* yang dipilih. Prosedural *import* data dapat dilihat pada gambar 3.30.



Gambar 3. 30 *Flowchart import* data

3. Prosedural Ubah Parameter

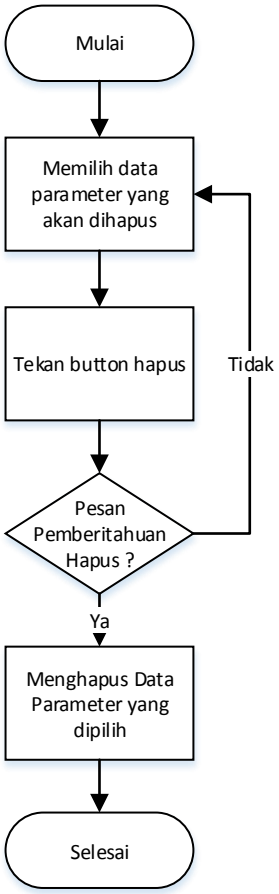
Prosedural ubah parameter merupakan prosedur yang digunakan untuk mengubah parameter-parameter yang digunakan dalam sistem. Prosedural ubah parameter dapat dilihat pada gambar 3.31.



Gambar 3. 31 *Flowchart* Ubah Parameter

4. Prosedural Hapus Parameter

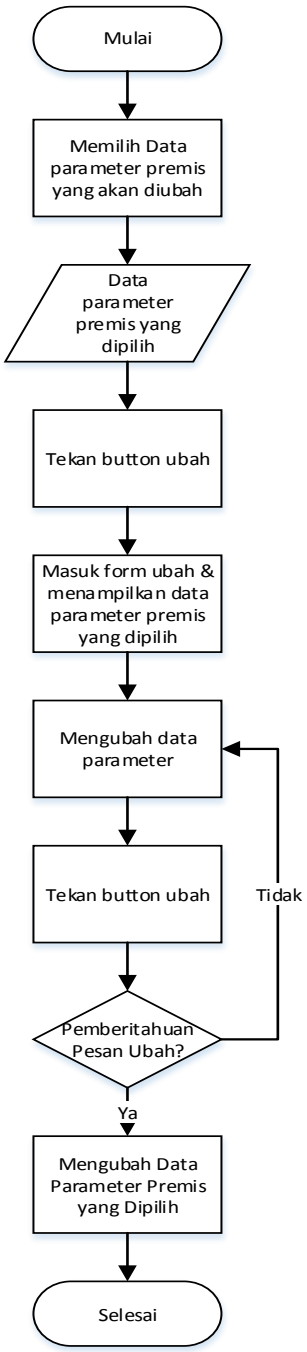
Prosedural hapus parameter merupakan prosedur yang digunakan untuk menghapus parameter-parameter yang digunakan dalam sistem. Prosedural hapus parameter dapat dilihat pada gambar 3.32.



Gambar 3. 32 *Flowchart* Hapus Parameter

5. Prosedural Ubah Parameter Premis

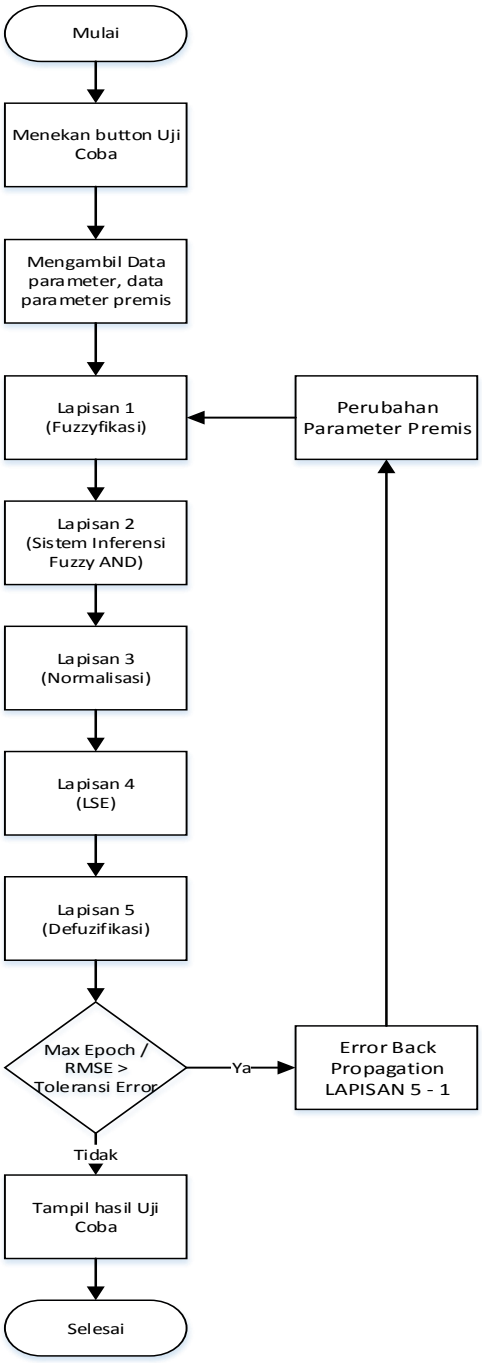
Prosedural ubah parameter premis merupakan prosedur yang digunakan untuk mengubah parameter-parameter premis yang digunakan dalam sistem. Prosedural ubah parameter premis dapat dilihat pada gambar 3.33.



Gambar 3. 33 *Flowchart* Ubah Parameter Premis

6. Prosedural Uji Coba

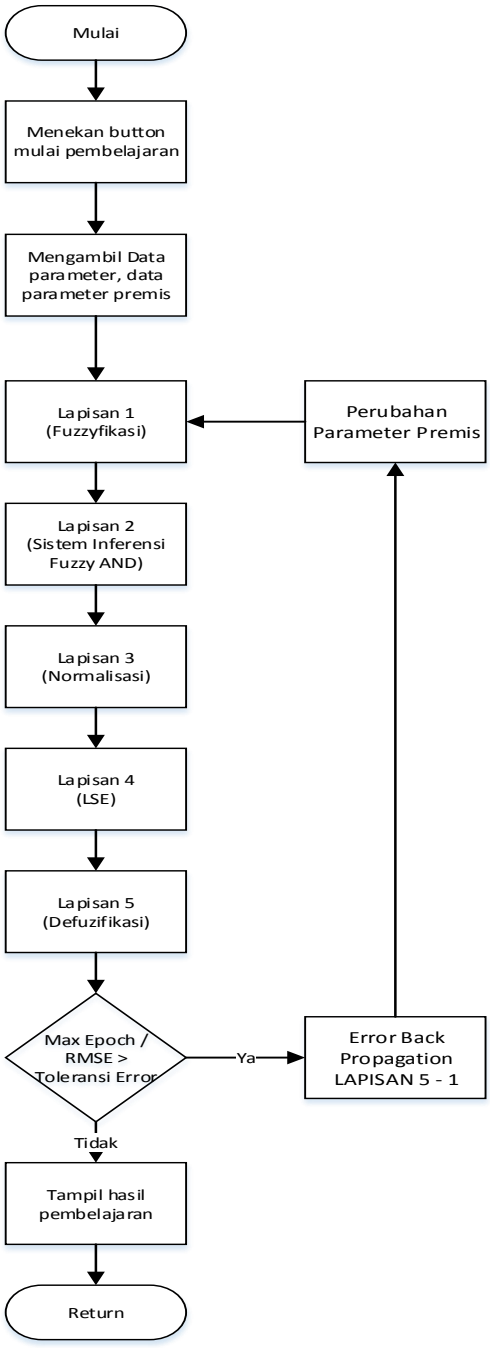
Prosedural uji coba merupakan prosedur yang digunakan untuk menguji coba algofitma ANFIS. Prosedural uji coba dapat dilihat pada gambar 3.34.



Gambar 3. 34 *Flowchart* Uji Coba

7. Prosedural Pembelajaran ANFIS

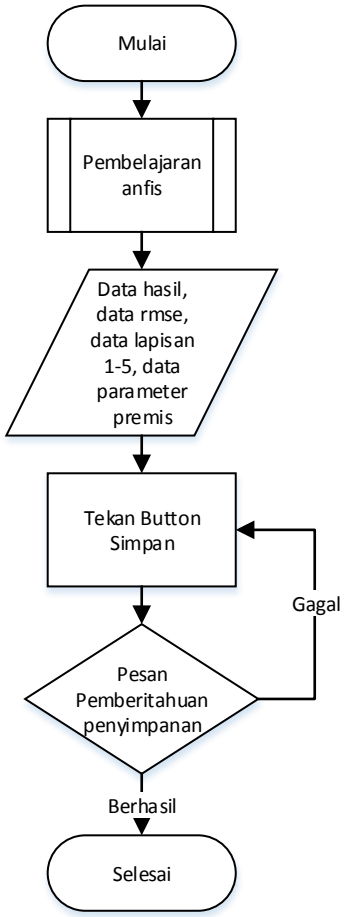
Prosedural pembelajaran ANFIS merupakan prosedur yang digunakan untuk melakukan pembelajaran algoritma ANFIS. Prosedural pembalajran ANFIS dapat dilihat pada gambar 3.35.



Gambar 3. 35 *Flowchart* Pembelajaran ANFIS

8. Prosedural Simpan Data Hasil Olahan

Prosedural simpan data hasil olahan merupakan prosedur yang digunakan untuk melakukan penyimpanan parameter premis hasil pembelajaran ANFIS. Prosedural simpan data hasil olahan dapat dilihat pada gambar 3.36.



Gambar 3. 36 *Flowchart* Simpan Data Hasil Olahan