BAB 3
ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Analisis

Analisis merupakan suatu proses untuk menerjemahkan konsep ke dalam bagian-bagian yang lebih sederhana, sehingga struktur logikanya dapat dibaca dengan mudah dan menjadi lebih jelas. Analisis merupakan metode untuk menguji, menilai, dan memahami *system* pemikiran yang rumit dengan memecahnya kedalam unsur-unsur yang lebih sederhana sehingga hubungan antar unsur-unsur itu menjadi jelas.

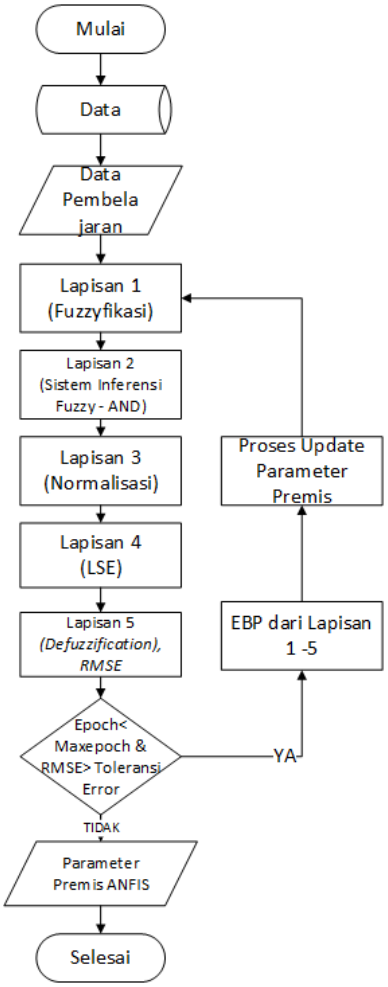
3.1.1 Analisis Masalah

Memprediksi potensi banjir pada suatu wilayah sangat penting untuk diteliti, dengan adanya *system* yang dapat memprediksi potensi banjir suatu wilayah maka akibat dari bencana banjir tersebutpun dapat diminimalisir. Banyak yang sudah melakukan penelitian mengenai prediksi potensi banjir di suatu wilayah, salah satunya telah dibuktikan pada jurnal "Rancang Bangun Model Potensi Banjir pada Jalan Arteri di Kota Malang Menggunakan Logika Fuzzy" karya Wahyu Kurnia Dewanto, M. Aziz Muslim dan Sunaryo [7]. Pada jurnal ini, penentuan potensi banjir dilakukan di wilayah Kecamatan Lowokwaru di Kota Malang dengan jalan yang dianalisis merupakan jalan arteri di wilayah tersebut. Dalam penentuan potensi banjir diwilayah tersebut, penulis menggunakan beberapa parameter yang menjadi faktor terjadinya banjir, seperti : data curah hujan, data drainase, data koefisien pengaliran, dan data ketinggian wilayah. Keluaran *system* berupa tingkat potensi banjir yang dikategorikan menjadi 3 kategori yaitu potensi kecil, sedang, dan besar. Penelitian ini mendapatkan kesimpulan bahwa metode *fuzzy* dapat digunakan untuk memprediksi tingkat potensi banjir namun karena metode *fuzzy* ini tidak memiliki proses pembelajaran maka hasil yang didapatkan pun menjadi kurang optimal karena ketergantungan terhadap data awal.

Dengan menggunakan metode ANFIS yang memiliki proses pembelajaran dari jaringan syaraf tiruan, maka pemprediksian tingkat potensi banjirpun diharapkan akan menjadi lebih optimal. Dengan menggunakan faktor-faktor seperti curah hujan, jenis tekstur tanah, pengolahan lahan hijau, dan kemiringan lereng wilayah maka tingkat potensi banjir suatu wilayah dapat ditentukan. Akan tetapi masih belum adanya peneliti yang menggunakan metode ANFIS sebagai metode dalam memprediksi tingkat potensi banjir di suatu wilayah, maka usaha peminimalisiran dampak banjir pun menjadi sulit dikarenakan belum adanya suatu *system* yang dapat memprediksi tingkat potensi banjir. Maka dari itu, perlu dilakukan analisis performansi terhadap metode ANFIS untuk mengetahui akurasi dari metode ANFIS dalam memprediksi tingkat potensi banjir di suatu wilayah.

3.1.2 Analisis *System* yang akan dibangun

Dalam membangun *system* prediksi tingkat potensi banjir, dilakukan beberapa tahapan analisis. Berikut tahapan-tahapan tersebut :



Gambar 3.1 Arsitektur *System*

Berdasarkan gambar 3.1, terdapat data input yang harus dimasukkan ke dalam sistem sebagai data pembelajaran, yaitu data curah hujan, kemiringan leren, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Apabila data input benar, maka dilanjutkan ke dalam proses *fuzzifikasi*, pada proses ini data masukan diubah ke dalam fungsi keanggotaan fuzzy. Proses selanjutnya adalah mesin inferensi, pada proses ini dilakukan penalaran pada data masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambil keputusan. Proses terakhir adalah *defuzzifikasi*, dalam proses ini dilakukan suatu pemetaan himpunan fuzzy ke dalam himpunan tegas (*crips*) untuk menghasilkan *output*. Setelah lapisan 1-5 selesai dikerjakan, terdapat pengecekan apakah iterasi sudah melebihi batas iterasi dan rmse sudah melebihi batas toleransi *error*, jika keduanya bernilai benar maka proses diulang kembali ke perhitungan

lapisan 1, jika keduanya atau salah satu mengeluarkan nilai salah maka proses selanjutnya adalah menghitung nilai parameter premis yang baru.

3.1.3 Analisis Data Masukan

Data masukan yang digunakan dalam proses pembelajaran dan pengujian agar *system* ini dapat berjalan adalah :

1. Nilai dari data curah hujan (CH)

   Nilai curah hujan ini memiliki nilai dengan kisaran nilai sebagai berikut :

Curah Hujan (mm)	Keterangan
0-100	Rendah (R)
100-300	Sedang (S)
300-500	Tinggi (T)

2. Nilai dari data kemiringan lereng (KL)

   Nilai kemiringan lereng ini memiliki nilai dengan kisaran nilai sebagai berikut :

Kemiringan Lereng	Keterangan
0-8	Datar (D)
9-15	Landai (LA)
16-25	Curam (C)

3. Nilai dari data jenis tanah (JT)

   Nilai jenis tanah ini memiliki nilai dengan kisaran nilai sebagai berikut :

Jenis Tanah (%)	Keterangan
0-30	Latosol (L)
31-70	Aluvial (AL)
71-100	Andosol (AN)

4. Nilai dari data penggunaan lahan (PL)

   Nilai penggunaan lahan ini memiliki nilai dengan kisaran nilai sebagai berikut :

Penggunaan Lahan (%)	Keterangan
0-30	Jarang (J)

31-70	Padat (P)
71-100	Sangat Padat (SP)

3.1.4 Analisis Metode

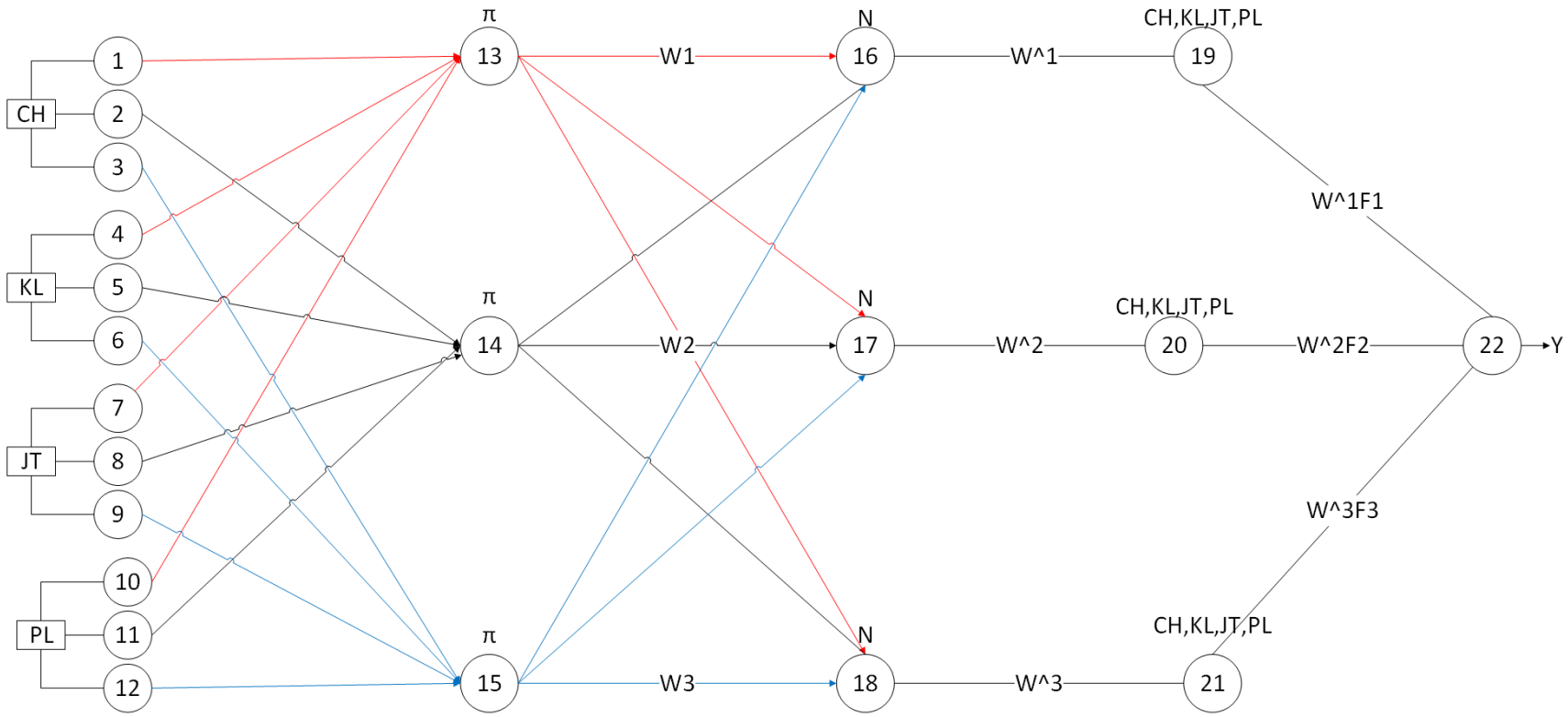
Penelitian ini diadakan untuk membangun sebuah *system* analisis yang dapat memprediksi tingkat potensi banjir pada suatu wilayah, dengan menggunakan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS), pemprediksiaannya menggunakan beberapa variable, seperti variable curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Berikut adalah sampel data yang akan dikaji pada *system* yang akan dibangun .

Tabel 3.1 Ilustrasi Tabel Input dan Output

No	Kecamatan	Curah Hujan	Kemiringan Lereng	Jenis Tanah	Penggunaan Lahan	Target Output
1	Karyawangi	52	18	89	29	1
2	Cihanjuangrahayu	71	17	93	25	1
3	Cihideung	125	17	78	10	1
4	Pangeureunan	58	11	22	19	2
5	Cijambu	105	12	29	35	2
6	Kadakajaya	125	7	15	19	2
7	Cibiru Wetan	203	5	32	60	3
8	Cileunyi Wetan	205	10	55	77	3
9	Cileunyi Kulon	300	7	69	93	3

Keterangan :

Target Output :1 = Kurang Rawan;2 = Cukup Rawan;3 = Sangat Rawan



Gambar 3.2 Arsitektur ANFIS

Degan mengacu arsitektur yang terdapat pada gambar 3.1, berikut Langkah-langkah untuk melakukan perhitungan ANFIS :

1. Lapisan 1

Pada lapisan pertama terjadi proses fuzifikasi. Proses ini adalah untuk memetakan inputan data kedalam himpunan *fuzzy*. Dalam proses ini akan dilakukan perhitungan fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk mentransformasi masukan himpunan klasik ke derajat tertentu. Fungsi Keanggotaan yang digunakan adalah jenis *Generalized-Bell*.Adapun untuk melakukan penentuan nilai c rendah, sedang, tinggi ditentukan dengan cara menghitung nilai min dari keseluruhan data untuk rendah, rata-rata dari keseluruhan data untuk sedan dan nilai maks dari keseluruhan data untuk tingi. Adapun untuk nilai b diberi nilai 1 dan untuk nilai a bisa ditentukan dengan bebas.

Perhitungan lapisan pertama berupa derajat keanggotaan setiap data dengan menggunakan persamaan (2.1) dan data pada tabel 3.1 Berikut perhitungannya :

1. Curah Hujan

   Rendah (R) : gbell(x;100;1;50)

   Sedang (S) : gbell(x;200:1:150)

   Tinggi (T) : gbell(x;200;1;310)

   Contoh Kasus :

   Data ke-1

   Curah Hujan = 52

$$\mu_R(52) = gbell(52,100,1,50) = \frac{1}{1+\left|\frac{52-50}{100}\right|^2} = 0.9996$$

$$\mu_S(52) = gbell(52,200,1,150) = \frac{1}{1+\left|\frac{52-150}{200}\right|^2} = 0.806837$$

$$\mu_T(52) = gbell(52,200,1,310) = \frac{1}{1+\left|\frac{52-310}{200}\right|^2} = 0.375361$$

Dengan langkah yang sama terhadap data yang lain, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3.2 *Output* Lapisan 1 (Curah Hujan)

No	Curah Hujan		
	Rendah (R)	**Sedang (S)**	**Tinggi (T)**
1	0.99960016	0.806386582	0.375361285
2	0.957762666	0.865033196	0.411857374
3	0.64	0.984615385	0.538901987
4	0.9936407	0.825354903	0.386458494
5	0.767754319	0.951814396	0.487656202
6	0.64	0.984615385	0.538901987
7	0.299320542	0.934382957	0.77746895
8	0.293901543	0.92969204	0.783929446
9	0.137931034	0.64	0.997506234

2. Kemiringan Lereng

   Datar (D) : gbell(x;8;1;0)

   Landai (LA) : gbell(x;8:1:9)

   Curam (C) : gbell(x;8;1;16)

   Contoh Kasus :

   Data ke-1

   Kemiringan Lereng = 18

$$\mu_D(18) = gbell(18,8,1,0) = \frac{1}{1+\left|\frac{18-0}{8}\right|^2} = 0.164948$$

$$\mu_{LA}(18) = gbell(18,8,1,9) = \frac{1}{1+\left|\frac{18-9}{8}\right|^2} = 0.441379$$

$$\mu_C(18) = gbell(18,8,1,16) = \frac{1}{1+\left|\frac{18-16}{8}\right|^2} = 0.941176$$

Dengan langkah yang sama terhadap data yang lain, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3.3 *Output* Lapisan 1 (Kemiringan Lereng)

No	Kemiringan Lereng		
	Datar (D)	**Landai(LA)**	**Curam (C)**
1	0.164948	0.441379	0.941176
2	0.181303	0.5	0.984615
3	0.181303	0.5	0.984615
4	0.345946	0.941176	0.719101
5	0.307692	0.876712	0.8
6	0.566372	0.941176	0.441379
7	0.719101	0.8	0.345946
8	0.390244	0.984615	0.64
9	0.566372	0.941176	0.441379

3. Jenis Tanah

   Latosol (L) : gbell(x;30;1;0)

   Aluvial (AL) : gbell(x;30:1:31)

   Andosol (AN) : gbell(x;30;1;71)

   Contoh Kasus :

   Data ke-1

   Jenis Tanah=89

   $\mu_L\ (89) = gbell(89,30,1,0) = \frac{1}{1+\left|\frac{89-0}{30}\right|^2}$ = 0.102029

   $\mu_{AL}\ (89) = gbell(89,30,1,31) = \frac{1}{1+\left|\frac{89-31}{30}\right|^2}$ = 0.2111069

   $\mu_{AN}\ (89) = gbell(89,30,1,71) = \frac{1}{1+\left|\frac{89-71}{30}\right|^2}$ =0.735294

   Dengan langkah yang sama terhadap data yang lain, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3.4 *Output* Lapisan 1 (Jenis Tanah)

No	Jenis Tanah		
	Litosol (L)	**Aluvial (AL)**	**Andosol (AN)**
1	0.102029	0.211069	0.735294
2	0.094251	0.189713	0.650289
3	0.128866	0.289482	0.948367
4	0.650289	0.917431	0.272645
5	0.516944	0.995575	0.337838
6	0.8	0.778547	0.222993
7	0.467775	0.99889	0.371747
8	0.229299	0.609756	0.778547
9	0.158983	0.383959	0.995575

4. Penggunaan Lahan

   Jarang (J) : gbell(x;30;1;0)

   Padat (P) : gbell(x;30:1:31)

   Sangat Padat (SP) : gbell(x;30;1;71)

   Contoh Kasus :

   Data ke-1

   Penggunaan Lahan = 29

   $\mu_J\ (29) = gbell(29,30,1,0) = \frac{1}{1+\left|\frac{29-0}{30}\right|^2}$ = 0.516944

   $\mu_P\ (29) = gbell(29,30,1,31) = \frac{1}{1+\left|\frac{29-31}{30}\right|^2}$ = 0.995575

   $\mu_{SP}\ (29) = gbell(29,30,1,71) = \frac{1}{1+\left|\frac{29-71}{30}\right|^2}$ =0.337838

   Dengan langkah yang sama terhadap data yang lain, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3.5 *Output* Lapisan 1 (Penggunaan Lahan)

No	Penggunaan Lahan		
	Jarang (J)	Padat (P)	Sangat Padat(SP)
1	0.516944	0.995575	0.337838
2	0.590164	0.961538	0.298408
3	0.9	0.671141	0.194763
4	0.713719	0.862069	0.249723
5	0.423529	0.982533	0.409836
6	0.713719	0.862069	0.249723
7	0.2	0.516944	0.881489
8	0.131791	0.298408	0.961538
9	0.094251	0.189713	0.650289

2. Lapisan 2

Output dari lapisan 2 adalah hasil perkalian dari semua sinyal yang masuk. Masing-masing keluaran simpul menyatakan derajad pengaktifan dari aturan *fuzzy*. Perhitungan output lapisan 2 menggunakan persamaan (2.2) berdasarkan derajat keanggotaan pada tabel 3.2, 3.3, 3.4, dan 3.5 sebagai berikut :

Data perhitungan untuk lapisan ke 2 pada data ke 1 :

$W_1 = \mu_{CH_r} * \mu_{KL_r} * \mu_{JT_r} * \mu_{PL_r} = 0.9996 * 0.164948 * 0.102029 * 0.516944 = 0.008696$

$W_2 = \mu_{CH_s} * \mu_{KL_s} * \mu_{JT_s} * \mu_{PL_s} = 0.806387 * 0.441379 * 0.211069 * 0.995575 = 0.074792$

$W_3 = \mu_{CH_t} * \mu_{KL_t} * \mu_{JT_t} * \mu_{PL_t} = 0.375361 * 0.941176 * 0.735294 * 0.337838 = 0.087759$

Hal yang sama digunakan terhadap data yang lain, sehingga menghasilkan :

Tabel 3.6 *Output* Lapisan Kedua

Data Ke-	W_1	W_2	W_3
1	0.008696	0.074792	0.087759
2	0.009659	0.078898	0.078692
3	0.013458	0.095647	0.098007
4	0.159541	0.614366	0.018921
5	0.051721	0.816264	0.054016
6	0.206966	0.621963	0.013246
7	0.020137	0.38599	0.088136
8	0.003466	0.166561	0.375585

9	0.001171	0.043877	0.285041

3. Lapisan 3

Setiap node pada lapisan ini adalah node *nonadaptif* yang menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternormalisasi, yaitu membagi w_i dengan jumlah total w. Perhitungan *output* lapisan ketiga menggunakan persamaan (2.3) sebagai berikut :

Perhitungan untuk data ke-1 :

$$\overline{W_1} = \frac{W_1}{W_1+W_2+W_3} = \frac{0.008696}{0.171247} = 0.050783$$

$$\overline{W_2} = \frac{W_2}{W_1+W_2+W_3} = \frac{0.074792}{0.171247} = 0.436749$$

$$\overline{W_3} = \frac{W_3}{W_1+W_2+W_3} = \frac{0.087759}{0.171247} = 0.512468$$

Hal yang sama dilakukan terhadap data yang lain, sehingga menghasilkan :

Tabel 3.7 *Output* Lapisan Ketiga

Data Ke-	$\overline{W_1}$	$\overline{W_2}$	$\overline{W_3}$
1	0.050783	0.436749	0.512468
2	0.057751	0.471741	0.470508
3	0.064977	0.461813	0.47321
4	0.20123	0.774905	0.023865
5	0.056096	0.885318	0.058586
6	0.245752	0.73852	0.015728
7	0.040741	0.78094	0.178319
8	0.006352	0.305274	0.688374
9	0.003546	0.132924	0.86353

4. Lapisan 4

Pada lapisan 4 dilakukan perhitungan pembelajaran arah maju (*forward pass*) dengan metode *Recursive Least Squares Estimator* (RLSE) dalam kasus ini berujuan untuk mencari nilai $O_1..O_n$, $P_1..P_n$, $Q_1..Q_n$, $R_1..R_n$, $S_1..S_n$

Langkah-langkah perhitungan terlihat sebagai berikut :

1) Penentuan matriks A :

   Nilai dari matriks A ini berisikan hasil dari perhitungan lapisan ke 3 dikalikan dengan variable-variabel masukan *system.* Berikut ilustrasinya :

$$A = \begin{bmatrix} CH_i(\overline{W_i}) & KL_i(\overline{W_i}) & JT_i(\overline{W_i}) & \dots & PL_n(\overline{W_n}) \\ CH_9(\overline{W_i}) & KL_9(\overline{W_i}) & JT_9(\overline{W_i}) & \dots & PL_9(\overline{W_n}) \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 3.1288 & 1.3538 & 3.3996 & \cdots & 69.2352 & 62.476 & 42.4756 & 0.4248 \\ 4.7977 & 2.0442 & 4.3805 & \cdots & 7.2108 & 8.9782 & 6.9782 & 0.0582 \\ 36.4725 & 11.8417 & 37.8935 & \cdots & 2.4492 & 2.3450 & 1.9108 & 0.0174 \\ 12.4415 & 3.3380 & 13.2507 & \cdots & 20.4258 & 15.0099 & 16.5573 & 0.1547 \\ 21.3256 & 6.3977 & 24.5244 & \cdots & 1.8188 & 0.9656 & 1.1250 & 0.0094 \\ 10.5078 & 3.0838 & 11.4216 & \cdots & 12.7156 & 10.5809 & 9.0959 & 0.0928 \\ 10.9447 & 2.8655 & 8.3388 & \cdots & 26.1352 & 21.7304 & 16.8851 & 0.1468 \\ 31.9829 & 9.0816 & 34.7469 & \cdots & 0.7207 & 0.8051 & 0.6024 & 0.0056 \\ 12.1999 & 2.6471 & 13.8112 & \cdots & 2.6530 & 2.6295 & 2.3477 & 0.0235 \end{bmatrix}$$

Dari matriks A tersebut akan dicari nilai parameter konsekuen θ(teta) dengan menggunakan metode Least-Squares Estimator (LSE).

Jika Matriks A^T.A *non singular*, maka rumus yang digunakan :

$$\Theta = \text{inv}(A^T A)A^T.y$$

Dimana y merupakan target *output* yang diinginkan.

$$y= \{1;1;1;2;2;2;3;3;3\}$$

Sehingga Didapatkan nilai Θ, sebagai berikut :

Tabel 3.8 Parameter Konsekuen

Parameter	Nilai
O1	0.036812
P1	0.732537
Q1	-0.09143
R1	-0.08289
S1	-9.12605
O2	-0.01251
P2	-0.34574
Q2	0.006454
R2	-0.01026
S2	7.701523
O3	-0.00179
P3	-0.05854
Q3	-0.02593
R3	0.014775
S3	4.905308

Selanjutnya nilai $O_1..O_n$, $P_1..P_n$, $Q_1..Q_n$, $R_1..R_n$, $S_1..S_n$ digunakan untuk perhitungan pada lapisan ke 4. Perhitungan output lapisan ke 4 menggunakan persamaan (2.4). Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 *Output* Lapisan Keempat

Data Ke-	$\overline{W_1} f_1$	$\overline{W_2} f_2$	$\overline{W_3} f_3$
1	-0.23195	0.482318	0.962929
2	-0.26766	0.60342	0.819027
3	-0.00208	0.304963	0.857218
4	-0.50701	2.417395	0.092306
5	-0.11349	1.829718	0.221456
6	-0.57587	2.672626	0.065485
7	-0.23997	2.361114	0.767856
8	-0.03599	0.379689	2.522561
9	-0.02473	0.13536	3.059954

5. Lapisan 5

Pada lapisan ini hanya ada satu node tetap yang fungsinya untuk menjumlahkan semua masukan yang berasal dari lapisan ke 4. Dengan persamaan (2.5) maka didapat :

Tabel 3.10 *Output* Lapisan Kelima

NO	$\sum \bar{w}_i f_i$
1	1.213297
2	1.154789
3	1.160101
4	2.002694
5	1.93768
6	2.162242
7	2.889001
8	2.866257
9	3.170587

6. Pengukuran Kesalahan

a) RMSE (*Root Mean Squared Error)*

RMSE merupakan metode alternative untuk mengevaluasi teknik peramalan, RMSE adalah rata-rata kuadrat dari perbedaan nilai estimasi dengan nilai observasi suatu variable. Jika Nilai RMSE semakin kecil maka estimasi mdel atau variable tersebut semakin valid.

$$\text{RMSE}=\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(Y_{t-wifi_t})^2}{n}}$$

Dengan :

Y= nilai keluaran actual

Wifi= nilai keluaran peramalan

N=jumlah data

$$\text{RMSE}=\sqrt{\frac{(1-(-1.213297))^2+\cdots+(3-(3.170587))^2}{9}}$$

$$= 0.149975$$

7. Error Backpropagation (EBP)

Untuk melakukan koreksi kesalahan keluaran jaringan digunakan metode *gradient descent* (penurunan gradient) menggunakan algoritma EBP. Prosedur EBP menghitung sinyal kesalahan secara mundur dari lapisan keluaran hingga lapisan masukan yang terdapat pada tahap maju. Terdapan L lapisan dan N(ℓ) simpul serta terdapat P pasangan data antara porses belajar jaringan adaptif, maka untuk mengukur kesalahan (*error measure)* pada tiap pasangan data latih ke-P ($1 \leq P \leq N$), adalah :

$$\boldsymbol{P} = \sum_{K=1}^{N(\ell)} (\boldsymbol{d}_k^p - \boldsymbol{x}_{L,k}^p)^2$$

A. Hitung kesalahan di lapisan ke-5

Propagasi *error* yang menuju pada lapisan ke-5 dapat menggunakan rumus (2.6)sehingga menghasilkan :

Tabel 3.11 Hasil Kesalahan Lapisan 5

Data Ke-	$\varepsilon_{5,i}$
1	0.426593
2	0.309578
3	0.320201
4	0.005388
5	-0.12464
6	0.324483
7	-0.222
8	-0.26749
9	0.341174

B. Hitung kesalahan di lapisan ke-4

Propagasi *error* yang menuju pada lapisan ke-4 dapat menggunakan rumus (2.7) s/d (2.8) sehingga menghasilkan :

Tabel 3.12 Hasil Kesalahan Lapisan 4

Data Ke-	$\varepsilon_{4,1}$	$\varepsilon_{4,2}$	$\varepsilon_{4,3}$
1	0.426593	0.426593	0.426593
2	0.309578	0.309578	0.309578
3	0.320201	0.320201	0.320201
4	0.005388	0.005388	0.005388
5	-0.12464	-0.12464	-0.12464
6	0.324483	0.324483	0.324483
7	-0.222	-0.222	-0.222
8	-0.26749	-0.26749	-0.26749
9	0.341174	0.341174	0.341174

C. Hitung kesalahan di lapisan ke-3

Propagasi *error* yang menuju pada lapisan ke-3 dapat menggunakan rumus (2.9) s/d (2.10) sehingga menghasilkan :

$$\varepsilon_{3,i} = (O_i CH + P_i KL + Q_i JT + R_i PL + S_i)\varepsilon_{4,i}$$

Sehingga dari rumus tersebut didapatkan hasil seperti pada tabel 3.13 :

Tabel 3.13 Hasil Kesalahan Lapisan 3

Data Ke-	$\varepsilon_{3,1}$	$\varepsilon_{3,2}$	$\varepsilon_{3,3}$
1	-1.94845	0.471103	0.80157
2	-1.43481	0.395993	0.538892
3	-0.01025	0.211448	0.580043
4	-0.01358	0.016809	0.02084
5	0.252168	-0.2576	-0.47114
6	-0.76036	1.17427	1.351028
7	1.307588	-0.6712	-0.95595
8	1.51554	-0.33269	-0.98021
9	-2.37891	0.347427	1.208964

D. Hitung kesalahan di lapisan ke-2

Propagasi *error* yang menuju pada lapisan ke-2 dapat menggunakan rumus (2.11) s/d (2.12) sehingga menghasilkan :

Tabel 3.14 Hasil Kesalahan Lapisan 2

Data Ke-	$\varepsilon_{2,1}$	$\varepsilon_{2,2}$	$\varepsilon_{2,3}$
1	-0.57781	1.201501	2.398751
2	-0.49544	1.116933	1.516022
3	-0.00322	0.471481	1.325282
4	-0.00345	0.016429	0.000627
5	0.015342	-0.24735	-0.02994
6	-0.22188	1.029742	0.025231
7	0.107782	-1.06049	-0.34488
8	0.017645	-0.18614	-1.23668
9	-0.02556	0.139906	3.162714

E. Hitung kesalahan di lapisan ke 1

Propagasi *error* yang menuju pada lapisan ke-5 dapat menggunakan rumus (2.13) s/d (2.16) sehingga menghasilkan :

$$\varepsilon_{1,1} = \varepsilon_{2,1} * (\mu_{KL_r}(KL) * \mu_{JT_r}(JT) * \mu_{PL_r}(PL))$$

$$\varepsilon_{1,2} = \varepsilon_{2,2} * (\mu_{KL_s}(KL) * \mu_{JT_s}(JT) * \mu_{PL_s}(PL))$$

$$\varepsilon_{1,3} = \varepsilon_{2,3} * (\mu_{KL_t}(KL) * \mu_{JT_t}(JT) * \mu_{PL_t}(PL))$$

$$\varepsilon_{1,4} = \varepsilon_{2,1} * (\mu_{CH_r}(CH) * \mu_{JT_r}(JT) * \mu_{PL_r}(PL))$$
$$\varepsilon_{1,5} = \varepsilon_{2,2} * (\mu_{CH_s}(CH) * \mu_{JT_s}(JT) * \mu_{PL_s}(PL))$$
$$\varepsilon_{1,6} = \varepsilon_{2,3} * (\mu_{CH_t}(CH) * \mu_{JT_t}(JT) * \mu_{PL_t}(PL))$$
$$\varepsilon_{1,7} = \varepsilon_{2,1} * (\mu_{CH_r}(CH) * \mu_{KL_r}(KL) * \mu_{PL_r}(PL))$$
$$\varepsilon_{1,8} = \varepsilon_{2,2} * (\mu_{CH_s}(CH) * \mu_{KL_s}(KL) * \mu_{PL_s}(PL))$$
$$\varepsilon_{1,9} = \varepsilon_{2,3} * (\mu_{CH_t}(CH) * \mu_{KL_t}(KL) * \mu_{PL_t}(PL))$$
$$\varepsilon_{1,10} = \varepsilon_{2,1} * (\mu_{CH_r}(CH) * \mu_{KL_r}(KL) * \mu_{JT_r}(JT))$$
$$\varepsilon_{1,11} = \varepsilon_{2,2} * (\mu_{CH_s}(CH) * \mu_{KL_s}(KL) * \mu_{JT_s}(JT))$$
$$\varepsilon_{1,12} = \varepsilon_{2,3} * (\mu_{CH_t}(CH) * \mu_{KL_t}(KL) * \mu_{JT_t}(JT))$$

Sehingga dari rumus tersebut diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3.15 Hasil Kesalahan Lapisan 1

Data Ke-	$\varepsilon_{1,1}$	$\varepsilon_{1,2}$	$\varepsilon_{1,3}$	$\varepsilon_{1,4}$	$\varepsilon_{1,5}$	$\varepsilon_{1,6}$	$\varepsilon_{1,7}$	$\varepsilon_{1,8}$	$\varepsilon_{1,9}$	$\varepsilon_{1,10}$	$\varepsilon_{1,11}$	$\varepsilon_{1,12}$
1	-0.00503	0.111439	0.560823	-0.03046	0.203595	0.223668	-0.04925	0.425749	0.286295	-0.00972	0.090262	0.623113
2	-0.005	0.101874	0.289661	-0.02639	0.176248	0.121163	-0.05077	0.464511	0.183455	-0.00811	0.091649	0.399784
3	-6.8E-05	0.0458	0.241023	-0.00024	0.090192	0.131917	-0.00034	0.155781	0.136959	-4.8E-05	0.067193	0.666901
4	-0.00055	0.012229	3.07E-05	-0.00159	0.010724	1.65E-05	-0.00085	0.011002	4.35E-05	-0.00077	0.011708	4.75E-05
5	0.001034	-0.21212	-0.00332	0.002579	-0.23029	-0.00202	0.001535	-0.2028	-0.00479	0.001874	-0.20549	-0.00395
6	-0.07175	0.650468	0.00062	-0.08108	0.68049	0.000757	-0.0574	0.822636	0.001499	-0.06434	0.742935	0.001338
7	0.007251	-0.43809	-0.0391	0.003018	-0.51168	-0.08787	0.00464	-0.4098	-0.08177	0.010852	-0.79185	-0.03448
8	0.000208	-0.03335	-0.5925	0.000157	-0.03149	-0.72575	0.000267	-0.05085	-0.5966	0.000464	-0.1039	-0.48306
9	-0.00022	0.009592	0.903759	-5.3E-05	0.006522	2.042472	-0.00019	0.015988	0.905511	-0.00032	0.032357	1.386314

Selanjutnya, *error* pada lapisan ke-1 tersebut akan digunakan untuk melakukan *update* data parameter ANFIS dengan proses differensial masing-masing parameter premis. Dimana pada perhitungan ini nilai *error* sebelummnya dimasukan. Dengan menggunakan rumus :

$$\mu_i baru = \mu_i lama + \varepsilon_{i,j}$$

Sehingga dari rumus tersebut menghasilkan :

Tabel 3.16 Parameter Baru (Curah Hujan)

No	Curah Hujan		
	Rendah (R)	**Sedang (S)**	**Tinggi (T)**
1	0.994573	0.917825	0.936184
2	0.952766	0.966907	0.701518
3	0.639932	1.030416	0.779925
4	0.993087	0.837584	0.386489
5	0.768788	0.739693	0.48434
6	0.568248	1.635083	0.539522
7	0.306572	0.496296	0.738372
8	0.29411	0.896343	0.191428
9	0.137714	0.649592	1.901265

Tabel 3.17 Parameter Baru (Kemiringan Lereng)

No	Kemiringan Lereng		
	Datar (D)	Landai(LA)	Curam(C)
1	0.134485	0.644974	1.164845
2	0.154909	0.676248	1.105778
3	0.181064	0.590192	1.116532
4	0.344357	0.951901	0.719118
5	0.310271	0.64642	0.797979
6	0.485292	1.621666	0.442136
7	0.722119	0.288324	0.25808
8	0.390401	0.953127	-0.08575
9	0.566319	0.947699	2.483851

Tabel 3.18 Parameter Baru (Jenis Tanah)

No	Jenis Tanah		
	Latosol (L)	Aluvial(AL)	Andosol(AN)
1	0.052779	0.636818	1.021589
2	0.043479	0.654225	0.833744
3	0.12853	0.445263	1.085326
4	0.649444	0.928433	0.272688
5	0.518479	0.792777	0.333051
6	0.742599	1.601183	0.224492
7	0.472415	0.589095	0.28998
8	0.229566	0.55891	0.181949
9	0.158794	0.399947	1.901087

Tabel 3.19 Parameter Baru (Penggunaan Lahan)

No	Penggunaan Lahan		
	Jarang (J)	Padat(P)	Sangat Padat(SP)
1	0.507224	1.085837	0.960951
2	0.582056	1.053187	0.698192
3	0.899952	0.738334	0.861664
4	0.712949	0.873777	0.24977
5	0.425403	0.777043	0.40589
6	0.649379	1.605004	0.251061
7	0.210852	-0.2749	0.847005
8	0.132255	0.194511	0.47848
9	0.093933	0.222071	2.036603

Selanjutnya untuk mendapatkan parameter fungsi keanggotaan Bell yang baru, digunakan rumus dari persamaan fungsi keanggotaan fuzzy sebagai berikut :

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

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

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

Sehingga dari rumus diatas akan menghasilkan nilai parameter fungsi keanggotaan Bell yang baru. Hasil perhitungan bisa dilihat pada Tabel 3.20-Tabel 3.22.

Tabel 3.20 Nilai Keanggotaan Bell Baru $\frac{d\mu_i}{da}$

No	$\frac{d\mu_i}{da}$											
1	7.9936E-06	0.001561	0.002345	0.034435	0.061641	0.013841	0.006108	0.011101	0.012976	0.016648	0.000294	0.014914
2	0.00080907	0.001168	0.002422	0.037108	0.0625	0.003787	0.005691	0.010248	0.015161	0.016125	0.002465	0.013957
3	0.004608	0.000151	0.002485	0.037108	0.0625	0.003787	0.007484	0.013712	0.003264	0.006	0.014714	0.010455
4	0.00012638	0.001441	0.002371	0.056567	0.013841	0.050499	0.015161	0.00505	0.013221	0.013622	0.007927	0.012491
5	0.00356615	0.000459	0.002498	0.053254	0.027022	0.04	0.016648	0.000294	0.014914	0.016277	0.001144	0.016125
6	0.004608	0.000151	0.002485	0.061399	0.013841	0.061641	0.010667	0.011494	0.011551	0.013622	0.007927	0.012491
7	0.00419456	0.000613	0.00173	0.050499	0.04	0.056567	0.016597	7.39E-05	0.01557	0.010667	0.016648	0.006964
8	0.00415047	0.000654	0.001694	0.059488	0.003787	0.0576	0.011781	0.015864	0.011494	0.007628	0.013957	0.002465
9	0.00237812	0.002304	2.49E-05	0.061399	0.013841	0.061641	0.008914	0.015769	0.000294	0.005691	0.010248	0.015161

Tabel 3.21 Nilai Keanggotaan Bell Baru $\frac{d\mu_i}{db}$

No	$\frac{d\mu_i}{db}$											
1	0.003127	0.222747	-0.11941	-0.2234	-0.05808	0.1535	-0.19926	-0.21955	0.198851	0.016931	0.023859	-0.15054
2	0.126267	0.216892	-0.08631	-0.22377	0	0.062998	-0.19317	-0.22319	0.141067	0.088196	0.119041	-0.17898
3	0.132564	0.062998	0.038745	-0.22377	0	0.062998	-0.21453	-0.18468	0.142523	0.19775	0.157444	-0.2226
4	0.031919	0.223864	-0.1096	-0.14411	0.1535	0.189876	0.141067	0.182405	-0.19459	0.186653	0.217905	-0.20611
5	0.213198	0.136826	-0.01234	-0.17274	0.212031	0.221807	0.016931	0.023859	-0.15054	-0.07527	0.06916	-0.0882
6	0.132564	0.062998	0.038745	0.065589	0.1535	-0.05808	0.221807	0.216759	-0.21629	0.186653	0.217905	-0.20611
7	-0.17838	0.162846	0.216433	0.189876	0.221807	-0.14411	-0.03214	0.007541	-0.12255	-0.22181	0.016931	0.209623
8	-0.1819	0.16877	0.218288	-0.1062	0.062998	0.132564	-0.21423	0.106196	0.216759	-0.21571	-0.17898	0.119041
9	-0.21791	0.132564	0.014904	0.065589	0.1535	-0.05808	-0.22273	-0.11183	0.023859	-0.19317	-0.22319	0.141067

Tabel 3.22 Nilai Keanggotaan Bell Baru $\frac{d\mu_i}{dc}$

No	$\frac{d\mu_i}{dc}$											
1	-0.0004	0.003186	0.001818	-0.0153	-0.05479	-0.05536	-0.00206	-0.00574	-0.02163	-0.01722	0.004405	0.010653
2	-0.00385	0.002956	0.002027	-0.01746	-0.0625	-0.0303	-0.00184	-0.00496	-0.02067	-0.01935	0.012327	0.009103
3	-0.00614	0.001212	0.002686	-0.01746	-0.0625	-0.0303	-0.00288	-0.00875	-0.01399	-0.018	0.02102	0.005142
4	-0.00158	0.003134	0.001882	-0.04114	-0.05536	0.080798	-0.02067	0.016834	0.008094	-0.02151	0.019818	0.007206
5	-0.00648	0.002038	0.002438	-0.0355	-0.07206	0.08	-0.01722	0.004405	0.010653	-0.01395	-0.00858	0.013437
6	-0.00614	0.001212	0.002686	-0.07017	0.055363	0.054792	-0.02133	0.021551	0.006188	-0.02151	0.019818	0.007206
7	-0.00274	-0.00231	0.003234	-0.0808	0.08	0.04114	-0.01556	-0.00222	0.011977	-0.00533	-0.01722	0.018994
8	-0.00268	-0.00238	0.003226	-0.04759	-0.0303	0.0768	-0.00643	-0.01983	0.021551	-0.00297	-0.0091	-0.01233
9	-0.00095	-0.00307	0.000498	-0.07017	0.055363	0.054792	-0.00388	-0.01245	0.004405	-0.00184	-0.00496	-0.02067

Sehingga parameter fungsi keanggotaan fuzzy yang baru adalah fungsi keanggotaan fuzzy yang lama ditambah dengan turunannya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$a_{baru_i} = a_{lama_i} + \frac{d\mu_i}{d_a}$$

$$b_{baru_i} = b_{lama_i} + \frac{d\mu_i}{d_b}$$

$$c_{baru_i} = c_{lama_i} + \frac{d\mu_i}{d_c}$$

Sehingga dari rumus tersebut akan menghasilkan parameter fungsi keanggotaan fuzzy yang baru. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.23-Tabel 3.25.

Tabel 3.23 Parameter Keanggotaan Fuzy Yang Baru (a)

No	a_{baru_i}											
1	100	200.0016	200.0023	8.034435	8.061641	8.013841	30.00611	30.0111	30.01298	30.01665	30.00029	30.01491
2	100.0008	200.0012	200.0024	8.037108	8.0625	8.003787	30.00569	30.01025	30.01516	30.01612	30.00247	30.01396
3	100.0046	200.0002	200.0025	8.037108	8.0625	8.003787	30.00748	30.01371	30.00326	30.006	30.01471	30.01046
4	100.0001	200.0014	200.0024	8.056567	8.013841	8.050499	30.01516	30.00505	30.01322	30.01362	30.00793	30.01249
5	100.0036	200.0005	200.0025	8.053254	8.027022	8.04	30.01665	30.00029	30.01491	30.01628	30.00114	30.01612
6	100.0046	200.0002	200.0025	8.061399	8.013841	8.061641	30.01067	30.01149	30.01155	30.01362	30.00793	30.01249
7	100.0042	200.0006	200.0017	8.050499	8.04	8.056567	30.0166	30.00007	30.01557	30.01067	30.01665	30.00696
8	100.0042	200.0007	200.0017	8.059488	8.003787	8.0576	30.01178	30.01586	30.01149	30.00763	30.01396	30.00247
9	100.0024	200.0023	200	8.061399	8.013841	8.061641	30.00891	30.01577	30.00029	30.00569	30.01025	30.01516

Tabel 3.24 Parameter Keanggotaan Fuzzy yang Baru (b)

No	b_{baru_i}											
1	1.003127	1.222747	0.880591	0.776604	0.941918	1.1535	0.800739	0.780446	1.198851	1.016931	1.023859	0.84946
2	1.126267	1.216892	0.913695	0.776232	1	1.062998	0.80683	0.776815	1.141067	1.088196	1.119041	0.82102
3	1.132564	1.062998	1.038745	0.776232	1	1.062998	0.785469	0.815318	1.142523	1.19775	1.157444	0.777402
4	1.031919	1.223864	0.890403	0.855889	1.1535	1.189876	1.141067	1.182405	0.80541	1.186653	1.217905	0.793885
5	1.213198	1.136826	0.987661	0.827257	1.212031	1.221807	1.016931	1.023859	0.84946	0.924728	1.06916	0.911804
6	1.132564	1.062998	1.038745	1.065589	1.1535	0.941918	1.221807	1.216759	0.783709	1.186653	1.217905	0.793885
7	0.821619	1.162846	1.216433	1.189876	1.221807	0.855889	0.967865	1.007541	0.877449	0.778193	1.016931	1.209623
8	0.818104	1.16877	1.218288	0.893804	1.062998	1.132564	0.785766	1.106196	1.216759	0.78429	0.82102	1.119041
9	0.782095	1.132564	1.014904	1.065589	1.1535	0.941918	0.777268	0.888172	1.023859	0.80683	0.776815	1.141067

Tabel 3.25 Parameter Keanggotan Fuzy yang Baru (c)

No	c_{baru_i}											
1	49.9996	150.0032	310.0018	-0.0153	8.945208	15.94464	-0.00206	30.99426	70.97837	-0.01722	31.00441	71.01065
2	49.99615	150.003	310.002	-0.01746	8.9375	15.9697	-0.00184	30.99504	70.97933	-0.01935	31.01233	71.0091
3	49.99386	150.0012	310.0027	-0.01746	8.9375	15.9697	-0.00288	30.99125	70.98601	-0.018	31.02102	71.00514
4	49.99842	150.0031	310.0019	-0.04114	8.944637	16.0808	-0.02067	31.01683	71.00809	-0.02151	31.01982	71.00721
5	49.99352	150.002	310.0024	-0.0355	8.927941	16.08	-0.01722	31.00441	71.01065	-0.01395	30.99142	71.01344
6	49.99386	150.0012	310.0027	-0.07017	9.055363	16.05479	-0.02133	31.02155	71.00619	-0.02151	31.01982	71.00721
7	49.99726	149.9977	310.0032	-0.0808	9.08	16.04114	-0.01556	30.99778	71.01198	-0.00533	30.98278	71.01899
8	49.99732	149.9976	310.0032	-0.04759	8.969704	16.0768	-0.00643	30.98017	71.02155	-0.00297	30.9909	70.98767
9	49.99905	149.9969	310.0005	-0.07017	9.055363	16.05479	-0.00388	30.98755	71.00441	-0.00184	30.99504	70.97933

Hasil tersebut akan dijumlahkan dan dibagi dengan 9 sebagai inputan baru untuk proses iterasi selanjutnya.

Setelah didapat hasil parameter fungsi keanggotaan yang baru dan pengukuran nilai sinyal kesalahan, maka proses selanjutnya akan dilakukan iterasi sesuai dengan alur maju dan dari hasil keluaran jaringan akan dilakukan pemeriksaan kesalahan ditahap propagasi balik. Demikian seterusnya proses ini berulang sampai memperoleh nilai sinyal kesalahan terkecil atau sampai dengan iterasi maksimum.

Dari proses iterasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil error terkecil pada iterasi ke-500. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan hasil akhir seperti pada tabel 3.26.

Tabel 3.26 Hasil Akhir

Data Ke-	Target Output	Output Jaringan	*error*
1	1	1.22346	-0.22346
2	1	1.110739	-0.11074
3	1	1.152616	-0.15262
4	2	2.006963	-0.00696
5	2	1.946846	0.053154
6	2	2.116998	-0.117
7	3	2.943599	0.056401
8	3	2.894585	0.105415
9	3	3.132124	-0.13212

Hasil proses penyelesaian tersebut menunjukan bahwa metode ANFIS berhasil memprediksi tingkat potensi banjir dengan RMSE= 0.000094.

3.1.5 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional dilakukan untuk mengetahui spesifikasi kebutuhan non fungsional. Spesifikasi kebutuhan non fungsional adalah spesifikasi yang detail tentang hal-hal yang akan dilakukan *system* ketika diimplementasikan.

3.1.5.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk kebutuhan pengujian *system* prediksi tingkat potensi banjir, dapat dilihat pada tabel 3.27

Tabel 3.27 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras Pengujian

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Prosesor	Intel Core i3
2	Memori	4096 MB
3	Monitor	Monitor 14”

Untuk menjalankan *system* prediksi tingkat potensi banjir ini harus memenuhi perangkat keras dengan spesifikasi minimal sebagai berikut :

Tabel 3.28 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras Minimal

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Prosesor	Intel Pentium Dual Core
2	Memori	1024 MB
3	Monitor	Monitor 14”

Dengan menganalisis perangkat keras tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat keras yang digunakan telah sesuai untuk menjalankan *system* prediksi tingkat potensi banjir.

3.1.5.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk kebutuhan pengujian *system* prediksi tingkat potensi banjir, dapat dilihat pada tabel 3.29

Tabel 3.29 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak Pengujian

No	Perangkat Lunak
1	*System* operasi Windows 8.1
2	Web server XAMPP
3	Microsoft Visual Studio 2013

Untuk menjalankan *system* prediksi tingkat potensi banjir harus dipenuhi dahulu spesifikasi minimal perangkat lunak yang diantaranya :

Tabel 3.30 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak Minimal

No	Perangkat Lunak
1	*System* operasi Windows XP atau windows dengan versi yang lebih baru
2	Web server XAMPP
3	Microsoft Visual Studio 2010

Dengan menganalisis perangkat lunak tersebut, dapat disimpulkan bahwa perangkat lunak yang digunakan telah memenuhi kebutuhan untuk dapat menjalankan *system* prediksi tingkat potensi banjir.

3.1.5.3 Analisis Pengguna

Dalam *system* yang akan dibangun nantinya hanya akan melibatkan 1 entitas, yaitu penguji dengan karateristik sebagai berikut :

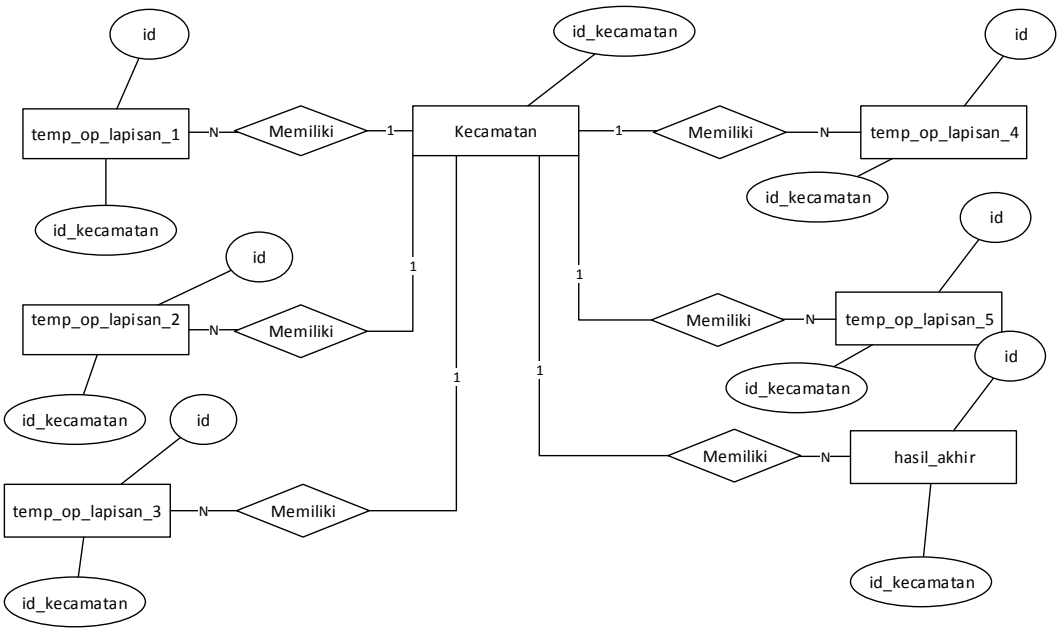
Tabel 3.31 Analisis Pengguna

Pengguna	Penguji
Hak Akses	a. Olah Data Kecamatan b. Olah Data Proses Belajar ANFIS c. Melakukan Uji Coba

3.1.5.4 Analisis Basis Data

Perancangan proses *system* ini meliputi ERD yang merupakan fungsi untuk menjelaskan aliran data yang diproses sehingga menghasilkan informasi yang diharapkan.

Komponen utama dalam pembentukkan ERD yaitu *Entity* dan *Relation* sehingga dalam hal ini ERD merupakan komponen yang berisikan himpunan entitas dan relasi yang dideskripsikan melalui sejumlah atribut-atribut yang menggambarkan seluruh fakta dari *system* yang ditinjau. Adapun ERD dari *system* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.3 ERD

Selain ke 7 entitasi diatas, masih terdapat 3 entitas penting yang dibutuhkan oleh *system* prediksi banjir ini. Entitas-entitas tersebut adalah entitas rmse yang berfungsi untuk menyimpan nilai rmse tiap iterasi, entitas uji yang berfungsi untuk menyimpan data uji dan entitas nilai_belajar yang berfungsi untuk menyimpan data nilai belajar untuk tiap iterasi.

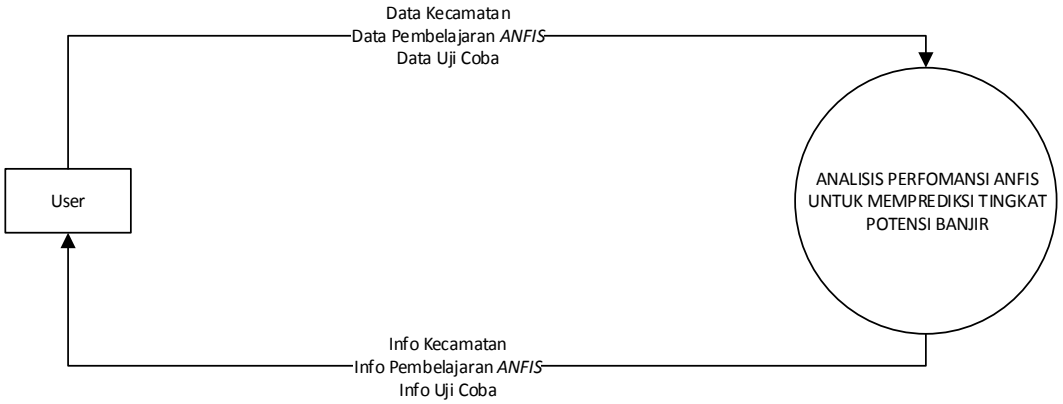
3.1.6 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional digunakan untuk menggambarkan secara umum *system* yang akan dirancang. Secara garis besar fungsi utama dari perangkat lunak yang akan dikembangkan dapat dilihat pada :

1. Diagram konteks
2. *Data Flow Diagram* (DFD)
3. Spesifikasi Proses
4. Kamus Data

3.1.6.1 Diagram konteks

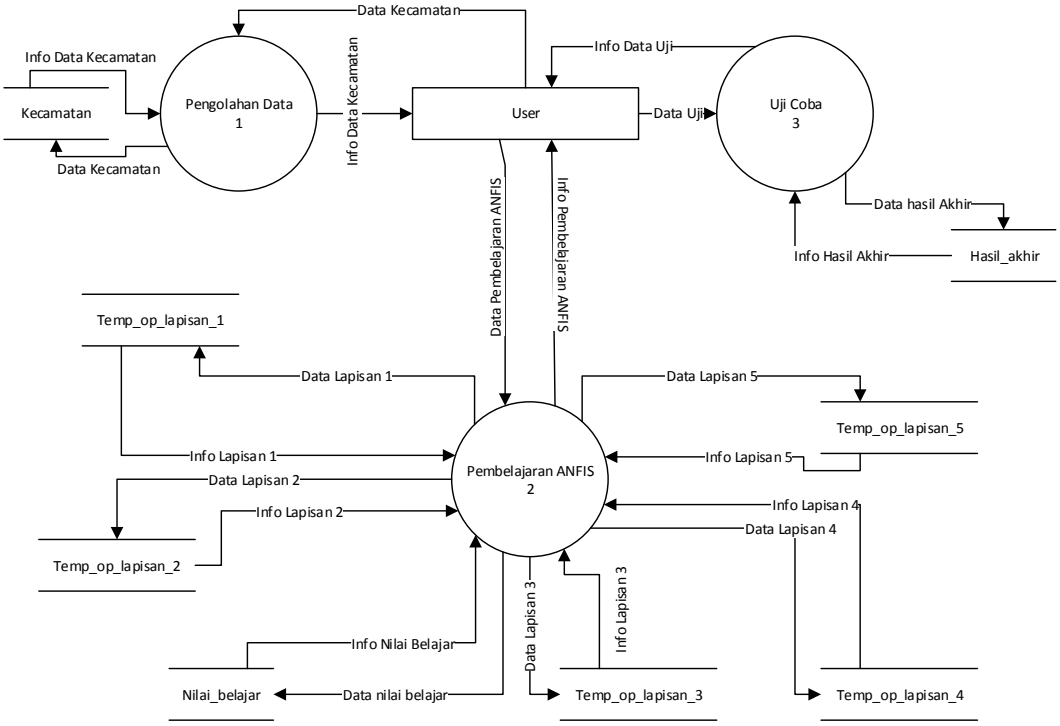
System yang dibangun digambarkan secara garis besar dengna menggunakan diagram konteks. Dari diagram ini dapat diihat secara umum mengenai alur proses yang ditangani *system*. Diagram konteks *system* ini dapat dilihat pada gambar dibawah



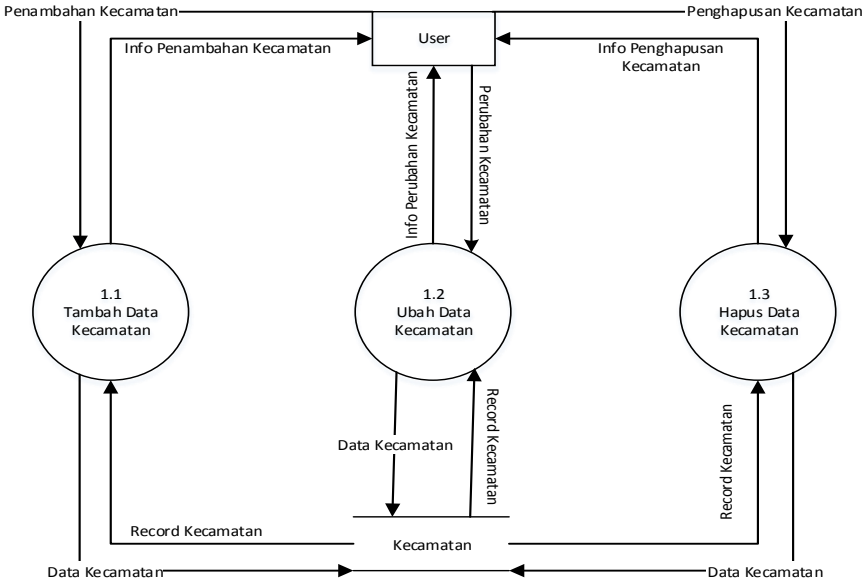
Gambar 3.4 Diagram Konteks

3.1.6.2 *Data Flow Diagram* (DFD)

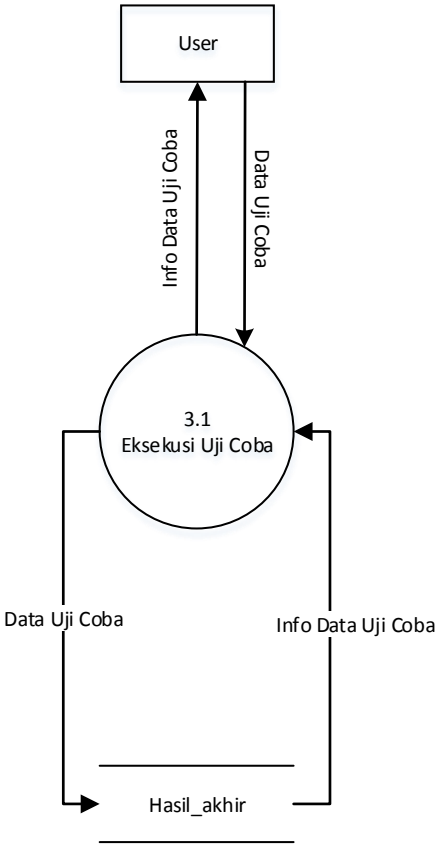
DFD sering digunakan untuk menggunakan suatu *system* yang telah ada atau *system* baru yang akan dikembangkan secara logika tanpa mempertimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir atau lingkungan fisik dimana data tersebut akan disimpan. DFD dapat menggambarkan arus data didalam *system* dengan terstruktur dan jelas. DFD *system* ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.5 *Data Flow Diagram (DFD)* Level 1



Gambar 3.6 *Data Flow Diagram (DFD)* Level 2 Proses Pengolahan Data



Gambar 3.7 *Data Flow Diagram* (DFD) Level 2 Uji Coba

3.1.6.3 Spesifikasi Proses

Spesifikasi proses merupakan alat bantu *system* yang akan menjelaskan perilaku-perilaku proses yang ada dalam *Data Flow Diagram (DFD).* Spesifikasi proses *system* ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.32 Spesifikasi Proses

No	Proses	Keterangan
1	No.Proses	1
	Nama Proses	Pengolahan Data
	Source	User
	Input	Data Kecamatan
	Output	Info Kecamatan
	Destination	Tabel Kecamatan
	Logika Proses	1. User Melakukan Pengolahan Data
2	No.Proses	2

No	Proses	Keterangan
	Nama Proses	Pembelajaran ANFIS
	Source	User
	Input	Data Pembelajaran
	Output	Info Pembelajaran
	Destination	Tabel temp_op_lapisan_1, temp_op_lapisan_2, temp_op_lapisan_3, temp_op_lapisan_4, temp_op_lapisan_5, hasil_akhir, nilai_belajar
	Logika Proses	1. User memasukan data pembelajaran 2. *system* akan melakukan pembelajaran 3. *system* akan menyimpan data pembelajaran kedalam *database*
3	No.Proses	3
	Nama Proses	Uji Coba
	Source	User
	Input	Nilai Belajar
	Output	Info Uji Coba
	Destination	Tabel hasil_akhir,uji
	Logika Proses	1. User Menekan button Uji Coba 2. User menekan tombol proses uji coba pada tab uji coba agar system memulai proses prediksi 3. System akan menampilkan hasil target aktual dan hasil target jaringan
4	No.Proses	1.1
	Nama Proses	Tambah Data Kecamatan
	Source	User
	Input	Data Kecamatan yang akan ditambah
	Output	Info Penambahan Data
	Destination	Tabel Kecamatan
	Logika Proses	1. User mengisi data kecamatan yang akan ditambahkan 2. User menyimpan data kecamatan 3. *System* menyimpan data kecamatan kedalam *database*
5	No.Proses	1.2
	Nama Proses	Ubah Data Kecamatan
	Source	User
	Input	Data Kecamatan yang akan diubah
	Output	Info Perubahan Data
	Destination	Tabel Kecamatan
	Logika Proses	1. User memilih data kecamatan yang akan diubah

No	Proses	Keterangan
		2. User mengisi data kecamatan yang akan diubah 3. User menyimpan data kecamatan yang sudah diubah 4. *System* menyimpan data kecamatan yang telah diubah kedalam *database*
6	No.Proses	1.3
	Nama Proses	Hapus Data Kecamatan
	Source	User
	Input	Data Kecamatan yang akan dihapus
	Output	Info Penghapusan Data
	Destination	Tabel Kecamatan
	Logika Proses	1. User memilih data kecamatan yang akan dihapus 2. *System* menghapus data kecamatan yang dipilih dari *database*
7	No.Proses	3.1
	Nama Proses	Eksekusi Uji Coba
	Source	User
	Input	Data Nilai belajar
	Output	Info Uji Coba Kecamatan
	Destination	Tabel hasil_akhir
	Logika Proses	1. User menekan tombol proses uji coba 2. *System* akan melakukan perhitungan ANFIS *3. System* akan menampilkan hasil akhir dari proses uji coba

3.1.6.4 Kamus Data

Kamus data merupakan deskripsi formal mengenai seluruh elemen yang tercakup dalam DFD. Kamus data untuk DFD *system* ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.33 Kamus data

Komponen	Keterangan
Nama	Data Kecamatan
Where used/how used	1.1.Tambah Data Kecamatan
Deskripsi	Data yang digunakan untuk proses penambahan data kecamatan
Struktur Data	Id_kecamatan [Varchar(4)] Nama [Varchar(50)] ch[int(3)]

Komponen	**Keterangan**
	kl [int(3)] jt [int(3)] pl [int(3)] Target_output [int(3)]
Nama	Data Kecamatan
Where used/how used	1.2.Ubah Data Kecamatan
Deskripsi	Data yang digunakan untuk proses perubahan data kecamatan
Struktur Data	Id_kecamatan [Varchar(4)] Nama [Varchar(50)] ch [int(3)] kl [int(3)] jt [int(3)] pl [int(3)] Target_output [int(3)]
Nama	Data Kecamatan
Where used/how used	1.3.Hapus Data Kecamatan
Deskripsi	Data yang digunakan untuk proses penghapusan data kecamatan
Struktur Data	Id_kecamatan [Varchar(4)]
Nama	Data Nilai Belajar
Where used/how used	3.1.Eksekusi Uji Coba
Deskripsi	Data yang digunakan untuk proses uji coba
Struktur Data	achr[decimal(10,8)] achs[decimal(10,8)] acht[decimal(10,8)] cchr[decimal(10,8)] cchs[decimal(10,8)] ccht[decimal(10,8)] aklr[decimal(10,8)] akls[decimal(10,8)] aklt[decimal(10,8)] cklr[decimal(10,8)] ckls[decimal(10,8)] cklt[decimal(10,8)]

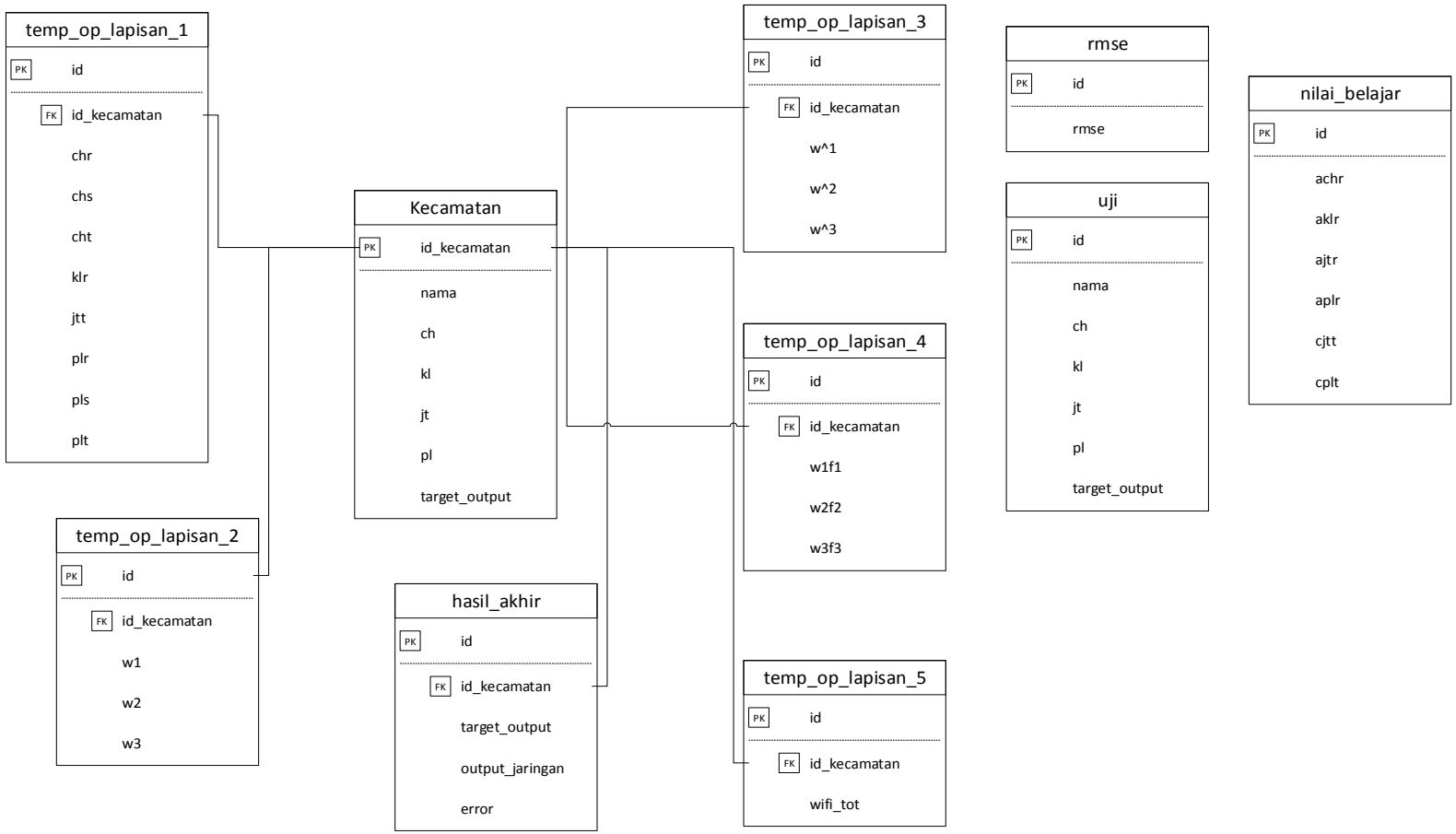
Komponen	Keterangan
	ajtr[decimal(10,8)] ajts[decimal(10,8)] ajtt[decimal(10,8)] cjtr[decimal(10,8)] cjts[decimal(10,8)] cjtt[decimal(10,8)] aplr[decimal(10,8)] apls[decimal(10,8)] aplt[decimal(10,8)] cplr[decimal(10,8)] cpls[decimal(10,8)] cplt[decimal(10,8)]

3.1.7 Perancangan *System*

Perancangan merupakan penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah kedalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Perancangan *system* terdiri dari perancangan database, struktur menu, dan antarmuka.

3.1.7.1 Skema Relasi

Skema relasi merupakan rangkaian hubungan antar dua tabel atau lebih pada *system database.* Berikut ini adalah skema relasi pada Analisis Perfomansi ANFIS Untuk Memprediksi Tingkat Potensi Banjir.



Gambar 3.8 Skema Relasi Analisis Perfomansi ANFIS Untuk Memprediksi Tingkat Potensi Banjir

3.1.7.2 Struktur Tabel

Struktur tabel adalah spesifikasi dari tiap tabel yang digunakan dalam *system* yang akan dibangun. Struktur tabel dari *system* yang dibangun adalah sebagai berikut :

1. Tabel Kecamatan

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data kecamatan. Struktur tabel kecamatan dapat dilihat pada Tabel 3.34.

Tabel 3.34 Struktur Tabel Kecamaatan

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id_kecamatan	Int	4	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increament*
nama	varchar	50		
Ch	int	3		
Kl	int	3		
Jt	int	3		
pl	int	3		
target_output	int	3		

2. Tabel temp_op_lapisan_1

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan hasil keluaran pada lapisan ke-1. Struktur tabel temp_op_lapisan_1 dapat dilihat pada Tabel 3.35.

Tabel 3.35 Struktur Tabel temp_op_lapisan_1

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id	int	8	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increament*
id_kecamatan	int	4		*Foreign Key*
Chr	decimal	30,8		
chs	decimal	30,8		
cht	decimal	30,8		
klr	decimal	30,8		
kls	decimal	30,8		
klt	decimal	30,8		
jtr	decimal	30,8		
jts	decimal	30,8		
jtt	decimal	30,8		

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
plr	decimal	30,8		
pls	decimal	30,8		
plt	decimal	30,8		

3. Tabel temp_op_lapisan_2

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan hasil keluaran pada lapisan ke-2. Struktur tabel temp_op_lapisan_2 dapat dilihat pada Tabel 3.36.

Tabel 3.36 Struktur Tabel temp_op_lapisan_2

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id	int	8	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increament*
id_kecamatan	int	4		*Foreign Key*
w1	decimal	30,8		
w2	decimal	30,8		
w3	decimal	30,8		

4. Tabel temp_op_lapisan_3

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan hasil keluaran pada lapisan ke-3. Struktur tabel temp_op_lapisan_3 dapat dilihat pada Tabel 3.37.

Tabel 3.37 Struktur Tabel temp_op_lapisan_3

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id	int	8	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increament*
id_kecamatan	int	4		*Foreign Key*
w^1	decimal	30,8		
w^2	decimal	30,8		
w^3	decimal	30,8		

5. Tabel temp_op_lapisan_4

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan hasil keluaran pada lapisan ke-4. Struktur tabel temp_op_lapisan_4 dapat dilihat pada Tabel 3.38.

Tabel 3.38 Struktur Tabel temp_op_lapisan_4

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id	int	8	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increament*
id_kecamatan	int	4		*Foreign Key*
w1f1	decimal	30,8		
w2f2	decimal	30,8		
w3f3	decimal	30,8		

6. Tabel temp_op_lapisan_5

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan hasil keluaran pada lapisan ke-5. Struktur tabel temp_op_lapisan_ dapat dilihat pada tabel 3.39.

Tabel 3.39 Struktur Tabel temp_op_lapisan_5

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id	int	8	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increament*
id_kecamatan	int	4		*Foreign Key*
Wifi_tot	decimal	30,8		

7. Tabel RMSE

Tabel ini berfungi untuk menyimpan nilai rmse untuk setiap iterasi. Struktur tabel rmse dapat dilihat pada tabel 3.40

Tabel 3.40 Struktur Tabel rmse

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id	int	4	*Primary Key*	*Not Null*
Rmse	Double			

8. Tabel nilai_belajar

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan parameter Gbell baru yang nantinya akan digunakan untuk proses uji coba. Struktur tabel nilai_belajar dapat dilihat pada tabel 3.41

Tabel 3.41 Struktur Tabel nilai_belajar

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id	Int	4	*Primary Key*	*Not Null*

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Achr				
Achs				
Acht				
Cchr				
Cchs				
Ccht				
Aklr				
Akls				
Aklt				
Cklr				
Ckls				
Cklt				
Ajtr				
Ajts				
Ajtt				
Cjtr				
Cjts				
Cjtt				
Aplr				
Apls				
Aplt				
Cplr				
Cpls				
Cplt				

9. Tabel Uji

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data kecamatan yang akan di uji coba. Struktur tabel uji dapat dilihat pada tabel 3.42.

Tabel 3.42 Struktur Tabel uji

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id	Int	4	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increament*
nama	varchar	50		
Ch	int	3		

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
Kl	int	3		
Jt	int	3		
Pl	int	3		
target_output	int	3		

10. Tabel hasil_akhir

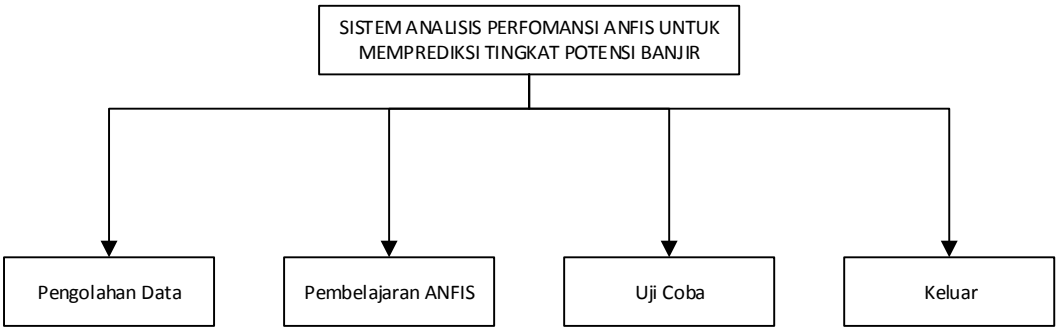
Tabel ini berfungsi untuk menyimpan hasil akhir pembelajaan ANFIS. Struktur tabel hasil_akhir dapat dilihat pada tabel 3.43.

Tabel 3.43 Struktur Tabel hasil_akhir

Struktur Tabel				
Nama Field	Tipe	Panjang	Kunci	Keterangan
id	int	8	*Primary Key*	*Not Null, Auto Increament*
id_kecamatan	int	4		*Foreign Key*
Target_output	Int	3		
Output_jaringan	Decimal	30,8		
Error	Decimal	30,8		

3.1.7.3 Perancangan Struktur Menu

Perancangan struktur menu berisikan menu dan sub menu yang berfungsi untuk memudahkan user didalam menggunakan *system*. Struktur menu *system* ini adalah sebagai berikut :

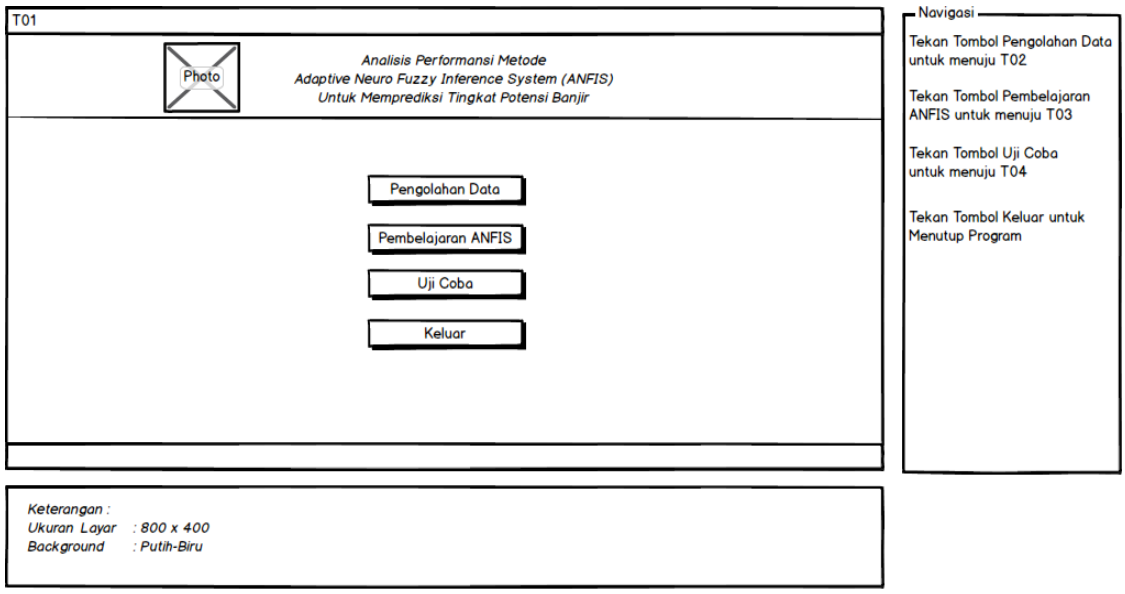


Gambar 3.9 Struktur Menu

3.1.7.4 Perancangan Antarmuka

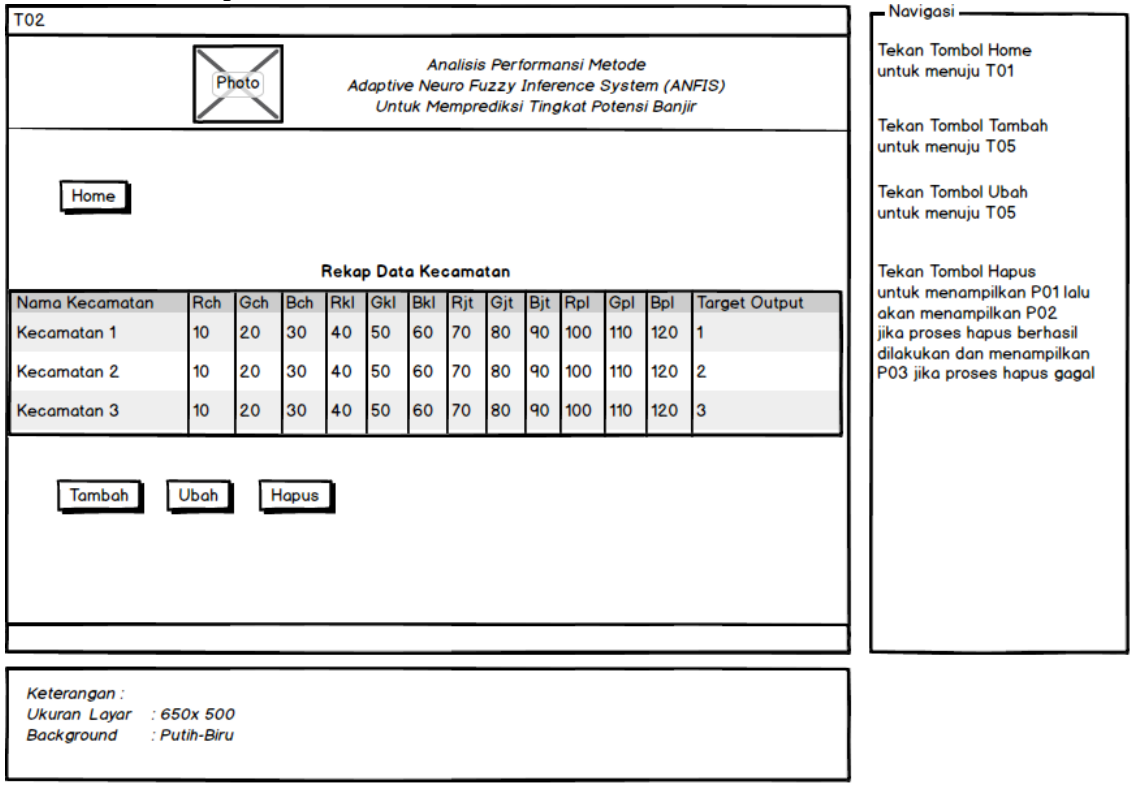
Perancangan antarmuka bertujuan untuk memberikan gambaran tentang *system* yang akan dibangun sehingga akan mempermudah dalam mengimplementasikan serta akan memudahkan dalam pembuatan *system*.

1. Antarmuka Home



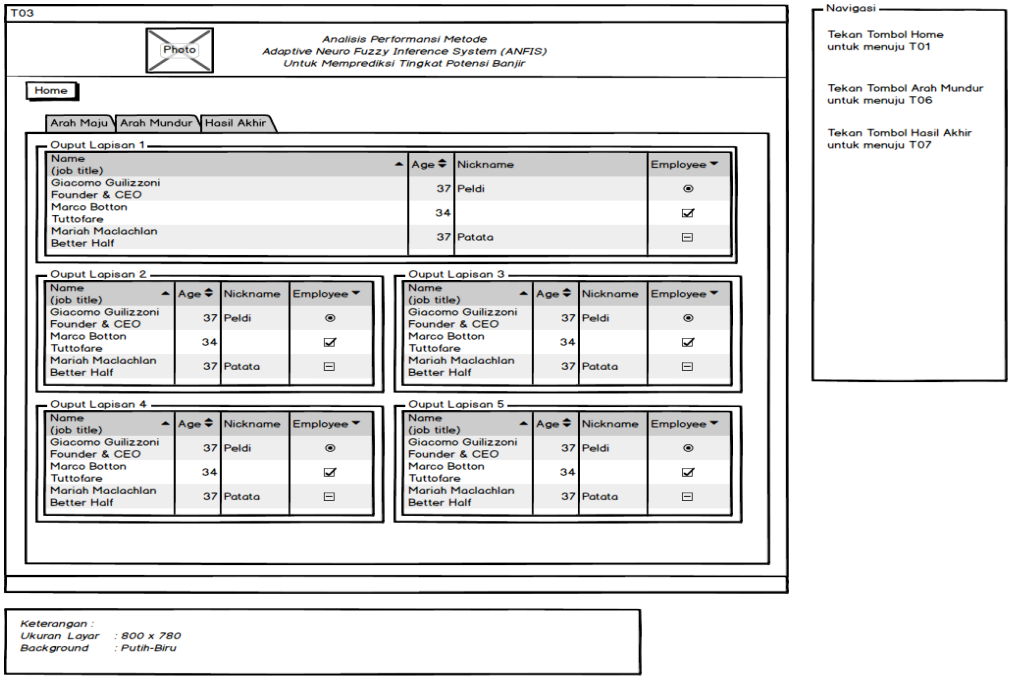
Gambar 3.10 Antarmuka Home

2. Antarmuka Rekap Kecamatan



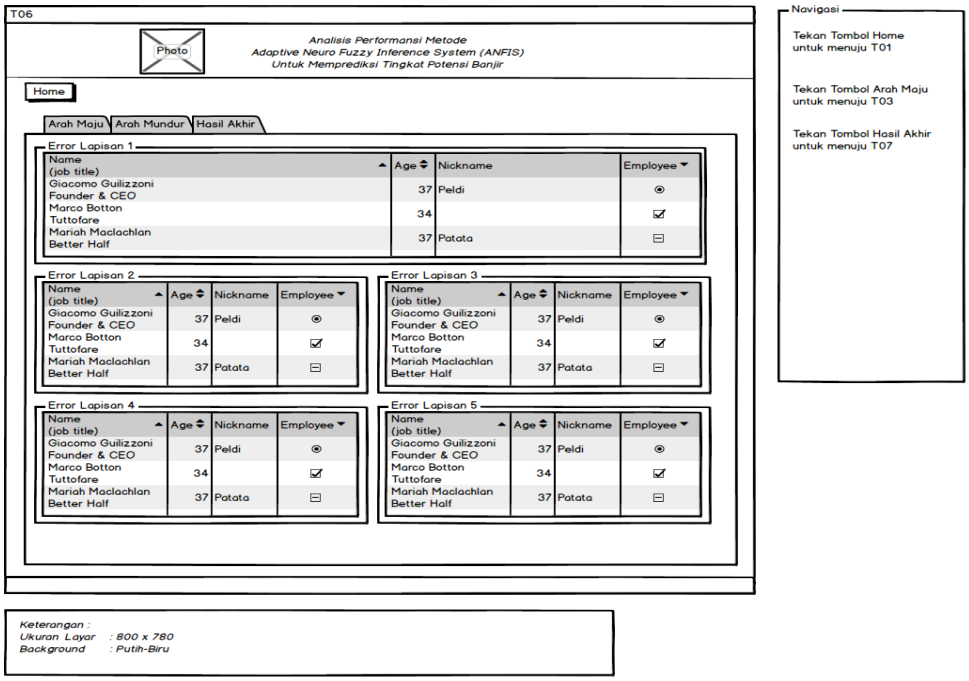
Gambar 3.11 Antarmuka Rekap Kecamatan

3. Antarmuka ANFIS Arah Maju



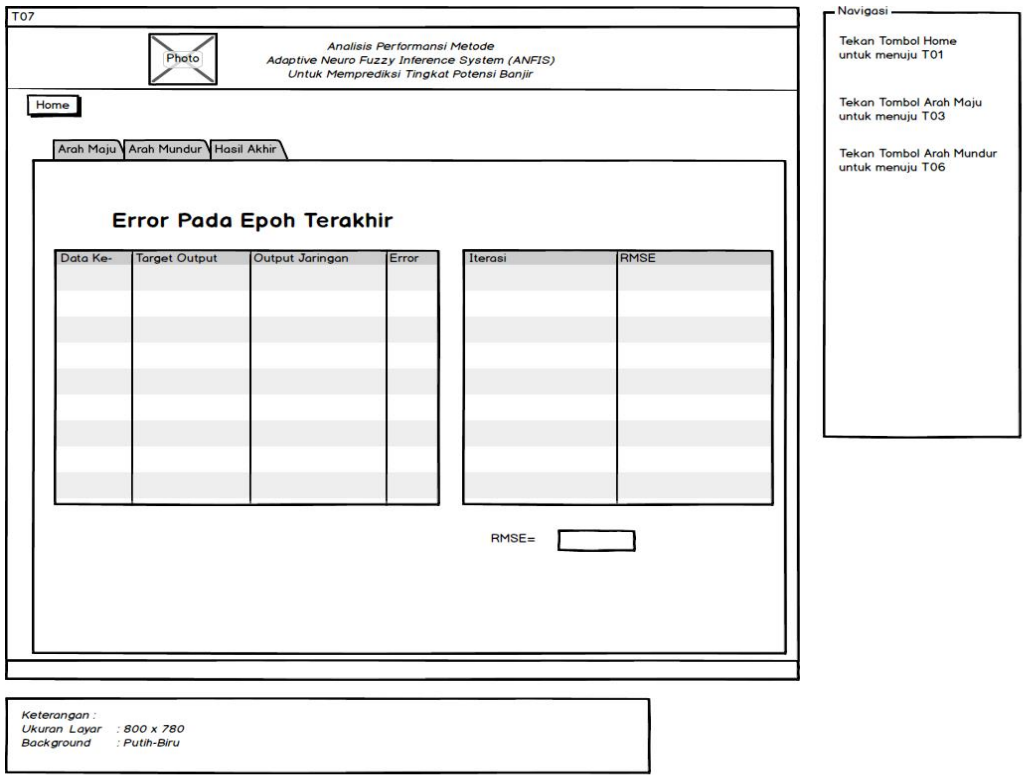
Gambar 3.12 Antarmuka ANFIS Arah Maju

4. Antarmuka ANFIS Arah Mundur



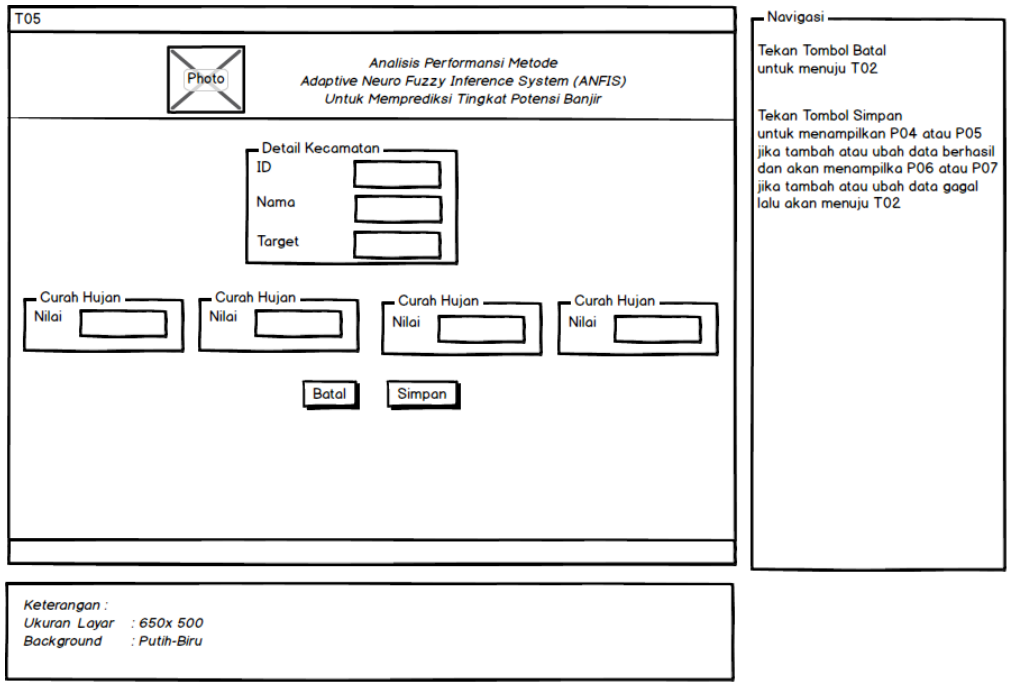
Gambar 3.13 Antarmuka ANFIS Arah Mundur

5. Antarmuka ANFIS Hasil Akhir



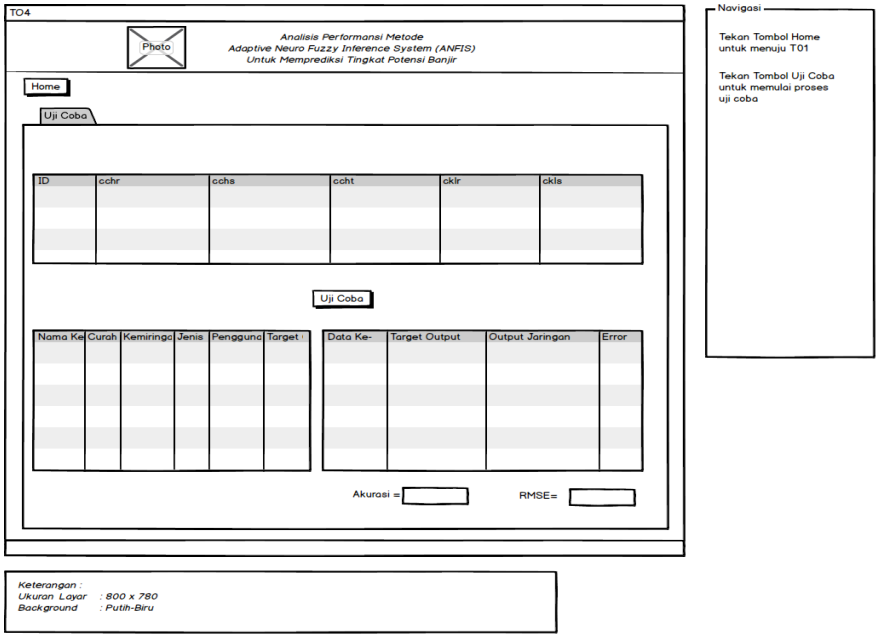
Gambar 3.14Antarmuka ANFIS Hasil Akhir

6. Antarmuka Tambah Kecamatan dan Ubah Kecamatan



Gambar 3.15 Antarmuka Tambah Kecamatan dan Ubah Kecamatan

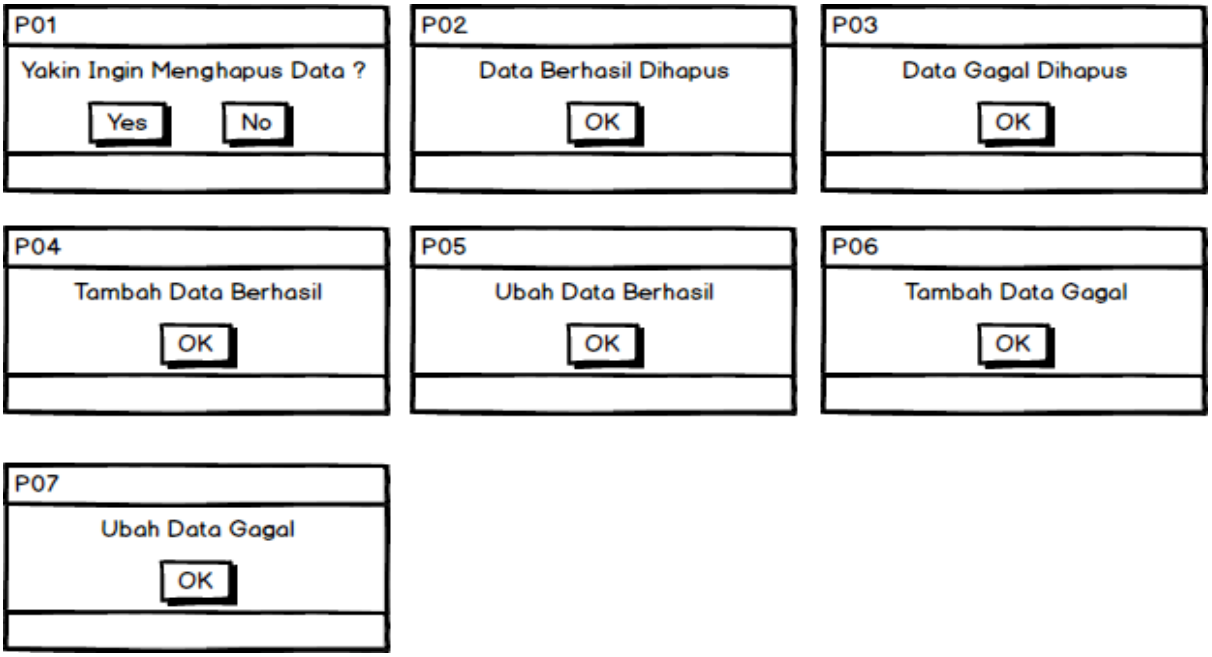
7. Antarmuka Uji Coba



Gambar 3.16 Antarmuka Uji Coba

3.1.7.5 Perancangan Pesan

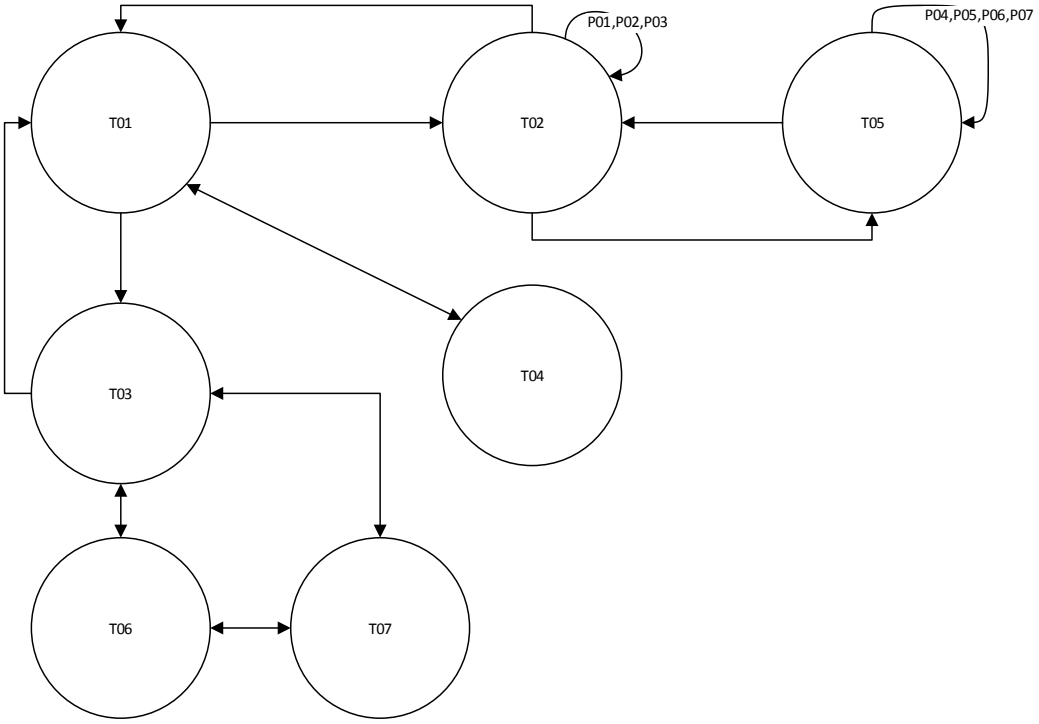
Berikut perancangan pesan untuk *system* prediksi tingkat potensi banjir dapat dilihat pada gambar 3.16 berikut



Gambar 3.17 Perancangan Pesan

3.1.7.6 Jaringan Semantik

Jaringan semantik digunakan untuk menunjukan alur dari setiap menu dalam *system*, berikut jaringan semantik yang terdapat dalam *system :*



Gambar 3.18 Jaringan Semantik